



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

Diseño de una Red Rural para el Valle de Cañete, basado en Tecnología CDMA450

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Electrónico**, que presenta el bachiller:

Gino Luis Rodríguez Alfaro

ASESOR: Percy Fernández Pilco

Lima, Septiembre del 2010

RESUMEN

El presente trabajo consiste en diseñar una red rural de telecomunicaciones con tecnología CDMA en 450 MHz, que pueda brindar servicio a los distritos de Pacarán, Zúñiga, Catahuasi, Tupe, Chocos, Huangascar, Manden, Viñac, ubicados a orillas del río Cañete y sus alrededores.

En el primer capítulo se muestra el estudio de la tecnología celular CDMA 2000 en frecuencias de 450 MHz, sus características y ventajas favorables para la aplicación en redes rurales. También se describe las características adversas en zonas rurales y la situación normativa actual en este escenario.

El segundo capítulo muestra la información obtenida del estudio in situ de la zona donde se pretende dar cobertura de voz y datos. Con dicha información y datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se realizan estimaciones y cálculos para obtener la demanda potencial.

En el tercer capítulo se realiza el diseño de la red rural, plasmando la topología de red en el valle de Cañete. Luego mediante la estimación realizada en el capítulo anterior, dimensionamos la capacidad de los equipos en la red, asegurando la cobertura de la zona y el escalamiento de la red en el futuro; basado en estos requerimientos se presenta el equipamiento elegido.

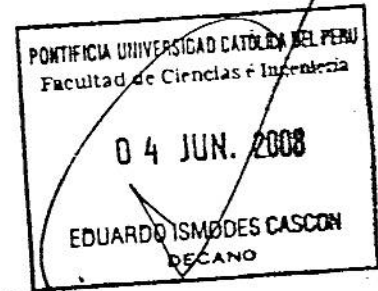
En el último capítulo se detalla los costos de inversión inicial de los activos y servicios necesarios de mayor importancia para iniciar las operaciones de red. También se muestra los costos de operación más importantes.

Por último, luego de adquirir en el presente trabajo nuevos conocimientos e interiorizar la problemática de la zona rural del Valle de Cañete, se presentan conclusiones y recomendaciones.



TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Diseño de una red rural para el Valle de Cañete basado en tecnología CDMA450
Área : Comunicaciones # 587
Asesor : Percy Fernández Pilco
Alumno : Gino Rodríguez Alfaro
Código : 20007148
Fecha : 2 de junio de 2008



Descripción y Objetivos

Las telecomunicaciones constituyen uno de los servicios más importantes para el desarrollo de un país, por ello como todo servicio de primera necesidad debería llegar a la totalidad de sus habitantes; inclusive con las dificultades que ello conlleva en zonas rurales. En este momento es donde interviene la ingeniería creando tecnología y procesos de diseño que solucionen la limitación de sus servicios, por tanto para este caso en particular aplicaremos la tecnología CDMA450 como base para el desarrollo de una red rural que superara la limitación de servicio de telecomunicaciones en el valle de Cañete, Lima, Perú.

En este proyecto usaremos los conocimientos que aporta la tecnología CDMA2000 y su trabajo en 450 MHz (CDMA450), apropiada de acuerdo a los requerimientos del estudio de la zona, que comprende poblados con escasos servicios de telecomunicaciones, denominados zonas rurales y de preferente interés social. Con la información acumulada, conocimientos adquiridos en la carrera y experiencias prácticas, podremos elaborar el diseño de una red rural CDMA 450 que podrá dar solución a las necesidades de servicios de telecomunicaciones en del valle de Cañete.

MÁXIMO 100

PÁGINAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
SECCION ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

Ing. ANDRÉS FLORES ESPINOZA
Coordinador de la Especialidad de Ingeniería Electrónica



TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Diseño de una red rural para el Valle de Cañete basado en tecnología CDMA450

Índice

Introducción

1. Marco Teórico
2. Visita de reconocimiento y estudio del Valle.
3. Diseño de la Red
4. Costos de Proyecto

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos



MÁXIMO 100 PÁGINAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCION ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

Ing. ANDRES FLORES ESPINOZA
Coordinador de la Especialidad de Ingeniería Electrónica

INDICE

Lista de Figuras.....	III
Lista de Tablas.	VI
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1: Tecnología CDMA a 450MHz en Zonas Rurales.....	3
1.1. Evolución a CDMA2000	4
1.2. Características generales de CDMA 2000	5
1.2.1. Espectro Expandido Secuencia Directa	6
1.2.2. Códigos Ortogonales Walsh.....	10
1.2.3. Códigos Pseudoaleatorios.....	10
1.2.4. Canales Usados en los Enlaces.....	11
1.2.4.1. Enlace Directo.....	12
1.2.4.2. Enlace Inverso.....	14
1.2.5. Control de Potencia.....	15
1.2.6. Soft Handoff.....	16
1.2.7. Reuso de Frecuencias.....	14
1.3. Arquitectura de CDMA 2000.....	17
1.4. CDMA 2000 en 450MHz.....	20
1.5. Zonas Rurales.....	22
1.5.1. Características de Zonas Rurales.....	23
1.5.2. Normativa en el ámbito Rural.....	24
CAPITULO 2: Visita de Reconocimiento y estudio del valle.....	27
2.1. Visita al Valle de Cañete.....	28
2.2. Aspectos Demográficos.....	35
2.3. Aspectos Económicos.....	44
2.4. Medios de Comunicación en la Zona.....	46
2.5. Mercado Potencial para servicios de Telecomunicaciones.....	48
2.5.1. Telefonía Fija.....	49

2.5.2. Telefonía Móvil.....	51
2.5.3. Internet.....	52
CAPITULO 3: Diseño de Red.....	54
3.1. Topología de la Red.....	53
3.2. Topología Plasmada en el Valle de Cañete.....	54
3.3. Centro de Conmutación.....	61
3.4. Cobertura de la BTS's.....	67
3.5. Enlaces Internos de transporte.....	72
3.6. Equipamiento Elegido.....	74
CAPITULO 4: Costos del Proyecto.....	86
4.1. Inversión Inicial.....	87
4.2. Costos de Operación y Mantenimiento.....	88
CONCLUSIONES.....	89
RECOMEDACIONES.....	90

Índice de Figuras:

Figura 1 - Evolucion de la tecnologia Celular de 2da a 3ra Generacion.....5

Figura 2 - Transmisión de la Señal de información con espectro expandido.....7

Figura 3 - Recepción de la Señal de información con espectro expandido.....7

Figura 4 - Ejemplo de Spreading.....8

Figura 5 - Ejemplo de Spreading – Potencia.....9

Figura 6 - Ejemplo de DE-Spreading.....9

Figura 7 - Ejemplo de DE-Spreading – Potencia.....10

Figura 8 - Enlace Directo e Inverso.....11

Figura 9 - Proceso de Transmisión Enlace Directo.....12

Figura 10 - Estructura de Canales – Enlace Directo.....13

Figura 11 - Proceso de Transmisión Enlace Inverso.....14

Figura 12 - Estructura de Canales – Enlace Inverso.....15

Figura 13 - Arquitectura de RED CDMA 2000.....18

Figura14 - Central de Red.....19

Figura 15 - Red de Radio Acceso.....19

Figura 16 - Red IP.....20

Figura 17- Comparación de cobertura Vs. Frecuencia.....21

Figura 18 - Cerro Pascual, sitio de BTS 1.....30

Figura 19 - Ciudad de Lunahuana, URA de Telefónica.....31

III

Figura 20- Cerro Cayita.....	33
Figura 21 - Cerro Quimsajero, sitio de BTS 2.....	33
Figura 22 - Desde Catahuasi, a más de 10Km de BTS 2.....	34
Figura 23 - Ubicación de los distritos y vías de comunicación en la zona.....	36
Figura 24- Distribución de la población en cada distrito.....	42
Figura 25 - Niveles de Educación alcanzado por Distrito.....	43
Figura 26 - Principal ocupación del poblador por distrito.....	45
Figura 27 - Rubro de Trabajos en los distritos.....	46
Figura 28 – Puntos de Servicio Telefónico Publico.....	48
Figura 29 - Planteamiento de la Topología de la Red.....	53
Figura 30 - Mapa cartográfico Utilizado 26-K y 26-L.....	55
Figura 31 - Esquema de la red plasmado en Valle de Cañete.....	56
Figura 32 - Enlace Lunahuana (BSC⇔Repetidor).....	57
Figura 33 - Enlace Zúñiga (Repetidor⇔BTS 2).....	58
Figura 37 - Cobertura de la BTS 1.....	60
Figura 35 - Cobertura de la Segunda BTS 2.....	60
Figura 36 - Centro de Conmutación – Fuente KDDI.....	61
Figura 37 - Concentración de Tráfico por Hora – GTH.....	64

IV

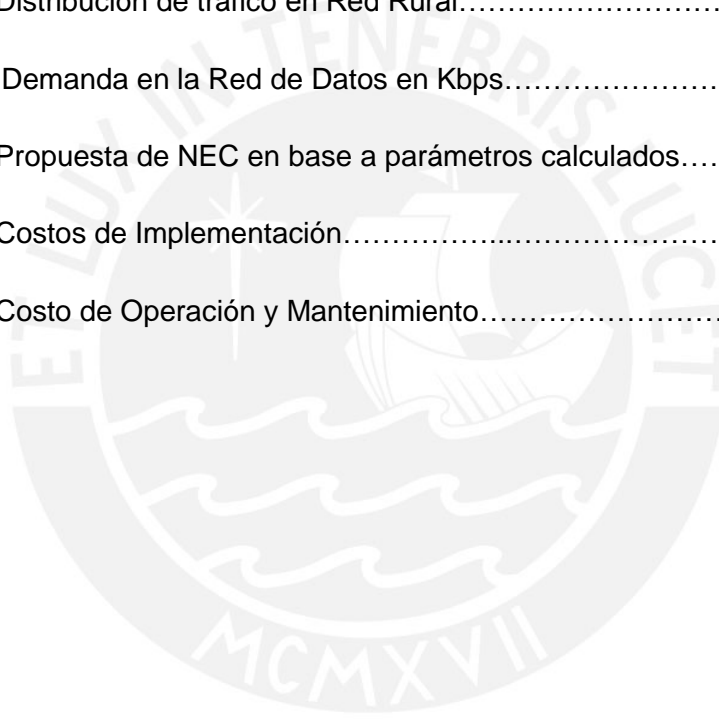
Figura 38 - Tipo de Tráfico en una Central de Conmutación.....	65
Figura 39 - Esquema Enlace Lunahuana – Distancia.....	70
Figura 40 - Gráfica de línea de Vista – Enlace Lunahuana.....	71
Figura 41 - Esquema Enlace Zuñiga – Distancia.....	72
Figura 42 - Gráfica de línea de Vista – Enlace Zuñiga.....	72
Figura 43 - Mobile Switching Subsystem ZXC 10 ZTE	75
Figura 44 - Base Station Controller ZXC 10 ZTE.....	76
Figura 45 - Base Tranceiver Station ZXC 10 ZTE.....	77
Figura 46 - Cerro Cantuta Chosica, BTS.....	79
Figura 47 - Suministro de Instalación PASOLINK.....	84

Índice de Tablas:

Tabla 1 - Leyenda de Topología de Red – Fuente KDDI.....	18
Tabla 2 - Comparativo en Frecuencias.....	21
Tabla 3 - Datos de Lunahuana.....	37
Tabla 4 - Datos de Pacarán.....	38
Tabla 5 - Datos de Zuñiga.....	38
Tabla 6 - Datos de Catahuasi.....	39
Tabla 7 - Datos de Chocos.....	39
Tabla 8 - Datos de Huangascar.....	40
Tabla 9 - Datos de Madean.....	40
Tabla 10 - Datos de Viñac.....	41
Tabla 11 - Datos de Tupe.....	41
Tabla 12 - Viviendas y Hogares por distrito.....	43
Tabla 13- PEA por distrito.....	44
Tabla 14 - Teléfonos Publico en la Zona	47
Tabla 15 - Densidad Telefónica de las provincia de Lima.....	49
Tabla 16- Demanda de Telefonía Fija de abonado.....	50
Tabla 17- Demanda de Telefonía Publica.....	51
Tabla 18- Demanda de Telefonía Móvil.....	52
Tabla 19- Demanda de servicio de Internet.....	52

VI

Tabla 20 - Leyenda de Topología de Red – Fuente KDDI.....	53
Tabla 21 - Puntos de las torres adquiridos con GPS.....	57
Tabla 22 - Distancia entre los Enlaces.....	58
Tabla 23 – Calculo de Erlangs.....	64
Tabla 24 - Carga de tráfico en la Red de Voz.....	64
Tabla 25 - Distribución de tráfico en Red Rural.....	66
Tabla 26 – Demanda en la Red de Datos en Kbps.....	66
Tabla 27 - Propuesta de NEC en base a parámetros calculados.....	83
Tabla 28 - Costos de Implementación.....	87
Tabla 29 - Costo de Operación y Mantenimiento.....	88



INTRODUCCIÓN

Los avances en tecnología de telecomunicaciones brindan grandes posibilidades de desarrollo, pero a su vez podría llegar a ser una nueva forma de exclusión, debido a que dicha tecnología no llega a la totalidad de la población; siendo la principal razón el estudio de costos e ingresos realizado por las empresas inversionistas en zonas rurales ó de preferente interés social, que dan como resultado una baja rentabilidad y en consecuencia la exclusión tecnológica de la población en dichas zonas.

Actualmente ya existen proyectos que transportan las comunicaciones en lugares con características muy adversas, con muchas limitaciones técnicas y comerciales, brindadas por presión o iniciativa del estado peruano; en cualquiera de los casos anteriores lo importante es que cada vez se incremente el acceso universal de las telecomunicaciones, llegando a zonas rurales como el valle de cañete, que realmente necesitan las telecomunicaciones como una herramienta importante para su desarrollo. Entre las tecnologías que se utilizan actualmente se encuentran las redes satelitales VSAT (terminales satelitales de pequeña apertura), redes celulares CDMA 450 (tecnología celular), entre otras recomendadas por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

CDMA450 es una variante del estándar CDMA2000, implementado en el Perú varios años atrás, con el cual se brinda servicios de telefonía móvil, en la banda de frecuencia de 850 MHz.

Como parte de una solución analizaremos y desarrollaremos el uso de la tecnología CDMA 450, para diseñar una red de acceso de telecomunicaciones con buenas prestaciones para los pobladores del Valle de Cañete en el departamento de Lima. En el presente estudio se usará el estándar CDMA2000 1X en la banda en frecuencia de 450MHz, la cual tiene características altamente favorables para un medio rural, como la propagación de la onda frente a los obstáculos (árboles, casas y cerros menores) logrando abarcar grandes distancias con una sola celda y todas las ventajas inherentes a la tecnología CDMA, como la gran inmunidad frente a interferencias (debido al ensanchamiento del espectro), gran eficiencia en el uso de las frecuencias y buen desempeño en el control de potencia.

CAPITULO 1: Tecnología CDMA a 450MHz en Zonas Rurales

En el presente estudio se utiliza la tecnología CDMA2000, la cual representa una nueva etapa del avance de la tecnología de las telecomunicaciones inalámbricas basadas en el **Acceso Múltiple por División de Código (CDMA**, acrónimo en idioma inglés); la cual junto a otras tecnologías, como WCDMA, son consideradas por la UIT como tecnologías de 3ra generación o **Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000** (IMT 2000, acrónimo en idioma inglés). De igual modo se muestra el uso de dicha tecnología en la banda de 450 MHz y su aplicación en contexto de las Zonas Rurales.

A continuación se muestra la evolución hacia CDMA2000, las características generales de dicha tecnología, su trabajo en banda de 450MHz aplicado a zonas rurales y la situación de las telecomunicaciones en el ámbito Rural.

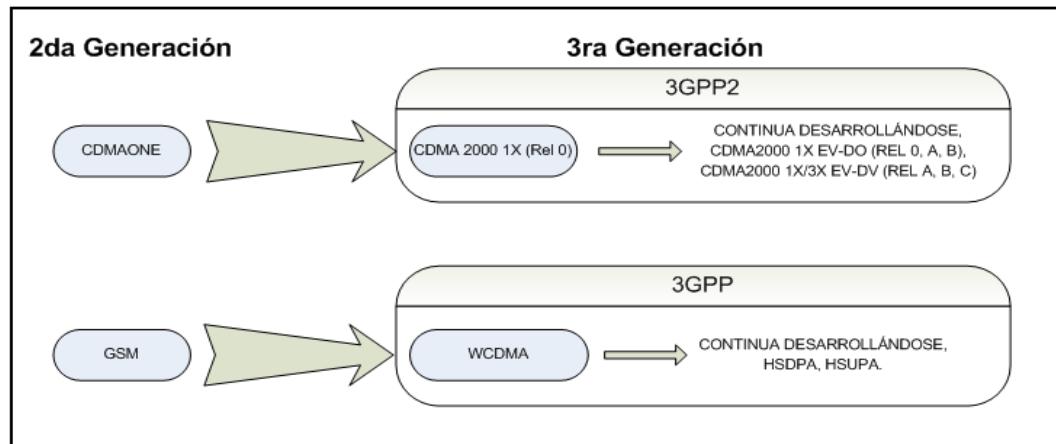
1.1 Evolución a CDMA2000

En el año 1993 la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA, acrónimo en idioma inglés) aprobó el Estándar Interno 95 (IS-95, acrónimo en idioma inglés), conocido también como CDMAONE, obteniendo una tecnología más eficiente en el uso de espectro, seguridad casi invulnerable y otras características favorables que continúan vigentes en su sucesor CDMA2000.

En 1999 la UIT reconoció a la tecnología CDMA 2000 1X, también llamado IS-2000, como un estándar de la IMT-2000 o 3ra Generación; debido a que consiguió superar capacidades requeridas por la UIT, tales como:

- ✓ Mejora en la capacidad de red de los sistema 2G,
- ✓ Mayor eficiencia en el uso del espectro radioeléctrico con respecto a la tecnología anterior 2G
- ✓ Incrementar la velocidad de transmisión de datos para servicios móvil a 144 kbps (outdoor) y para servicios fijos a 2Mbps (indoor).

Seguidamente se muestra la evolución de la tecnología CDMA y su aporte a la tecnología paralela GSM, esta última involucra a CDMA para conseguir evolucionar a 3ra Generación - 3G.



(Gráfica personal)

Figura 1 - Evolución de la tecnología Celular de 2da a 3ra Generación

1.2. Características generales de CDMA 2000

Como se mencionó anteriormente CDMA2000 1X fue reconocida por UIT como una norma IMT-2000 en noviembre de 1999. Fue la primera tecnología de 3ra Generación ó IMT-2000 desplegada en todo el mundo, en el mes de octubre del año 2000. En este tiempo transcurrido a seguido evolucionando, pero no ha cambiado su características generales, dicho de otra manera el estándar CDMA2000 1X es estable.

Para tener un mejor panorama de la tecnología estudiada, mencionaremos a continuación una serie de características generales de CDMA2000:

- Mayor rendimiento en términos de velocidad de transmisión de datos.-se mejora la latencia y calidad de voz, en comparación a otras tecnologías en competencia.
- El uso eficiente del espectro.- Las tecnologías CDMA2000 ofrecen mayor capacidad de procesamiento de voz y datos utilizando la menor cantidad de espectro, con ello se reducen costos.
- Soporte para servicios móviles avanzados.- con CDMA2000 1xEV-DO puede ofrecerse una amplia gama de servicios avanzados, tales como:

- ✓ VoIP
- ✓ Push-to-Talk

- ✓ Tele-Vídeo
 - ✓ Mensajería multimedia
 - ✓ Multi- Gráficos 3D
- Todo IP - Las tecnologías CDMA2000 son compatibles con el protocolo de internet (IP), por lo cual está encaminado a la convergencia de redes.
 - Evolución de la tecnología compatible.- compatibilidad de antiguas y nuevos estándares, en la migración de frecuencias y puede lograrse una red híbrida.
 - Flexibilidad.- los sistemas CDMA2000 se han diseñado para las zonas urbanas, así como para las zonas rurales remotas (inalámbricos fijos) o redes local inalámbrico (WLL). Dado que tiene disponibilidad de trabajo en múltiples bandas del espectro, como en 450 MHz, 800 MHz, 1700 MHz, 1900MHz y 2100 MHz

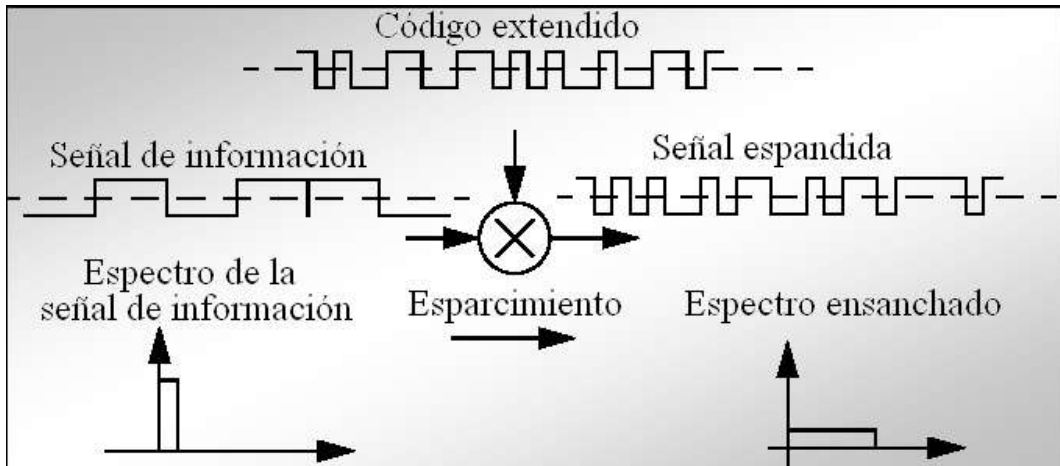
A continuación describiremos los conceptos más importantes que permiten obtener las características antes mencionadas de la tecnología CDMA2000.

1.2.1. Espectro expandido secuencia directa.

La técnica de transmisión de espectro expandido utiliza mejor el ancho de banda de un canal de comunicación, tiene buena inmunidad frente a interferencias ó ruido, y permite ofrecer seguridad en las comunicaciones (por ejemplo, ante intentos de clonación de los equipos).

Con la señal de información transmitida en espectro expandido todos los usuarios utilizan el mismo ancho de banda, para lograrlo se modula la señal digital con una secuencias de códigos de Pseudo-Ruido (PN), las cuales no tienen relación con la señal de información. Debido a la última operación se obtiene un ancho de banda mayor en la transmisión de la señal, disminuyendo la potencia a un nivel relativamente bajo, dado que la energía es distribuida en un mayor ancho de banda; el piso de ruido que existente en el momento de la transmisión no presenta problemas para este tipo de transmisión, lo cual se explica más adelante en el proceso de recepción.

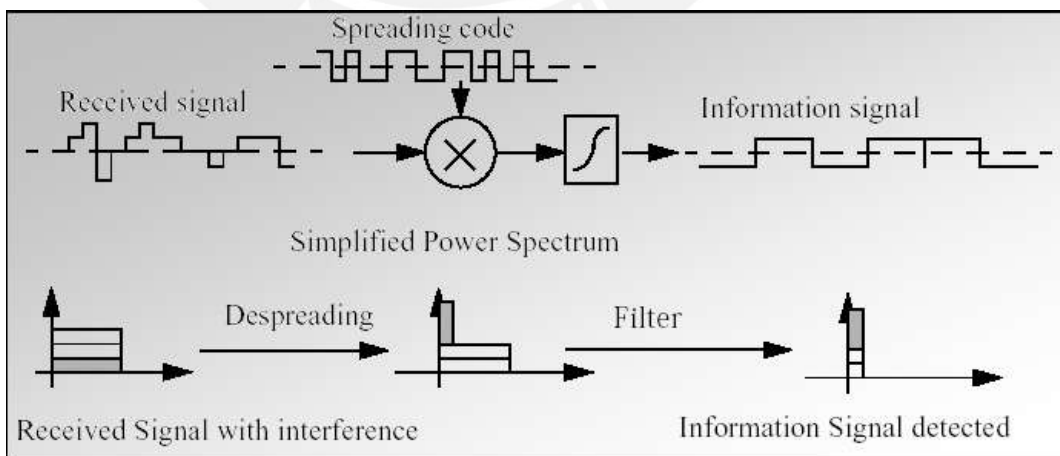
A continuación se muestra un gráfica que explica claramente la transmisión de la señal de información con espectro expandido.



(U. TÁCHIRA. E. Electrónica – II Congreso de Telecomunicaciones)

Figura 2. Transmisión de la Señal de información con espectro expandido.

En la recepción de la señal se multiplica nuevamente con los mismos códigos de Pseudo-Ruido (PN), recuperando su forma original; cualquier otro tipo de señal se extenderá en frecuencia y su nivel de potencia disminuirá, tal como sucedió en la transmisión de la señal de información. Como se puede apreciar, el método tratado en los últimos párrafos es bastante eficiente, a pesar de incrementarse el ancho de banda de la señal. A continuación se muestra una gráfica que explica claramente la recepción de la señal de información con espectro expandido.



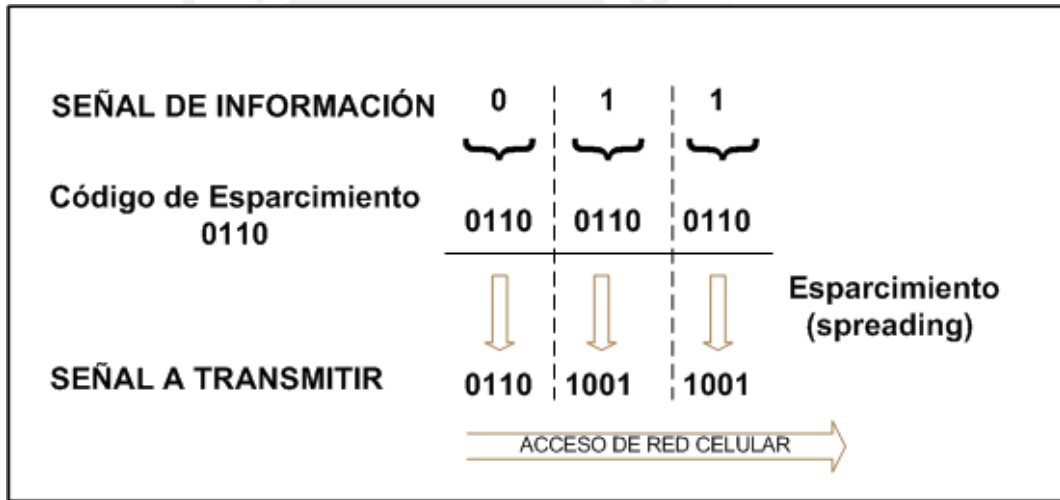
(U. TÁCHIRA. E. Electrónica – II Congreso de Telecomunicaciones)

Figura 3. Recepción de la Señal de información con espectro expandido.

Para dejar más clara la idea, seguidamente se presenta un ejemplo con el proceso de espectro ensanchado en secuencia directa.

Ejemplo: Para el ejemplo la señal de información consta de los dígitos 011 y el código de esparcimiento a usar está conformado por los dígitos 0110. El código de esparcimiento (para CDMA se usa códigos Walsh) modifica a la señal de información, la cual incrementará su frecuencia a la del código de esparcimiento.

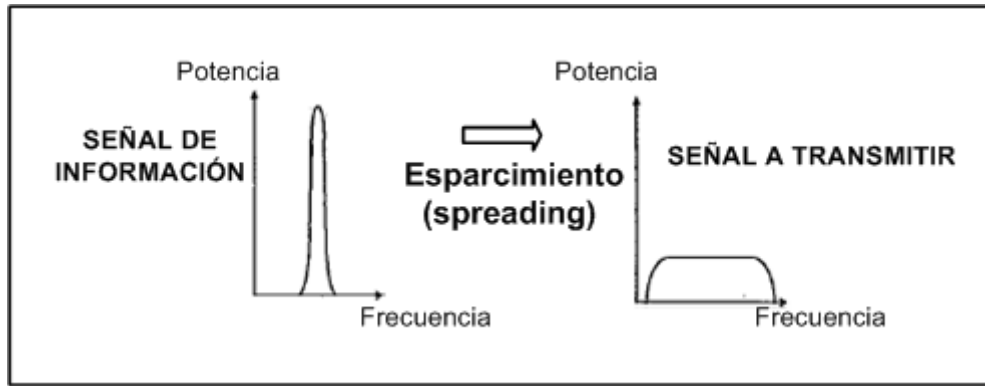
Luego la señal es transmitida hacia el receptor. El proceso explicado anteriormente se visualiza en la siguiente figura.



(KDDI Corporation –Mobile System CDMA2000) Adaptado

Figura 4. Ejemplo de Spreading

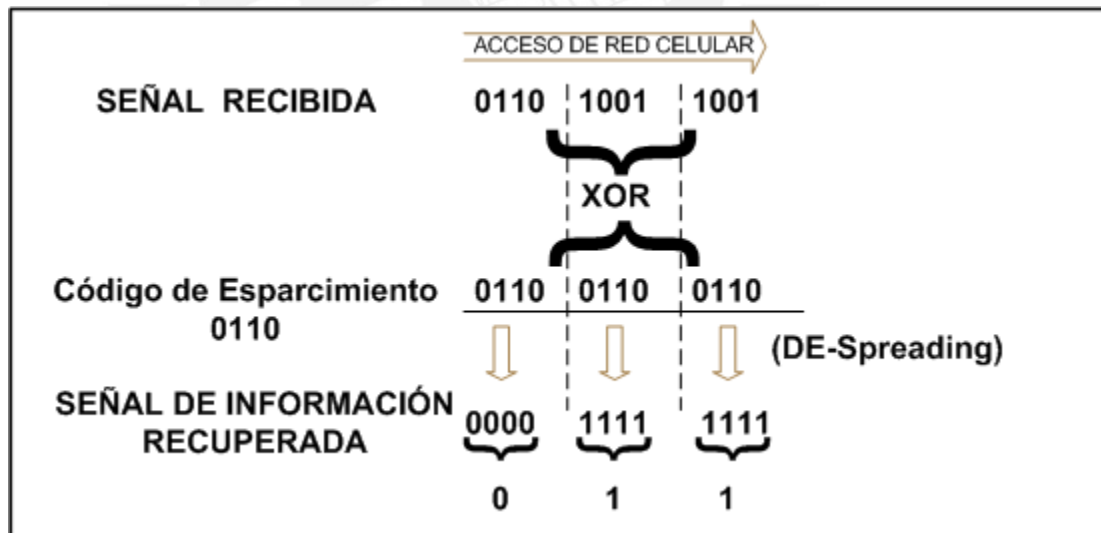
Debido a que la señal se expande en frecuencia, su nivel de potencia disminuye, ya que la energía se distribuye en el mayor ancho de banda, como lo muestra la siguiente gráfica.



(KDDI Corporation –Mobile System CDMA2000) Adaptado

Figura 5. Ejemplo de Spreading – Potencia

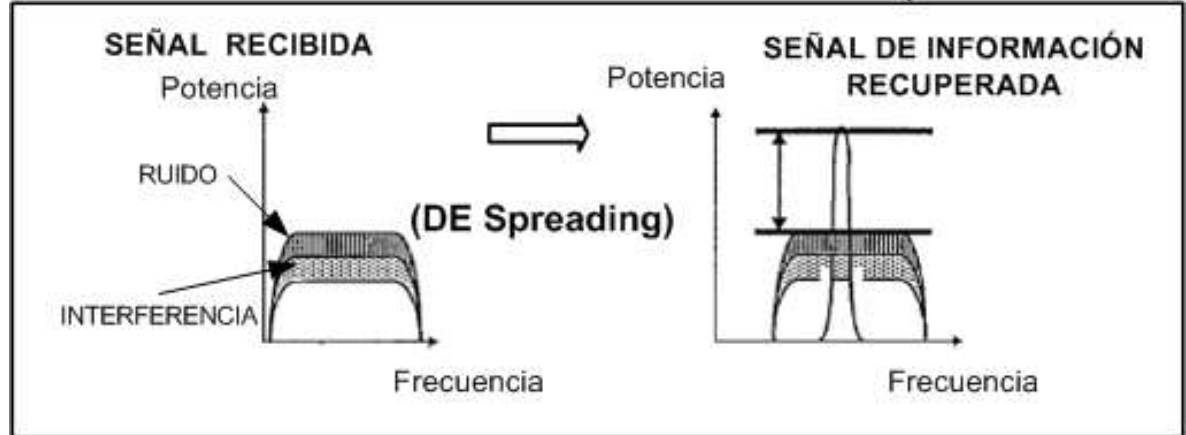
Una vez transmitida la señal al espacio radioeléctrico, está sujeta al piso de ruido y otras señales en la misma frecuencia (señales de interferencia). Por lo tanto para evitar perder la señal de información en el receptor, es necesario realizar una operación con el mismo código utilizado en la transmisión. En la siguiente figura se ve como se recupera la señal original de información.



(KDDI Corporation –Mobile System CDMA2000) Adaptado

Figura 6. Ejemplo de DE-Spreading

En la última gráfica del ejemplo, se ve como se recupera la señal debido a la diferencia entre el incremento de potencia de la señal de información y la disminución de las otras señales ajenas.



(KDDI Corporation –Mobile System CDMA2000) Adaptado

Figura 7. Ejemplo de DE-Spreading – Potencia

1.2.2. Códigos Ortogonales Walsh.

Uno de los códigos para lograr el ensanchado del espectro (Spreading) es el código Walsh, que se define como una secuencia de Pseudo Ruido (PN, acrónimo en idioma inglés) debido a sus propiedades aleatorias. Para que una secuencia PN se considere código Walsh es necesario que sea ortogonal.

La ortogonalidad es establecida cubriendo la codificación Corrección de Error hacia Adelante (FEC, acrónimo en idioma inglés) con un sistema de 64 funciones llamado funciones de Walsh. "Mutuamente orthogonal" significa que la correlación cruzada en dichas funciones es pequeñas (idealmente cero). Esto debido a que el objetivo de los códigos Walsh es hacer que los canales sean totalmente separables en el receptor.

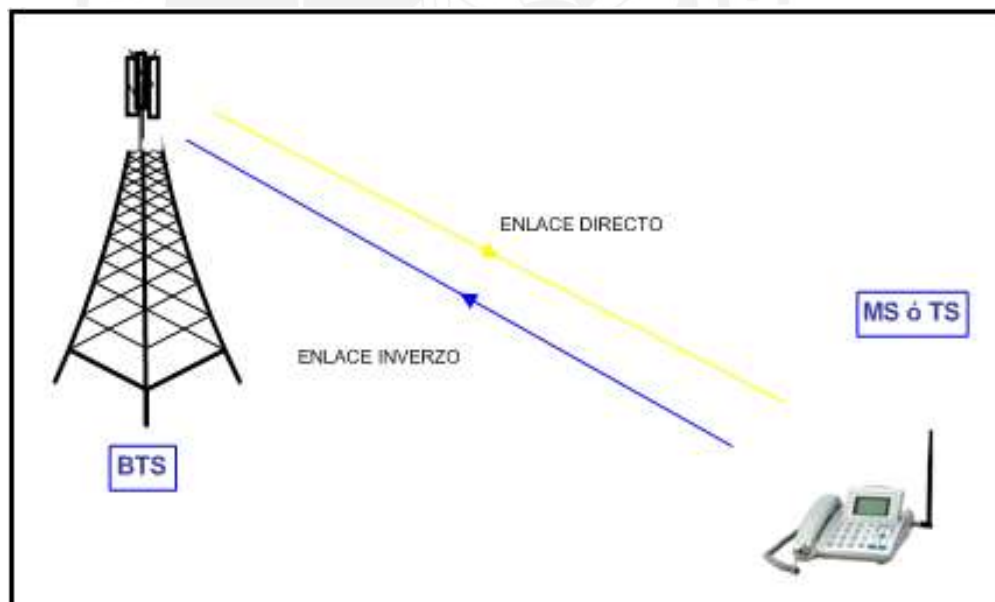
1.2.3. Códigos Pseudoaleatorios

Son códigos de Seudo-Ruido (PN) usados en los procesos de transmisión y recepción de las señales de información, no se consideran códigos walsch porque a pesar de ser parecidos al ruido gaussiano, no cumplen con la ortogonalidad completamente, aunque su correlación es cercana a cero.

Se usan de dos tipos de códigos, cortos (Short PN, acrónimo en idioma ingles) y largos (Long PN), dependiendo que tipo de enlace se esté trabajando, lo último se explicará más adelante.

1.2.2. Canales Usados en los Enlaces.

Para mayor claridad en la explicación se indica, que la información que fluye de la estación base transceptora (BTS, acrónimo en idioma ingles) hacia la estación móvil ó estación terminal (MS ó TS, acrónimo en idioma ingles) se hace vía un enlace directo y la información de la MS hacia BTS se hace por enlace inverso. Lo explicado anteriormente puede ser apreciado en la siguiente gráfica.

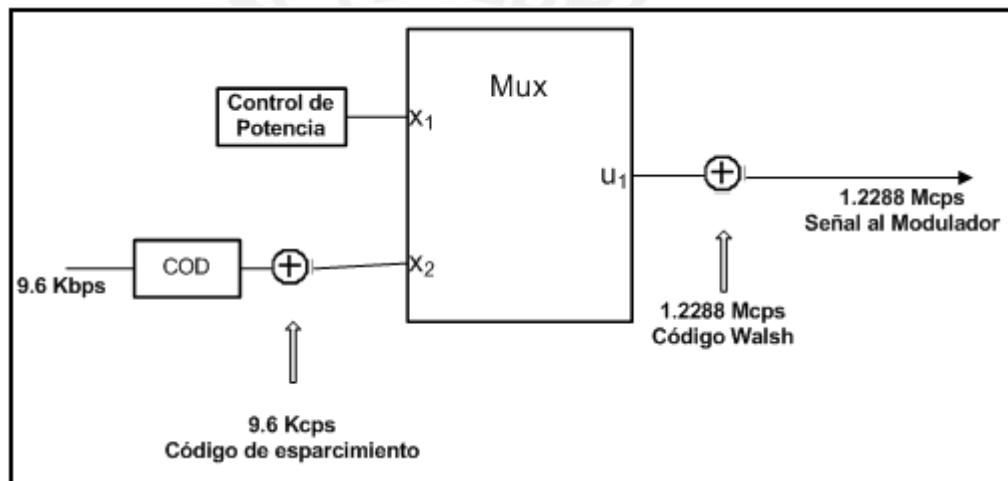


(Elaboración Propia)

Figura 8. Enlace Directo e Inverso

1.2.2.1. Enlace Directo

El enlace directo se divide en 64 canales lógicos en el caso de CDMA IS-95 y 128 para canales lógicos para CDMA 2000 1X, cada canal que lleve información tiene asignado uno de los 64 códigos Walsh; gracias a ello la estación base transceptora, puede transmitir simultáneamente los datos de varios usuarios en la misma celda. Previamente usa una secuencia corta de Pseudo Ruido (Short PN), para evitar una posible interferencia de las señales. En la siguiente figura se muestra un esquema del proceso del enlace directo.



(U. TÁCHIRA. E. Electronica – II Congreso de Telecomunicaciones) Adaptado

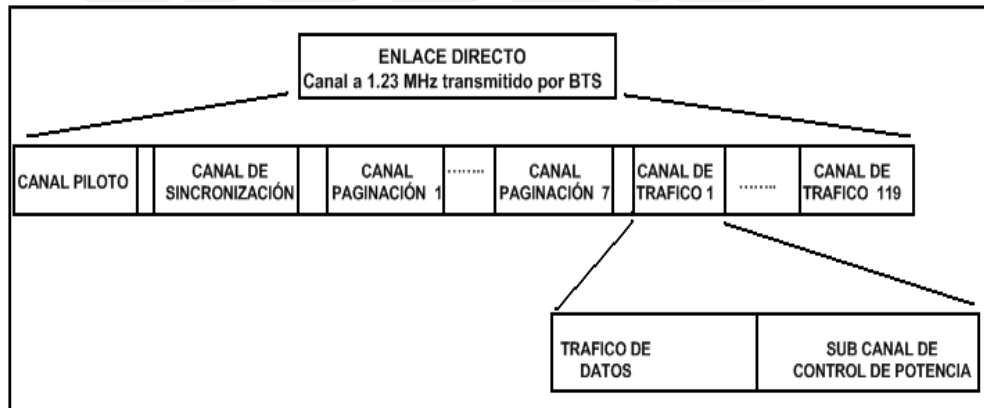
Figura 9. Proceso de Transmisión Enlace Directo

Habiendo explicado el proceso de enlace directo, podemos seguir con la descripción de los canales usados en dicho enlace.

- ✓ **Canal Piloto.**- El primer canal, no lleva información, es un canal de referencia que define el radio de la celda y transmite a la máxima potencia. Nos permite sincronizar en el enlace directo, usándolo como una medida de potencia durante el Handoff; adicionalmente nos proporciona información sobre el offset, teniendo 512 posibilidades, usando para ello 9 bits.

- ✓ **Canal de Sincronización.-** es usado en la adquisición del sistema para tomar el tiempo en el momento inicial, la identificación del sistema transmisor y el estado del canal de “paging” asignado, Funciona a 1200bps.
- ✓ **Canal de Paging.-** Está encargado de la paginación del sistema, llevando información de control para los MS, teniendo asignado 7 canales lógicos. Supervisa si los dispositivos están en modo de escucha o están dormidos.
- ✓ **Canales de Tráfico.-** Son los 119 canales restantes, los cuales se usan para llevar el tráfico de llamadas y datos, están formados por la señal emitida por los vocoders e información para el control de la potencia.

A continuación se aprecia una gráfica con la estructura de los canales utilizados en el enlace directo.



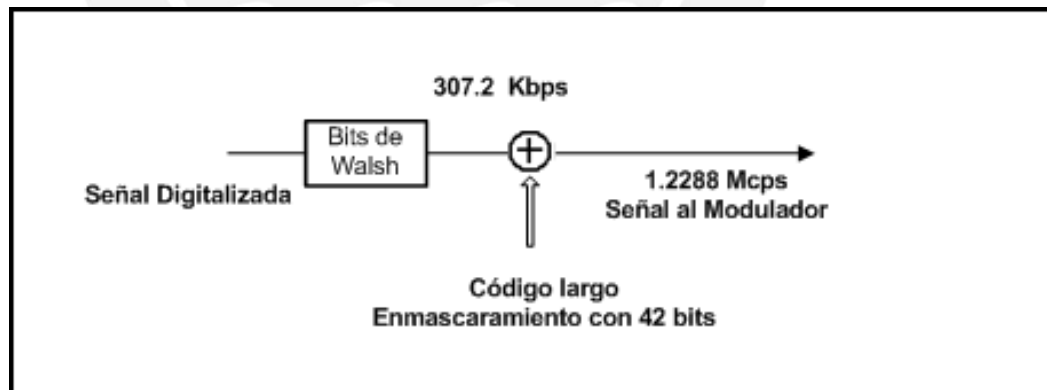
(U. Politécnica de Valencia- Satélite) Adaptado

Figura 10. Estructura de Canales – Enlace Directo

1.2.2.2. Enlace Inverso

El enlace inverso va desde el TS ó MS hacia la BTS, consta de 2^{42-1} canales lógicos asociados a un código Largo de Pseudo Ruido (Long PN, acrónimo en idioma inglés) los cuales están asociados permanentemente con una MS. El Long PN es un código largo de ensanchamiento que está relacionado al canal de tráfico, así mismo el enlace inverso usa un canal de acceso.

En enlace inverso todos los terminales responden de modo asíncrono. Se usa uno de los códigos Walsh mapeados a 6 bits para multiplicarlo por la señal y conseguir una velocidad de 307.2 Kbps. La estación base recibe la señal y la correlaciona con los 64 códigos Walsh posibles y determina el que más se parezca para saber cuál fue el código usado. Luego de pasar por los 6 bits de código Walsh la señal es expandida por un código largo para poder enmascarar (Long PN).



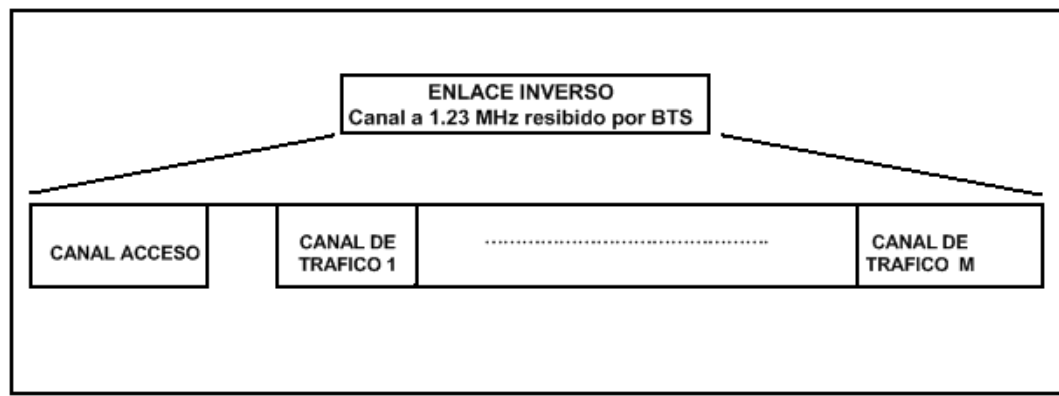
(U. TÁCHIRA. E. Electronica – II Congreso de Telecomunicaciones) Adaptado

Figura 11. Proceso de Transmisión Enlace Inverso

- ✓ **Canal de acceso.-** Es usado para transmitir una solicitud de registro para iniciar las llamadas y otras señales de información.

- ✓ **Canal de Tráfico.-** es utilizado por usuarios individuales durante una llamada para transmitir el tráfico necesario a la BS, viene relacionado con el código largo de enmascaramiento mencionado anteriormente Long PN .

A continuación se aprecia la estructura de los canales utilizados en enlace Inverso.



(U. Politécnica de Valencia- Satélite) Adaptado

Figura 12. Estructura de Canales – Enlace Inverso

1.2.3. Control de Potencia

El control de potencia es una cualidad importante de la tecnología CDMA, necesario por las siguientes razones:

- ✓ Mantener una buena Calidad de Señal.
- ✓ Inhibir la interferencia de otros usuarios.
- ✓ Extender la vida útil de la batería de la estación móvil.

Debido a que existen dos tipos de transmisión, también hay dos formas de control de la potencia. La primera es el control de potencia en enlace directo, en la cual la BTS usa realimentación constante para lograr el control de

potencia en dicho enlace. Para lograrlo cada MS envía periódicamente información de la potencia y la relación señal a ruido, medido en el receptor.

La otra forma de control de potencia se da en enlace inverso, aquí se puede encontrar dos situaciones para controlar el acceso:

- ✓ La primera de ellas es cuando se está tratando de acceder a la estación base, en este caso se incrementa la potencia en cada intento hasta conseguir que la estación base la acepte.
- ✓ la segunda usa un procedimiento de retroalimentación y es usado cuando el MS está usando los recursos de los canales de tráfico, ya que con sus receptores calcula cual debe ser la potencia necesaria para llegar a la BTS.

Por último relacionado al control de potencia se tiene el fenómeno multipath, que ocurre debido a los diferentes caminos que puede tomar la señal para llegar al receptor; un ejemplo claro se da cuando una señal se refleja en el suelo y llega en un tiempo distinto al receptor, entendiéndose como una interferencia. Para darle solución, otras tecnologías calculan un promedio de todas las que llegan; en CDMA se refuerza la señal, para ello cuenta con varios receptores pequeños, los cuales pueden detectar el retardo y la dirección de donde vienen.

1.2.4. Soft Handoff

Es otra característica que aparece en CDMA2000, como su nombre lo indica es el Traspaso Suave (**Soft Handoff**) a otra celda. El objetivo es que cuando un MS (Estación Móvil) haga un traspaso de celda, la llamada no se interrumpa. Esto se logra con el control de potencias, ya que gracias al sensado

permanente siempre coge la celda que tenga la mayor potencia asignada del canal piloto.

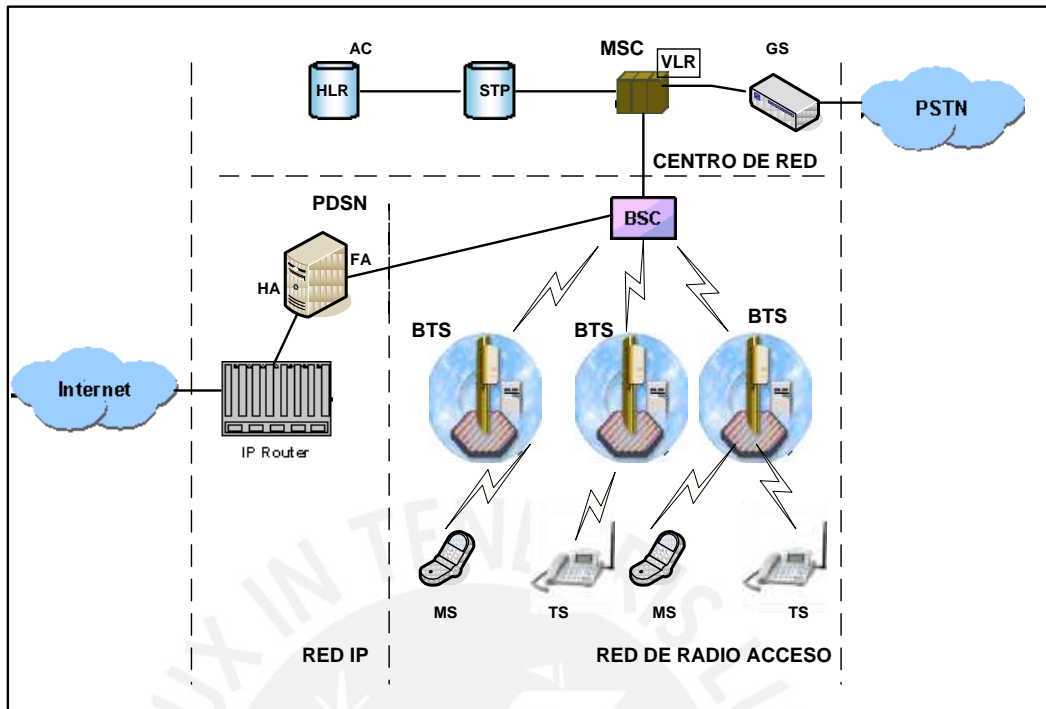
Lo que se hace en CDMA2000 es que el móvil reciba información de varias BTS para que nunca se interrumpa la llamada, aún cuando la MS se encuentre en una frontera; ello se hace con el sensado y la comparación de los canales pilotos, para ello tiene un PILOT DATABASE.

1.2.7. Reuso de Frecuencias

Utiliza una portadora de 1.25 MHz de ancho de banda en el espectro radio eléctrico, tanto directo como inverso. Al poseer cada celda un código diferente (short PN), posee un reuso de frecuencia igual a uno, es decir podrá usar la misma frecuencia en dos celdas contiguas sin temor a interferencia.

1.3. Arquitectura de RED CDMA 2000

Para tener una mayor claridad de los elementos que conforman una red CDMA2000 y la interacción entre ellos, se muestran a continuación una serie de graficas que explican la arquitectura de la red.



(CDG - CDMA2000 network diagram) Adaptada

Figura 13. Arquitectura de RED CDMA 2000

ACRÓNIMOS	NOMBRE
HLR	Home location Register
AC	Authentication Center
MSC	Mobile Switchin Center
VLR	Visitor Location Register
GS	Gateway Switch
PDSN	Packet Data Service Node
BSC	Base Station Controler
BTS	Base Tranceiver Station
PSTN	Red Publica
STP	Signaling Transfer Point
MS	Mobile Station
PCF	Packet Control Fuction
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service
TS	Terminal Station

Tabla 1. Acrónimos usados en la arquitectura de red CDMA2000

En la gráfica anterior se aprecia una separación de la red en tres partes principales, el centro de Red, la red de radio acceso y la red IP. A continuación se describe brevemente cada una de ellas.

Central de Red

La central es conformada por el HLR, AC, STP, MSC, VLR y GS. Sus funciones básicas son las de proporcionar las rutas de comunicación y brindar servicios de voz, también autentifica y administra registros de usuarios.

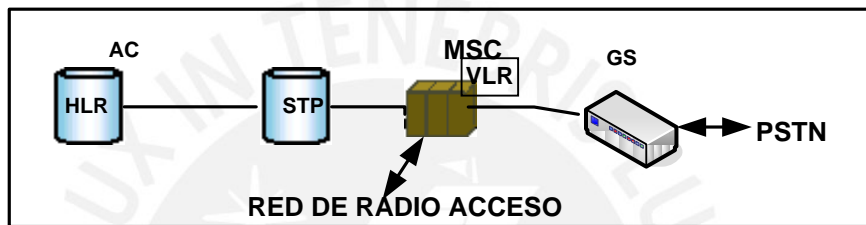


Figura 14. Central de Red

Red de Radio Acceso

La red de radio acceso es conformada por la BSC, BTS y PCF. Entre sus principales funciones se encuentra el establecimiento y terminación de los canales de radio; y el transporte de dato entre la central de red y la estación terminal.

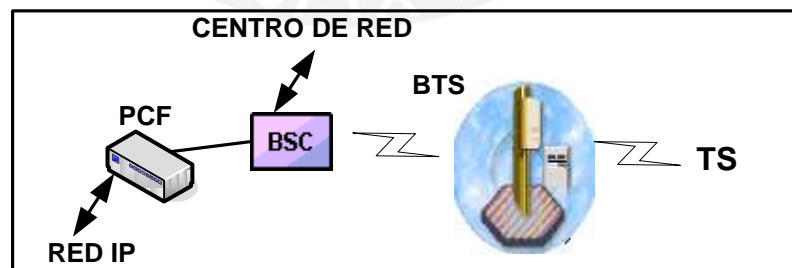


Figura 15. Red de Radio Acceso

Red IP

La red IP está conformada por el PDSN (FA), HA y el RADIUS (AAA). Tiene funciones como la autenticación del usuario, tratamiento del protocolo punto a punto, adaptar el protocolo de entre la red de radio acceso y la red IP y brindar los servicios de internet.

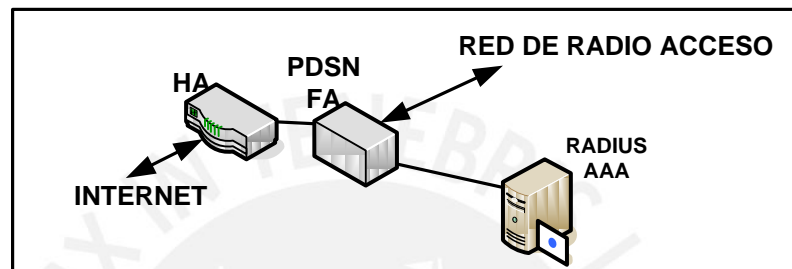


Figura 16. Red IP

1.4. CDMA2000 en 450 MHz

CDMA450 proviene de la tecnología CDMA, específicamente del estándar CDMA2000 trabajado por el Grupo de Proyectos 2 de Tercera Generación (3GPP2) establecido el 25 de enero de 1999. El mismo año el Grupo Temático 7 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) emitió un informe, recomendando tecnologías para el uso específico en zonas rurales o de preferente interés social, una de ellas fue la tecnología celular CDMA450.

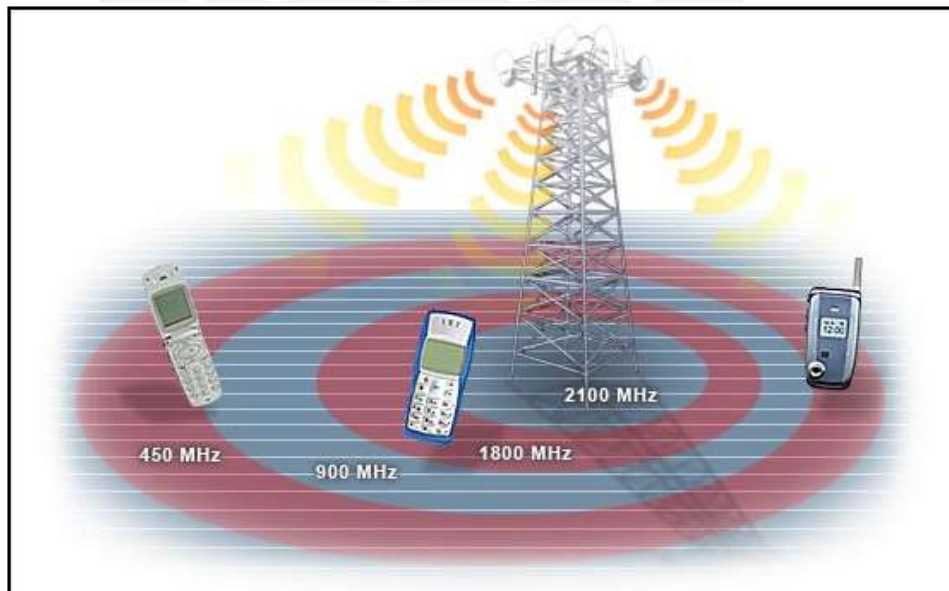
Una de las razones más importante para la elección de esta tecnología, es la característica de las ondas electromagnéticas de 450 MHz, las cuales

tienen una mayor propagación que en frecuencias altas, como 850 MHz o 1900 MHz, por lo tanto implementar en 450 MHz requiere menos celdas para cubrir grandes distancias (ejemplo en la Tabla 2 y Figura 17), en consecuencia el menor uso de equipos reducen los costos de implementación y mantenimiento de la red.

Frecuencia (MHz)	Radio de Celda (Km)	Area de Celda (Km) ²	Celdas para cobertura equivalente
450	48	7521	1
850	29	2712	2.8
1900	13.3	553	13.6

(CDMA Development Group-Advantages of CDMA450)

Tabla 2- Comparativo en Frecuencias



(CDMA Development Group-Advantages of CDMA450)

Figura 17- Comparación de cobertura Vs. Frecuencia

Se están generando economías de escala por la adopción de CDMA450 en diversas partes del mundo (Rusia, Europa del Este, Latinoamérica, África, etc.), lo cual ayuda mucho para nuestros sectores de baja economía, dado que los precios de los equipos bajan constantemente.

Características CDMA450:

- Todas las ventajas de los sistemas basados en CDMA2000
- Mayor cobertura por celda
- Bajos costos de implementación
- Mayor oferta de servicios avanzados:
 - ✓ Servicios de voz a nivel residencial
 - ✓ Internet
 - ✓ Transmisión de datos
 - ✓ Videoconferencia
 - ✓ Conectividad entre redes de acceso local
 - ✓ Fax, entre otros.

1.5. ZONAS RURALES

Es importante entender bien el concepto de **zonas rurales**, debido a que a partir de ello nace nuestro estudio y se desarrollará la ingeniería necesaria. Esta definición fue establecida a nivel global en la comisión de estudios 2 de la UIT (1995-1998), en la cual identifica a estas zonas como asentamientos dispersos, aldea o pequeñas ciudades, que pueden estar ubicadas a cientos de Kilómetros de una ciudad o centro urbano. Sin embargo en algunos casos una zona sub urbana también puede ser

considerada como rural o también llamadas Lugar de Preferente Interés Social (LPIS – Categoría asignada por el MTC).

1.5.1. CARACTERÍSTICAS DE ZONAS RURALES

Una zona rural tiene las siguientes características: escasas o ausencia de instalaciones y servicios públicos, por ejemplo, suministros fiables de electricidad y agua, carreteras de acceso y transporte regular; escasez de personal técnico; condiciones topográficas difíciles, por ejemplo, lagos, ríos, colinas, montañas y desiertos, que hacen muy onerosas la instalación de redes inalámbricas y casi imposible las cableadas; condiciones climáticas rigurosas que pueden afectar de forma crítica el equipo; bajo nivel de actividad económica, basado principalmente en agricultura la pesca, la artesanía, etc.; bajo ingreso por habitante; infraestructura sociales insuficientemente desarrolladas (salud, educación, etc.); baja densidad de la población; tasas de llamadas muy elevadas por línea telefónica, que reflejan la escasez del servicio telefónico.

Actualmente 7 de los 26 millones peruanos viven en zonas rurales, teniendo 26 %¹ analfabetismo, de igual modo se manejan estadísticas de 70 %¹ pobreza, sólo 27,1 %¹ tienen educación superior, la mayoría cuenta solo con un tamaño promedio de la chacra: menos de dos hectáreas, producción sujeta a riesgos climáticos y tienen una limitada productividad. Específicamente en el valle de Cañete casi el 90 %¹ de la población vive en zonas rurales y tiene una densidad de teléfonos por poblador de 0.42%¹.

[1] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Institución que recopila información y realiza estudios estadísticos en el territorio peruano.

1.5.2 Normativa en el Contexto Rurales.

Actualmente, el MTC con entidades como OSIPTEL (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones) y el FIDEL (Fondo de Inversiones de telecomunicaciones) tiene un contacto directo con problemática de las zonas rurales o lugares de preferente interés social.

El OSIPTEL se creó en enero de 1994 y en agosto del mismo año se dio la privatización de las telecomunicaciones, con lo cual se publicó el Reglamento de OSIPTEL; en donde se le concede en forma expresa potestades regulatorias, tales como las correctivas, sancionadoras, y de solución de controversias; se definió su estructura orgánica y su régimen económico y financiero, que le otorgó la autonomía de recursos necesarios.

El Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FIDEL), es en Perú el fondo destinado a la provisión del Acceso Universal a las telecomunicaciones. Fue creado mediante el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones (D.S. N° 013-93-TCC del 6 de Mayo de 1993) por OSIPTEL, como un mecanismo de equidad que financie la provisión de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y lugares considerados de preferente interés social.

El 4 de noviembre de 2006 se promulgó la Ley N° 28900 – Ley que otorga al Fondo de Inversión en Telecomunicaciones –FIDEL- la calidad de Persona Jurídica de Derecho Público, adscrita al Sector Transportes y Comunicaciones, y dispuso la transferencia del fondo administrado por OSIPTEL al FIDEL de

todos los activos, pasivos, obligaciones y derechos contractuales derivados de los contratos de financiamiento vigentes.

Un punto importante a regular para el contexto rural, es la interacción de redes portadoras, en el que se dio uno de los primeros pasos en 1998 con la aprobación del reglamento de interconexión, dado por el regulador. La interconexión es obligatoria y es uno de los requisitos prácticos para que un país se integre al globalizado mundo de las telecomunicaciones. Gracias a ella, un operador menor (Operador Rural) o que recién ingresa al mercado puede hacer uso de la red portadora local para brindar sus servicios finales. Es necesario establecer condiciones, tiempos y costos para el uso de las redes interconectadas. Actualmente está vigente la última versión oficial, del 18 de junio del 2006, del **TEXTO ÚNICO ORDENADO DE LAS NORMAS DE INTERCONEXIÓN**, el cual hace referencia a las zonas rurales en el capítulo III.

Otro punto regulatorio importante en este contexto es el espectro radioeléctrico el cual constituye un recurso natural conformado por el conjunto de ondas electromagnéticas cuyas frecuencias se fijan convencionalmente desde 9 kHz hasta 300 GHz y que forma parte del patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento, correspondiendo su gestión, administración y control al Ministerio de Transportes y Comunicaciones. El Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF) contiene los cuadros de atribución de frecuencias de los diferentes servicios de telecomunicaciones en la República del Perú, de tal forma que los diversos servicios operen en bandas de frecuencias definidas previamente para cada uno de ellos, con el fin de asegurar su operatividad, minimizar la probabilidad de interferencias

perjudiciales y permitir la coexistencia de servicios dentro de una misma banda de frecuencias, cuando sea el caso.

Por la naturaleza dinámica de la gestión de frecuencias, el PNAF debe actualizarse periódicamente como resultado de acuerdos tomados en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), acuerdos bilaterales y multilaterales celebrados con otras Administraciones, recomendaciones formuladas por organismos internacionales de los que el Perú es miembro como la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) y de aquellas modificaciones, adiciones o expedición de normas nacionales, aplicadas a los planes de distribución de radio canales de los servicios de radiocomunicación que actualmente están en operación, o bien de los nuevos servicios de radiocomunicación.

Uno de estos nuevos servicios es el de sistemas de acceso fijo inalámbrico, por lo cual se dio la asignación de frecuencia en la banda A (452.500-457.475 MHz/ 462.500-467.475 MHz). en el Plan Nacional de Frecuencias (Resolución 268, 29 de Mayo del 2005). Las bandas comprendidas entre 452,5 – 457,5 MHz y 462,5 – 467,5 MHz están atribuidas a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso fijo inalámbrico en todo el territorio de la república del Perú, con excepción de la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.

CAPITULO 2: Visita de Reconocimiento y estudio del valle

Antes de informar de la situación actual del Valle de Cañete, se comentarán algunos datos estadísticos relacionados a las Zonas Rurales del Perú, ello nos servirá como referencia para el estudio que se realiza en el valle. En el país el porcentaje de usuarios rurales con algún tipo de servicio de telefonía es menor al 3%^[1], es decir que aproximadamente sólo dos de cada cien pobladores tiene algún tipo de servicio telefónico, lo cual es un limitante para los planes de desarrollo del país. Debido a esto existen entidades y normas gestionadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para promover el desarrollo de las telecomunicaciones en las zonas rurales; de igual manera las empresas privadas desarrollan proyectos, utilizando distintos tipos de tecnologías (recomendadas por la UIT), con el objetivo de reducir los costos y brindar buen servicio.

Hasta el momento sigue creciendo el número de usuarios rurales y servicios de telecomunicaciones en el país, en promedio 4% anual (Información de FITEL), pero con mucha lentitud y con un servicio de poca calidad, debido a factores de complejidad como los económicos, topográficos y demográficos. Siendo más específicos, todos los factores anteriormente mencionados fijan el costo de instalación, mantenimiento y servicios; que normalmente excede el nivel económico del poblador, lo que ameritan hacer diversos estudios (tecnológicos, legales y económicos), para poder superar una de las restricciones más importantes, la rentabilidad de la inversión.

A pesar de la dificultades antes mencionadas, actualmente en el Perú existen inversiones con diversas Tecnologías que han aportado para reducir la brecha de telecomunicaciones, entre las más importantes se encuentran la tecnologías VSAT (Terminales Satelitales de Pequeña Apertura), GSM (Tecnología CELULAR) y tal como en el presente estudio, CDMA450.

2.1. Visita al Valle Cañete.

La relación con el Valle de Cañete se da a inicios del 2007, en un viaje turístico, en esa oportunidad el objetivo principal fue conocer Lunahuaná y practicar canotaje de río, deporte de aventura más practicado en el lugar. Se hace mención a este deporte debido a que gracias a él se tuvo que ir río arriba y se pudo conocer algunas localidades, las cuales tenían ausencia de los servicios de telecomunicaciones. Sólo se podía contar con teléfonos públicos con tarjeta

(uno por localidad), la señal celular era nula y no se pudo encontrar servicio de Internet.

En ese entonces se comentó que era poco entendible que no se brinden los mismos servicios de telecomunicaciones que en Lunahuaná, estando tan cerca y contando con dichos servicios desde hace mucho tiempo. Después de un año se volvió a visitar el Valle de Cañete, pero ya para la segunda visita se había realizado estudios de la zona y una posible solución al problema de falta de servicios de telecomunicaciones en el valle.

En este segundo viaje ya se tenía objetivos claros, relacionados al posible diseño de una red rural de telecomunicaciones. Para alcanzar los objetivos del viaje, se tenía que contar con equipo que facilite la obtención de información y verificación de datos adquiridos fuera de la zona. Para la verificación y adquisición de datos se contó con un GPS de 12 Canales (marca Garmin, modelo Etrex) y una cámara digital de 7.2 megapixels (marca Panasonic, modelo Lumix); para el acceso a la zona se debe contar con equipos de protección personal (EPP), que incluye:

- ✓ Cascos certificados (se uso marca 3M)
- ✓ Botas con punta de acero
- ✓ Chaleco de trabajo, especificados para trabajos en campo abierto.

Lo primero que se observó a la entrada de Lunahuaná, llegando desde San Vicente de Cañete, fue el cerro Pascual; el cual llamó la atención por la gran torre auto-soportada montada sobre él. Fácilmente se pudo deducir que era la torre que brindaba servicio de telefonía móvil en la zona; luego dicha

apreciación se corroboró con personal de la empresa Telefónica que trabaja en Lunahuaná.

Al tener una referencia de cobertura en ese punto, se procedió a realizar una inspección visual desde el punto hacia las localidades en las que se desea brindar servicios. Al constatar que contaba con excelente visibilidad, se continuó con la adquisición de datos mediante el GPS, con una precisión de 10m.

A continuación se muestra una figura 18 tomada a unos 30 metros de la falda del cerro Pascual, en ella se aprecia el lugar de la posible ubicación de la primera estación base transceptora (BTS 1).



(Foto propia, tomada en Lunahuaná)

Figura 18 - Cerro Pascual, sitio de BTS 1

Luego se debía encontrar la posible ubicación de la Central de Conmutación, la cual debía estar situada en un lugar seguro de la ciudad y accesible a un punto de conexión con la PSTN. Se tenía información de una central rural de Telefónica en Lunahuaná, pero no se había confirmado; para ello se visitó la ciudad, encontrando una Central Rural ubicada en el cruce de la avenida Los Andes y el pasaje San Juan, la cual se aprecia en la figura 19. Por lo tanto quedaba claro que la central de conmutación debía ubicarse en la ciudad de Lunahuaná, por estar cerca a un punto de interconexión (Central Rural de Telefónica) y para asegurar una mayor protección de los equipos.

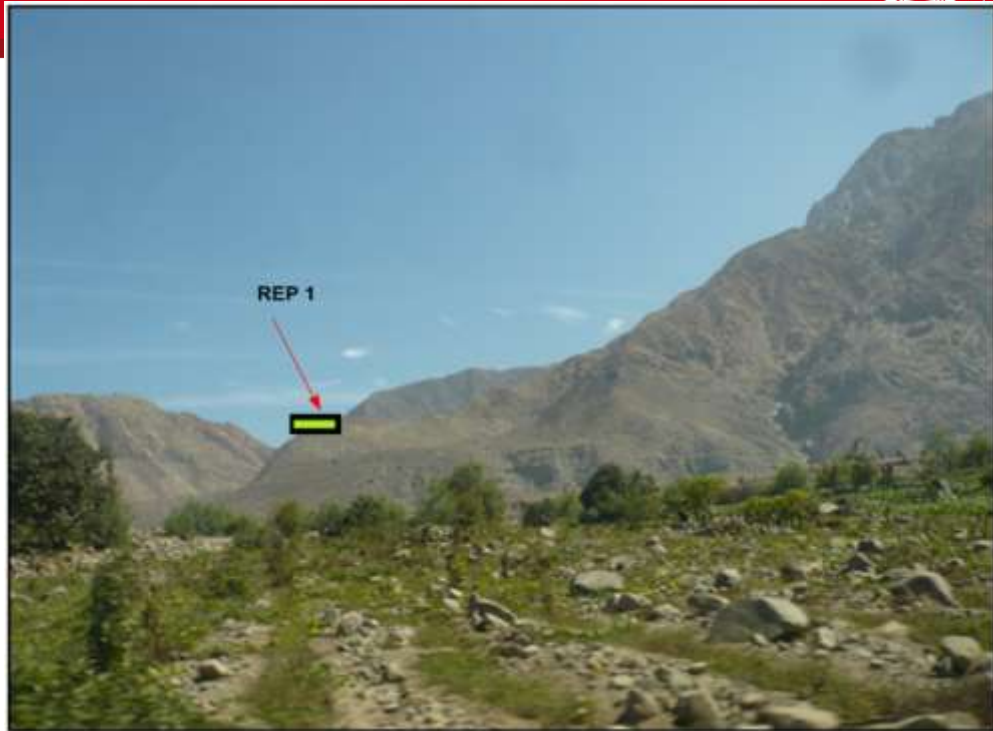


(Foto propia, tomada en Lunahuaná)

Figura 19 - Ciudad de Lunahuaná, URA de Telefónica

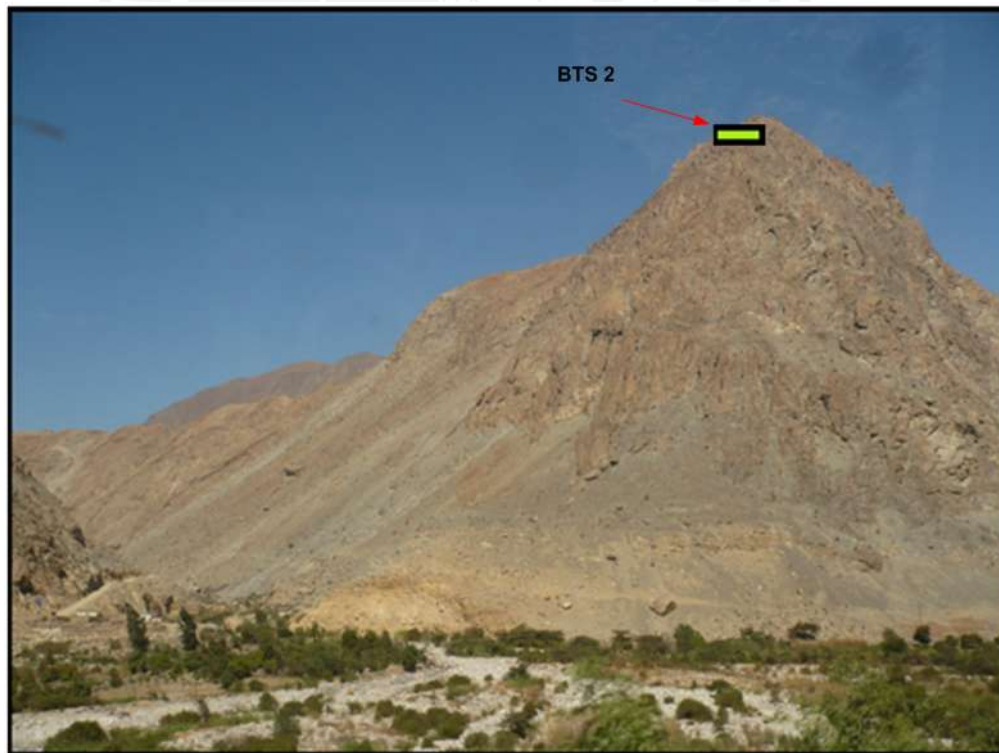
Por último quedaba ir en busca de los dos posibles puntos faltantes de la red rural que se verá planteada en el Capítulo 3; para ello se ubicó, con ayuda de los mapas cartográficos que cubren el valle de cañete (Mapas del Instituto Nacional Geográfico - ING 26K y 26L) los puntos más altos en el valle y que además tengan línea de vista necesaria para cubrir las localidades objetivo, dichas localidades serán detalladas en este Capítulo más adelante.

Con ayuda de un GPS se llegó a los puntos marcados en el mapa, se verificó su accesibilidad y se hizo una contratación visual de la línea de vista necesaria. Quedando como los puntos más adecuados el cerro Cayita, localidad de Zuñiga, para el Repetidor (REP 1); y el cerro Quinsajero, localidad de San Jerónimo, para la segunda Estación Base Transceptora (BTS 2). A continuación se ve en la figura 20 el cerro Cayita en una foto tomada desde la falda del cerro Quinsajero y en la figura 21 el cerro Quinsajero en una foto tomada desde la carretera que pasa por la localidad de San Jerónimo.



(Foto propia, tomada en San Jerónimo)

Figura 20- Cerro Cayita



(Foto propia, tomada en San Jerónimo)

Figura 21 - Cerro Quimsajero, sitio de BTS 2

Una vez encontrado los posibles puntos se procedió a una verificación visual de la línea de vista de cada pueblo hacia las estaciones base transceptoras (BTS), en la mayoría de ellos no hubo problema a pesar de la dificultad de su topográfica. Para corroborarlo se fue a un lugar intermedio, ciudad de Catahuasi, provincia de Yauyos, en dirección a Tupe (Localidad objetivo más alejada), provincia de Yauyos; allí corroboramos la línea de vista a casi 10 Km de la BTS 2, en la siguiente figura se puede ver como se abre paso el valle entre los cerros hasta llegar hasta el posible punto de la BTS 2.



(Foto propia, tomada en Catahuasi)

Figura 22- Desde Catahuasi, a más de 10Km de BTS 2

Paralelamente al constatar la accesibilidad a los posibles puntos de instalación y corroborar visualmente la línea de vista hacia nuestros poblados objetivos, se pudo conversar con las personas de la comunidad, con la idea de realizar un sondeo de la calidad de los servicios de telecomunicación que perciben los usuarios.

De igual manera se contactó con entidades representativas de cada localidad, como es el caso del Presidente de la Comunidad de Chocos, el cual nos comentó el gran interés de sus pobladores, por tener servicio de telecomunicaciones como celular, telefonía fija de abonado e internet.

2.2. Aspectos Demográficos.

La Geografía en todo el valle es muy bella, pero a la vez muy dura, es decir, tiene elevados cerros que ganan altura rápidamente que impiden la visibilidad entre los poblados. Característica que impacta directamente como una dificultad en el diseño de redes de telecomunicaciones.

En el siguiente mapa se puede apreciar la distribución de los distritos a los cuales se desea brindar los servicios de telecomunicaciones (Localidades subrayadas).

Como se puede ver en el siguiente mapa mostrado, por tres de las distritos objetivo circunda el río Cañete, por las demás localidades objetivo circundan ríos con el nombre de la misma localidad.

Con respecto a la población, los distritos objetivos han tenido un crecimiento de aproximadamente cien habitantes, con excepción de Catahuasi y Huangascar que muestra una pequeña disminución del año 1993 al 2007 (años en los que se realizó censos nacionales). A continuación se muestra una pequeña reseña de cada lugar y una tabla con características generales de UBIGEO por distrito, proporcionadas por el INEI.

Lunahuaná

Es una de los distritos turísticos más importantes de la provincia de Cañete, tiene una población total de 4 567 habitantes y cuenta con una superficie de 500.33 Km².

Datos de Lunahuaná	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	CAÑETE
DISTRITO	LUNAHUANÁ
Capital:	LUNAHUANÁ
Fecha de Creación	28/07/1821
Altitud:	484 msnm
Latitud:	12°57'35"
Longitud:	76°08'21"
Superficie:	500.33 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 3. Datos de Lunahuaná

Pacarán

El distrito de Pacarán pertenece a la provincia de Cañete, departamento de Lima. Se fundó en 1558 y se creó políticamente en 1821. Limita al norte con el distrito de Zúñiga, al sur con Lunahuaná, al este con la provincia de Yauyos y al oeste con Nuevo imperial y Luanahuaná. Tiene una superficie de 258.32 km², su población asciende a 1 687 habitantes.

Datos de Pacarán	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	CAÑETE
DISTRITO	PACARÁN
Capital:	PACARÁN
Fecha de Creación	28/07/1821
Altitud:	700 msnm
Latitud:	12°51'51"
Longitud:	76°03'10"
Superficie:	258.72 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 4. Datos de Pacarán

Zúñiga

Siguiendo el valle de cañete en camino ascendente, se encuentra el distrito de Zúñiga, la cual tiene una población de 1 582 habitantes. Tiene una superficie de 198.01 km².

Datos de Zuñiga	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	CAÑETE
DISTRITO	ZUÑIGA
Capital:	ZUÑIGA
Fecha de Creación	13/12/1942
Altitud:	802 msnm
Latitud:	12°51'25"
Longitud:	76°02'12"
Superficie:	198.01 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 5. Datos de Zuñiga

Catahuasi

Catahuasi está localizado entre el cerro infernillo y el río Cañete, pertenece a la provincia de Yauyos, a una hora y media de Lunahuaná; tiene un población aproximada de 1090 habitantes y cuenta con una superficie de 123.86 km².

Datos de Catahuasi	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	YAUYOS
DISTRITO	CATAHUASI
Capital:	CATAHUASI
Fecha de Creación	06/06/1986
Altitud:	1179 msnm
Latitud:	12°47'45"
Longitud:	75°53'22"
Superficie:	123.86 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 6. Datos de Catahuasi

Chocos

Chocos es otro distrito de la provincia de Yauyos. Tiene una población de 1074 habitantes. Tiene una superficie de 213.37 km².

Datos de Chocos	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	YAUYOS
DISTRITO	CHOCOS
Capital:	CHOCOS
Fecha de Creación	04/07/1954
Altitud:	2749 msnm
Latitud:	12°54'33"
Longitud:	75°51'39"
Superficie:	213.37 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 7. Datos de Chocos

Huangascar

El distrito Huangascar se encuentra a 2537 m sobre el nivel del mar, situado en la parte sur de la provincia de Yauyos, limita por al norte con el pueblo de Apurí anexo del distrito de Vínfac; por el sur con el distrito de Azángaro; por el oeste con el distrito de Chocos y por el este con el distrito de Madeán. Tiene una población de 668 habitantes.

Datos de Huangascar	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	YAUYOS
DISTRITO	HUANGASCAR
Capital:	HUANGASCAR
Fecha de Creación	28/07/1821
Altitud:	2537 msnm
Latitud:	12°53'43"
Longitud:	75°49'48"
Superficie:	50.46 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 8. Datos de Huangascar

Madean

Madean es una localidad agrícola y ganadera, cuenta con una población total de 822 habitantes y tiene una superficie de 220.72 Km².

Datos de Madean	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	YAUYOS
DISTRITO	MADEAN
Capital:	MADEAN
Fecha de Creación	26/03/1965
Altitud:	3275 msnm
Latitud:	12°56'42"
Longitud:	75°46'39"
Superficie:	220.72 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 9. Datos de Madean

Viñac

Viñac pertenece a la provincia de Yauyos, está situado a 3,190 metros sobre el nivel del mar, tiene una población aproximada de 1791 habitantes.

Datos de Viñac	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	YAUYOS
DISTRITO	VIÑAC
Capital:	VIÑAC
Fecha de Creación	28/07/1821
Altitud:	3315 msnm
Latitud:	12°55'39"
Longitud:	75°46'42"
Superficie:	165.23 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 10. Datos de Viñac

Tupe

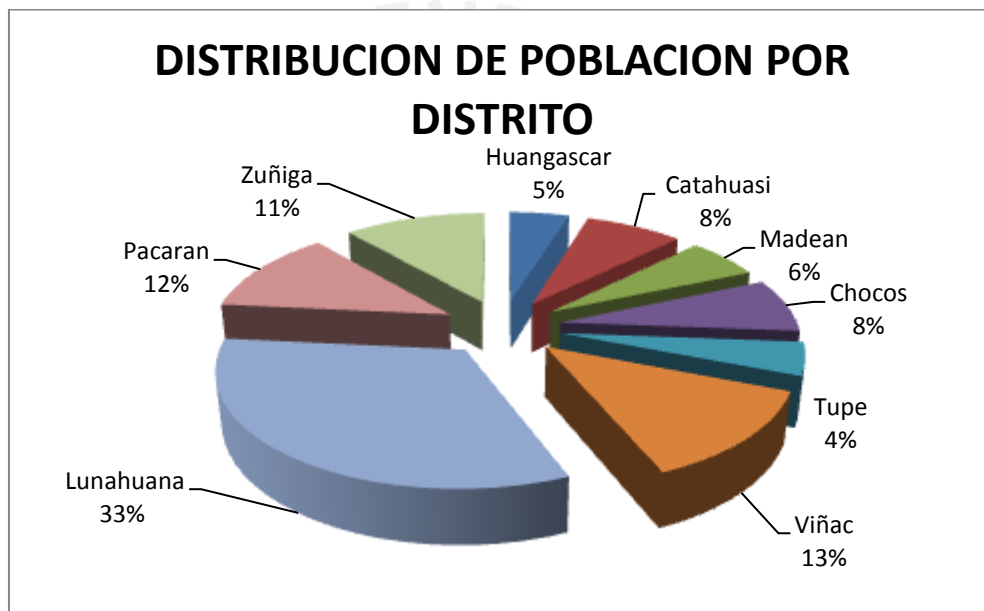
Ubicado en la provincia de Yauyos, San Bartolomé de Tupe se esconde en medio de empinadas y rocosas montañas. Lo que caracteriza a los tupinos es su lenguaje: el Jaqaru, cuyos orígenes se remontan a los primeros siglos de nuestra era y ha perdurado en este lugar, igualmente como perduran sus costumbres que se pueden apreciar en su vestimenta. Tiene una población de 665 habitantes.

Datos de Tupe	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	YAUYOS
DISTRITO	TUPE
Capital:	TUPE
Fecha de Creación	15/07/1936
Altitud:	2836 msnm
Latitud:	12°44'12"
Longitud:	75°48'27"
Superficie:	321.15 Km ²

(INEI – Ubigeo, abril 2008)

Tabla 11. Datos de Tupe

De acuerdo a la información antes mostrada se tiene un total de 13 936 habitantes en toda la zona a cubrir, estando ubicada la mayor cantidad de la población en Lunahuaná, ello debido a que es una ciudad que cuenta con todos los servicios básicos, incluyendo los servicios de telecomunicaciones, que la hacen un lugar atractivo para migrar y vivir. A continuación se puede ver en el gráfico la distribución porcentual de la población por distrito, en la zona que cubrirá la red.



(INEI, ENAHO 2007)

Figura 24- Distribución de la población en cada distrito

La población conforma hogares de 3 personas en promedio, según información del INEI del censo 2007; dichos hogares no son únicos por vivienda, pueden vivir hasta tres por hogar, a continuación se muestra la cantidad de viviendas y hogares por distrito.

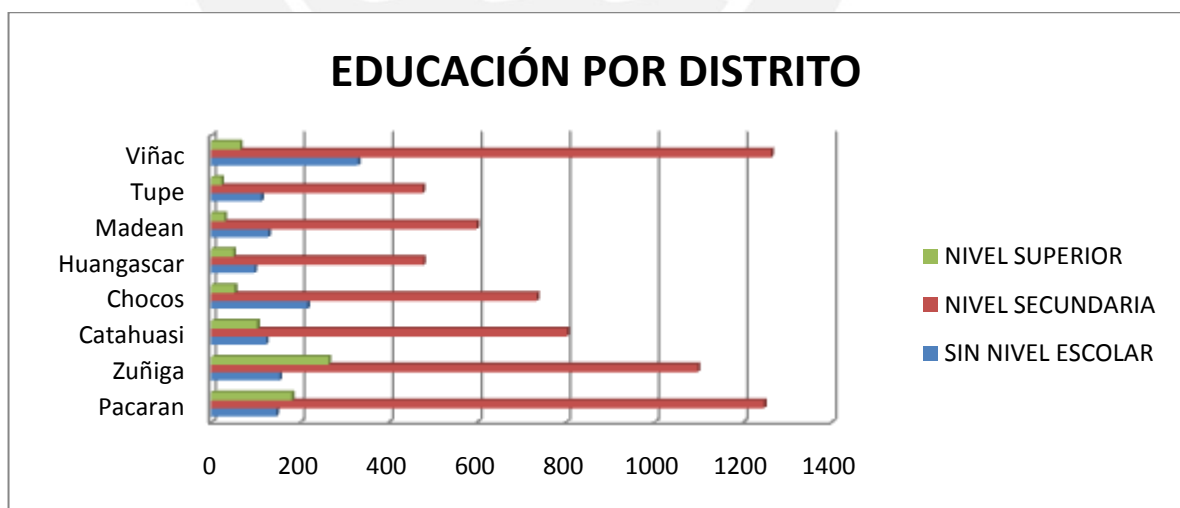
Viviendas y Hogares por distrito

Distrito	Viviendas	Hogares
Lunahuaná	1,312	1,377
Pacarán	440	455
Zuñiga	305	320
Catahuasi	295	309
Chocos	316	317
Huangascar	207	213
Madean	278	278
Tupe	202	202
Viñac	502	508

(INEI, ENAHO 2007)

Tabla 12 - Viviendas y Hogares por distrito

Otro dato importante de la población es el nivel de educación con el que cuenta cada lugar objetivo, dado que ello permite establecer un plan de aceptación de la población a nuevas tecnologías. La figura 25 muestra claramente que la educación a nivel superior en promedio no supera el 8 % en las zonas objetivo, contando básicamente con una educación secundaria, que en promedio es el 76% del total de los pobladores.



(INEI, ENAHO 2007)

Figura 25 - Niveles de Educación alcanzado por Distrito

2.3. Aspectos Económicos.

Antes de describir aspectos económicos de la zona, se debe tener conocimiento de la población económicamente activa (PEA) en las zonas objetivas, ya que es en base a ella que se mueve la economía de la población, para ello se muestra en la siguiente tabla con información estadística del INEI.

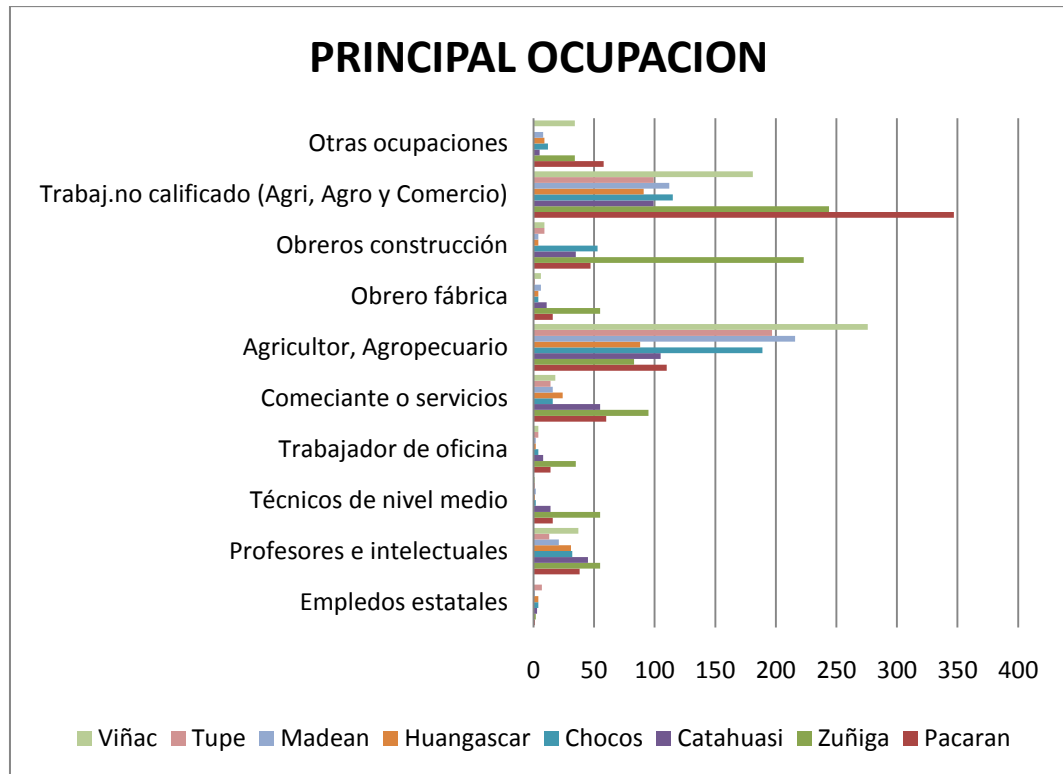
Población Económicamente Activa por distrito

Distrito	PEA Ocupada	Total de población
Huangascar	258	668
Catahuasi	380	1090
Madean	388	822
Chocos	431	1074
Tupe	345	655
Viñac	566	1791
Lunahuaná	2,106	4567
Pacarán	707	1687
Zuñiga	881	1582

(INEI, ENAHO 2007)

Tabla 13- PEA por distrito

La economía como en la mayoría de las zonas a ese nivel geográfico está básicamente sostenida por la agricultura, ganadería y el comercio de productos primarios, tal como se pudo apreciar en la visita a las localidades. Lo comentado anteriormente se puede corroborar con datos obtenidos del INEI (Censo 2007), estos datos son evidenciados en la figura 26, la cual muestra una agrupación de la principal ocupación del poblador.



(INEI, ENAHO 2007)

Figura 26- Principal ocupación del poblador por distrito

En estos momentos se está construyendo una mini central hidroeléctrica en el valle de cañete en la comunidad Platanal entre Zúñiga y Catahuasi, lo cual ha incrementado el trabajo y mejorado la situación económica de los pobladores del valle. Ello se puede observar en la gráfica anterior, en el grupo de Obrero de construcción, que presenta un número alto en los distritos de Zúñiga, Catahuasi, Pacarán y Chocos; los que precisamente rodean la central hidroeléctrica.

Otra manera de corroborar el sostenimiento económico de la zona es con información de los trabajos existentes en la zona, para ello se muestra la **figura 27**, proporcionada por el INEI (censo 2007), donde se confirma que la principal actividad es la agricultura y ganadería.

sólo cuentan con telefonía fija, se enfocará en la descripción de los medios de telecomunicaciones en estas localidades.

En la visita realizada a las zonas objetivo, se observó que sólo contaban con teléfonos públicos internos (TPI's), es decir teléfonos públicos ubicados al interior de algún comercio o casa, lo cual limitaba el servicio a un horario de atención.

La mayoría de los teléfonos son parte de proyectos apoyados por FITEL (FITEL 2, FITEL 3 y FITEL4). A continuación se muestra una tabla proporcionada por FITEL.

Teléfonos Público en la Zona

PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	PROYECTO	TELEFONO 1	TELEFONO 2	TELEFONO 3
CAÑETE	PACARÁN	PACARÁN	FITEL 4	1-8100122		
CAÑETE	ZUÑIGA	ZUÑIGA	FITEL 3	1-8100203	1-8100352	1-8100386
YAUYOS	CATAHUASI	CATAHUASI	FITEL 3	1-8100294	1-8100369	
YAUYOS	CATAHUASI	CANCHAN	FITEL 3	1-8100293		
YAUYOS	CHOCOS	CHOCOS	FITEL 3	1-8100295	1-8100370	
YAUYOS	HUANGASCAR	HUANGASCAR	FITEL 3	1-8100303	1-8100376	
YAUYOS	TUPE	TUPE	FITEL 3	1-8100317		
YAUYOS	VIÑAC	SAN JERONIMO	FITEL 2	1-8100488		
YAUYOS	VIÑAC	VIÑAC	FITEL 3	1-8100319	1-8100384	
YAUYOS	VIÑAC	LA FLORIDA	FITEL 3	1-8100318		

FITEL-Cobertura telefónica

Tabla 14 - Teléfonos Público en la Zona

Para ubicar los puntos que cuentan con servicio de telefonía pública en la zona, se muestra la siguiente gráfica, en la cual los puntos representan estaciones VSAT.



(GILAT, Desarrollo Gilat)

Figura 28 – Puntos de Servicio Telefónico Público

En las localidades más grandes se pudo corroborar otros medios de comunicación como: servicio de radiodifusión, servicio de cable satelital. Como era de esperarse, los medios de comunicación ideales para las características de estas zonas son inalámbricos, por ello el servicio de telefonía pública, es brindado con sistema Satelital VSAT.

2.2. Mercado Potencial para servicios de Telecomunicaciones

La necesidad de los pobladores rurales por contar con servicios, que le permitan acceder a información, comunicación y movilidad de la misma, es siempre atractiva para ellos; ya sea por interés comercial, familiar o por la parte

educativa. Si bien el estudio de demanda se realiza para los distritos objetivos, es necesario tener un panorama de crecimiento de la red; por ello fue elegido este valle, dado que a pesar de presentar un buen potencial comercial, tiene el número más bajo en densidad de telefonía fija en el departamento de Lima, como lo muestra la siguiente tabla (Información obtenida del Ministerio Transportes y Comunicaciones en la información anual 2007).

Densidad Telefónica de las provincia de Lima

Departamento	Provincias	Número de líneas de Telefonía fija en la modalidad de abonados	Densidad Telefónica	Teléfonos públicos instalados	Densidad en Telefonía Pública
LIMA	BARRANCA	10 254	7,05	709	4,88
	CAJATAMBO	174	1,73	22	2,19
	CANTA	332	2,34	83	5,85
	CAÑETE	9 943	4,91	775	3,82
	HUARAL	8 766	5,13	1 321	7,74
	HUAROCHIRI	1 813	2,78	89	1,36
	HUAURA	15 414	7,54	948	4,64
	LIMA	1 341 892	18,23	82 306	11,18
	OYON	563	3,11	114	6,29
	YAUYOS	66	0,25	94	3,57
	CALLAO	135 967	15,73	2 366	2,74
	Total LIMA	1 525 184	16,69	88 827	9,72

MTC Información Anual 2007

Tabla 15 - Densidad Telefónica de las provincia de Lima

Seguidamente se evaluará por separado la demanda de los tres servicios de telecomunicaciones que se pretende brindar en las zonas objetivo.

2.5.1. Telefonía Fija.

Para calcular la demanda de telefonía fija debemos tomar en cuenta que, exceptuando Lunahuaná y Pacará, ninguno de los distritos objetivos cuentan con servicio de telefonía de abonado, por lo tanto nuestro mercado potencial es la totalidad de la población.

De acuerdo a un estudio en base a encuestas, realizado por FITEL ¹ para zonas rurales, la demanda para teléfonos particulares es del 62%; de donde el 48% está dispuesto a pagar hasta 10 soles, el 26% pagaría hasta 20 soles y el 15% pagaría lo que cueste. Otro dato importante de mayor enfoque que el estudio

anteriormente comentado, es el Gasto promedio por familia en Comunicaciones en la sierra sur de Lima, el cual es de S/. 30 (SOLES).

Basados en los datos estadísticos obtenidos de FITEL y considerando al total de la población se estimará la demanda, para ello se debe aclarar que la estimación de demanda telefónica de abonado se trabaja con el número de hogares, ello para zonas urbanas; para el caso de zonas rurales el vínculo económico es más fuerte por vivienda, por ello se trabajará con el número de viviendas en los distritos objetivos. A continuación se muestra un cuadro con los cálculos que dan como resultado el número estimado de usuarios de telefonía de abonado en la red.

Demanda de Telefonía Fija de abonado

Distrito	Población	Hogares	Viviendas	% de Demanda	Cantidad de Teléfono de Abonado
Lunahuaná	4567	1,377	1,312	0%	0
Pacarán	1687	455	440	0%	0
Zúñiga	1582	320	305	62%	189
Catahuasi	1090	309	295	62%	183
Chocos	1074	317	316	62%	196
Huangascar	668	213	207	62%	128
Madean	822	278	278	62%	172
Tupe	655	202	202	62%	125
Viñac	1791	508	502	62%	311
Total	13,936	3,979	3,857		1,305

Tabla 16- Demanda de Telefonía Fija de abonado

El número estimado de usuarios de telefonía fija de abonado que se tendrá en la red será de 1 305, este dato nos ayudará con el dimensionamiento de la red en el Capítulo 3.

Para telefonía pública se estimó tener una cobertura del 30 % del número de teléfonos respecto al número de localidades por distrito, en la actualidad Catahuasi tiene 20% de cobertura y cuenta con un buen consumo de tráfico mensual; se proyecta alcanzar la cobertura estimada distribuyendo los Teléfonos públicos estratégicamente en lugares de acopio comercial y/o lugares

de paso obligatorio en cada distrito. En el siguiente cuadro se muestra el número de teléfonos públicos que se proyecta instalar por Distrito.

Demanda de Telefonía Pública

Distrito	N° de localidades	N° de TUP's actuales	Cobertura actual por localidad	N° de TUP's Adicionales	Cobertura proyectada por localidad
CATAHUASI	15	3	20%	2	33%
CHOCOS	28	2	7%	7	32%
HUANGASCAR	39	2	5%	10	31%
MADEAN	76	4	5%	17	28%
TUPE	13	1	8%	3	31%
VIÑAC	59	4	7%	13	29%
Total	230	16	7%	52	30%

Tabla 17- Demanda de Telefonía Pública

2.5.2. Telefonía Móvil

La demanda de telefonía móvil se hallará considerando el total de la población económicamente activa de los poblados objetivos, considerando una estimación distinta para Lunahuaná y Pacarán, los cuales ya cuentan con servicio de telefonía móvil.

Para los distritos que ya cuentan con servicio de telefonía móvil, se considerará un 10 % de la penetración total, considerando los indicadores que muestra Osiptel, para las empresas de servicios móviles en los primeros años de introducción al mercado; para los distritos que no cuentan con servicio móvil se estimó el 30% de la PEA¹, de acuerdo a la ocupación laboral que tienen los pobladores, según la información del INEI. En el siguiente cuadro se muestra los cálculos, que dan como resultado el número estimado de usuarios del servicio móvil.

[1] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Institución que recopila información y realiza estudios estadísticos en el territorio peruano.

Provincia	Total de población	PEA Ocupada	Penetración por ocupación laboral	Penetración en competencia	Cantidad de teléfonos móviles
Lunahuaná	4567	2,106	30%	10%	63.18
Pacarán	1687	707	30%	10%	21.21
Huangascar	668	258	30%	100%	77.4
Catahuasi	1090	380	30%	100%	114
Madean	822	388	30%	100%	116.4
Chocos	1074	431	30%	100%	129.3
Tupe	655	345	30%	100%	103.5
Viñac	1791	566	30%	100%	169.8
Zuñiga	1582	881	30%	10%	26.43
Total	13936	6062			821.22

Tabla 18- Demanda de Telefonía Móvil

En total se estima que la red tendrá en los primeros años un total de 821.22 usuarios del servicio de telefonía móvil.

2.5.2. Internet

Para estimar la cantidad de usuarios del servicio de internet se considerará la cantidad de viviendas con alumbrado público, una penetración acorde a la ocupación laboral de la población económicamente activa y en el caso de distritos con competencia se divide el mercado en las cuatro empresas que brindan el servicio de internet.

Distrito	Numero Viviendas	Cuentan con Alumbrado	Penetración por Ocupación Laboral	Penetración en Competencia	Números de Usuarios de Internet
Lunahuaná	1312	1065	25%	25%	67
Pacarán	440	332	18%	25%	15
Zuñiga	305	203	27%	25%	14
Catahuasi	295	250	33%	100%	82
Chocos	316	179	13%	100%	24
Huangascar	207	108	24%	100%	26
Madean	278	176	11%	100%	19
Tupe	202	104	11%	100%	12
Viñac	502	332	11%	100%	35
TOTAL	3857	2749			294

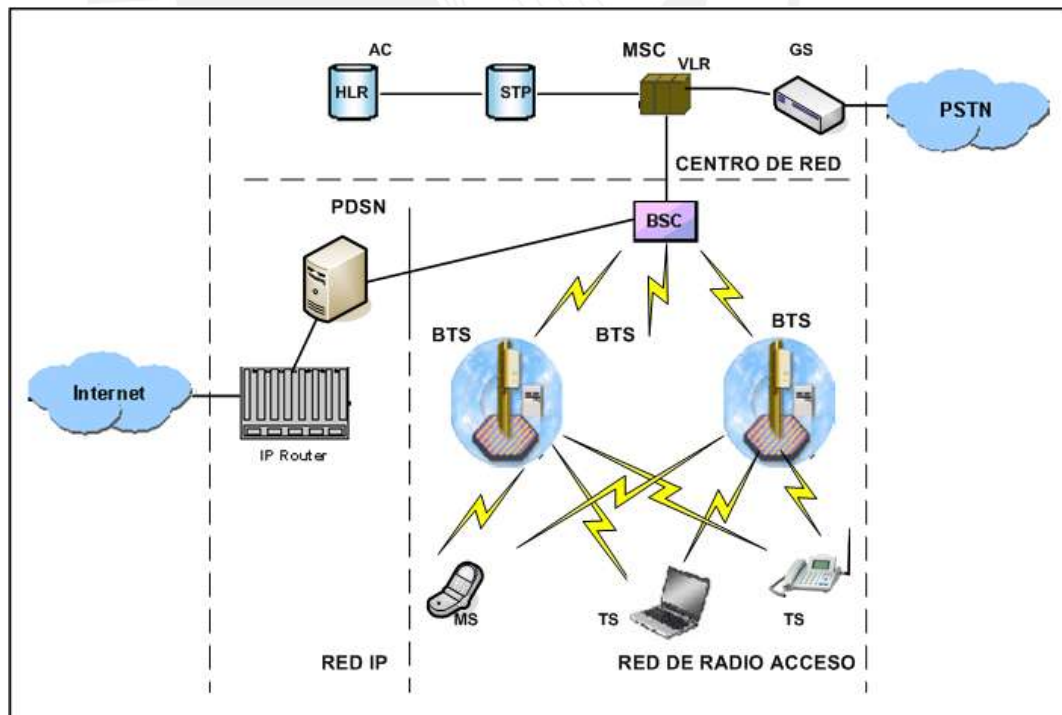
Tabla 18- Demanda de servicio de Internet

CAPITULO 3: Diseño de Red

3.1 Estructura de la red

3.1.1 Topología de la red

Para mayor claridad de la topología que se usará en el diseño del presente proyecto, se muestra el siguiente esquema con los principales elementos que la conformarán y la conexión entre ellos. Asimismo se verá cuales son los elementos de interconexión de la red hacia las redes Públicas (PSTN e Internet).



((CDG - CDMA2000 Network Diagram) Adaptado

Figura 29. Planteamiento de la Topología de la Red

A continuación se muestra una tabla con el significado de las abreviaturas que nombran cada bloque en el esquema mostrado en la figura 29.

ACRÓNIMO	NOMBRE
HLR	Home location Register
AC	Authentication Center
MSC	Mobile Switchin Center
VLR	Visitor Location Register
GS	Gateway Switch
PDSN	Packet Data Service Node
BSC	Base Station Controler
BTS	Base Tranceiver Station
PSTN	Red Publica
MS	Mobile Station
TS	Terminal Station

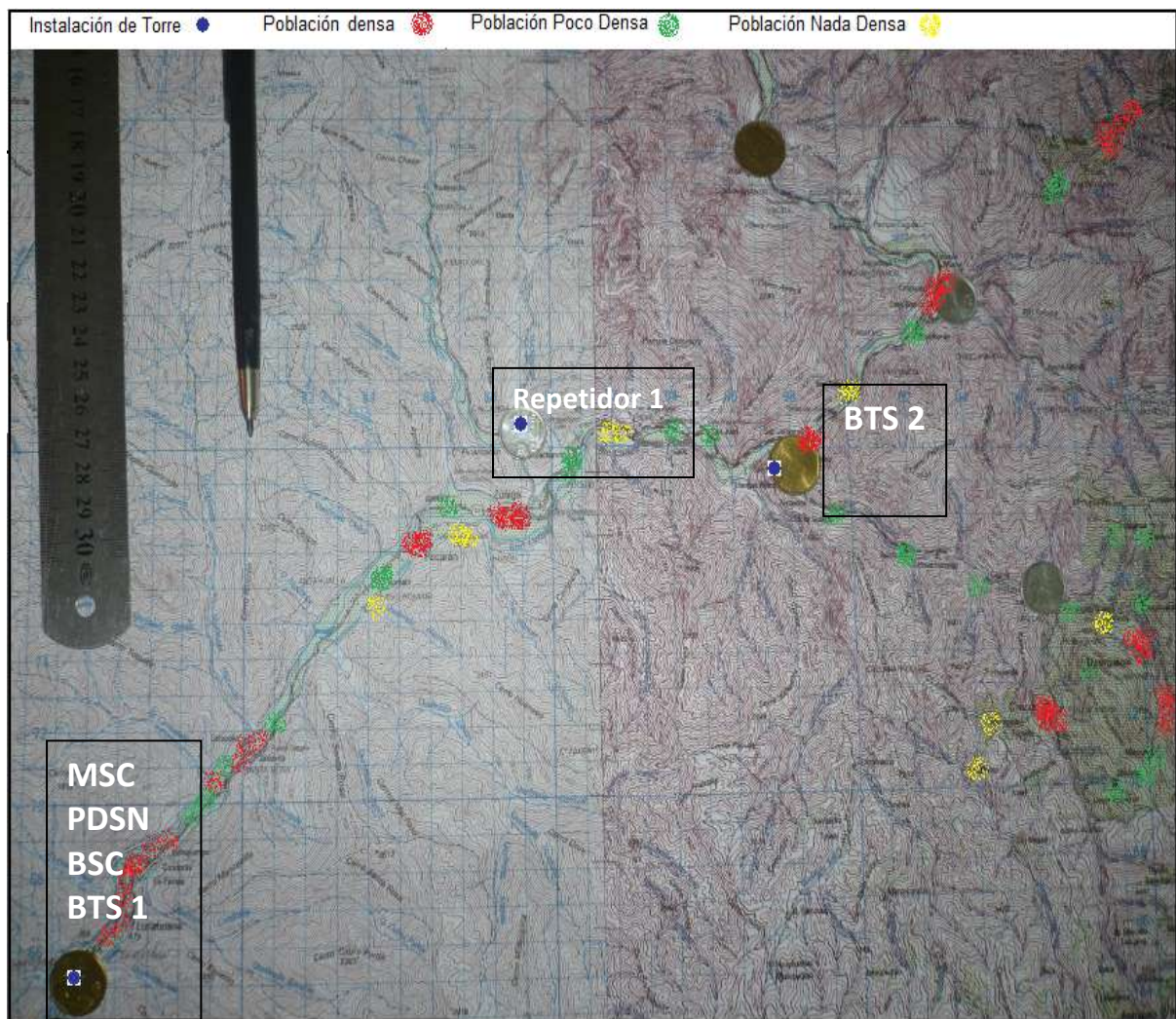
Tabla 20 - Leyenda de Topología de Red – Fuente KDDI

Como se puede ver en la Figura 29, la red está conformada por una Central de Conmutación ó Centro de Red, Red de Radio Acceso y la Red IP. Seguidamente se podrá apreciar las tres partes de la red, antes mencionadas, en un plano cartográfico.

3.2 Topología Plasmada en el Valle de Cañete

Para el planteamiento de la red se toma en cuenta el estudio del Valle, realizado en el Capítulo 2, en el cual se utilizó los datos adquiridos en la visita a cada distrito y datos proporcionados por el mapa cartográfico del Instituto Geográfico Nacional (ING).

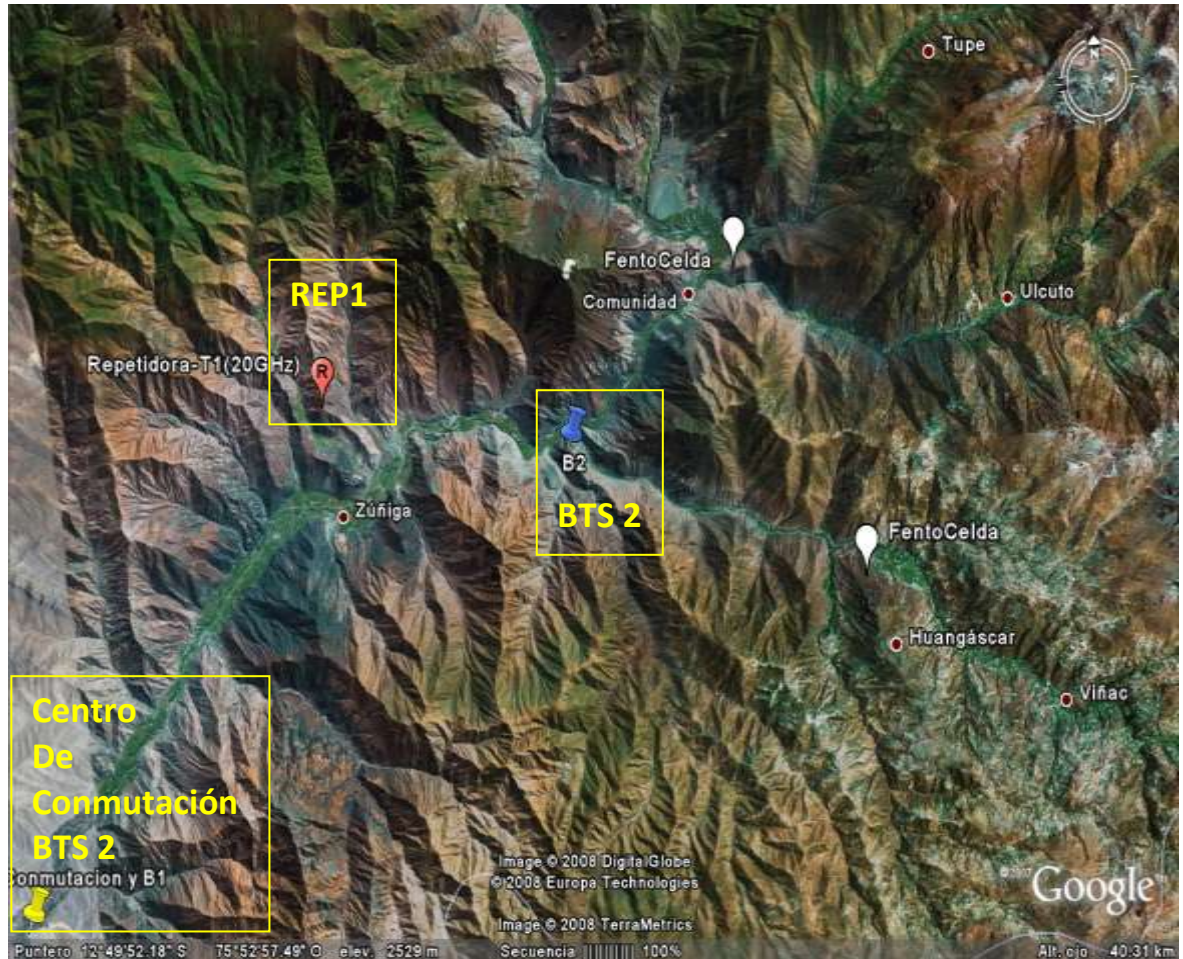
En la Figura 30 se muestra el mapa cartográfico de la zona, donde se observa la densidad poblacional (información adquirida del INEI y corroborada con una encuesta a la población) y el punto geográfico donde se proyecta instalar los componentes que conforman la red.



(ING-Mapa cartográfico 26-K y 26-L)

Figura 30 - Mapa cartográfico Utilizado 26-K y 26-L

En la siguiente figura se puede apreciar la topografía del terreno, visualizando a su vez la ubicación de los elementos que conforman la red. La figura fue obtenida utilizando el Google Earth (Programa libre de internet, usado como visor Satelital del planeta tierra).



(GOOGLE EARTH, vista satelital del Valle Cañete 2008)

Figura 31 - Esquema de la red plasmado en Valle de Cañete

Para ubicar las BTS se tomó en cuenta donde está ubicada la mayor concentración de la población en el Valle de Cañete, estos datos fueron

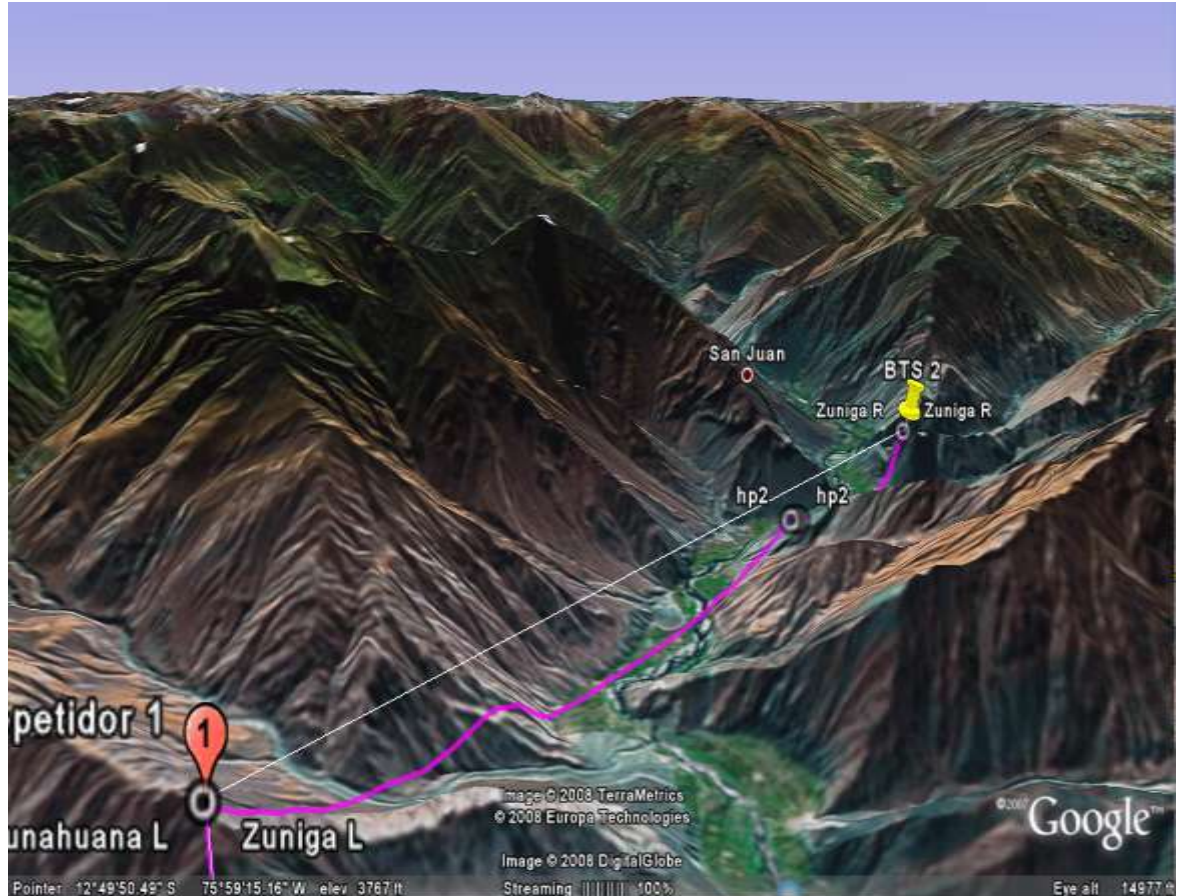
obtenidos del ING y corroborados por FITEL (En el figura 30 se mostró la concentración de la población).

Luego de tener una ubicación tentativa de los elementos de red en el valle, se debe verificar la existencia de línea de vista entre los puntos donde se realizará un enlace, para ello se tiene que hacer el levantamiento topográfico del perfil del terreno entre dichos puntos, para lo cual se utiliza los mapas cartográficos de la zona. Se puede apreciar con facilidad en las figuras 32 y 33, que aparentemente existe línea de vista entre los puntos de enlaces, lo cual será corroborado más adelante en el presente Capítulo.



(GOOGLE EARTH, vista satelital) Adaptado

Figura 32 - Enlace Lunahuana (BSC↔Repetidor)



(GOOGLE EARTH, vista satelital) Adaptado

Figura 33 - Enlace Zúñiga (Repetidor ↔ BTS 2)

Adicionalmente también se debe tomar en cuenta la accesibilidad a los puntos propuestos para la ubicación de los equipos, dado que una zona de difícil acceso puede elevar notablemente los costos de instalación y mantenimiento de la Red; siendo perjudicial para los costos totales del proyecto, tanto en la parte inicial, como en los costos de operación.

Tomando las consideraciones anteriormente mencionadas se eligieron los cerros: Cerro Pascual (BTS 1), Cerro Ancayita (Repetidor de Transporte) y el Cerro Qimsajero (BTS2). A continuación se mostrará un cuadro con las coordenada por torre ya sea por estación base o por repetidor.

Estación o Repetidor	Latitud	Longitud
BTS1 (Lunahuaná)	12° 58' 32.77"S	76° 9' 19.55" W
Repetidor1 (Zúñiga)	12° 49' 49.43"S	76° 1' 55.84" W
BTS2 (San Jerónimo)	12° 51' 4.87"S	75° 56' 52,41" W

Tabla 21 - Puntos de las torres adquiridos con GPS

La distancia entre torres y centro de conmutación se presentará en el siguiente cuadro.

ENLACE	DISTANCIA
REPETIDO => BTS 1	7Km
CENTRO DE RED => REPETIDOR	21km
REPETIDO => BTS 2	2Km

Tabla 22 - Distancia entre los Enlaces

Los datos de ubicación y distancia que se muestran en las dos tablas anteriores se visualizará en las siguientes gráficas, donde también se podrá apreciar la cobertura por BTS.

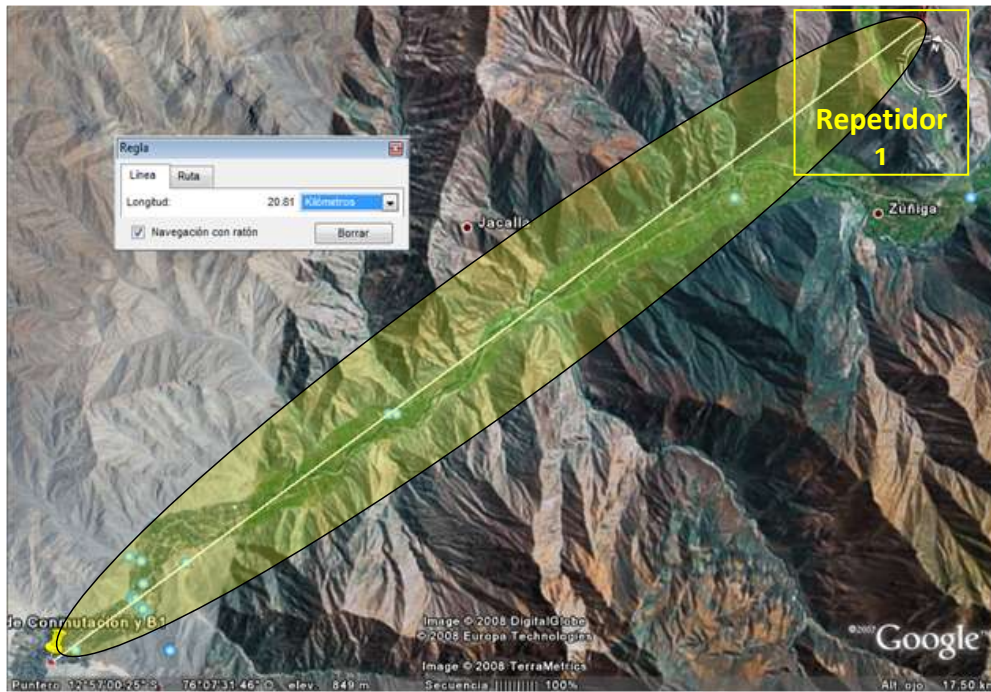


Figura 34 - Cobertura de la BTS 1

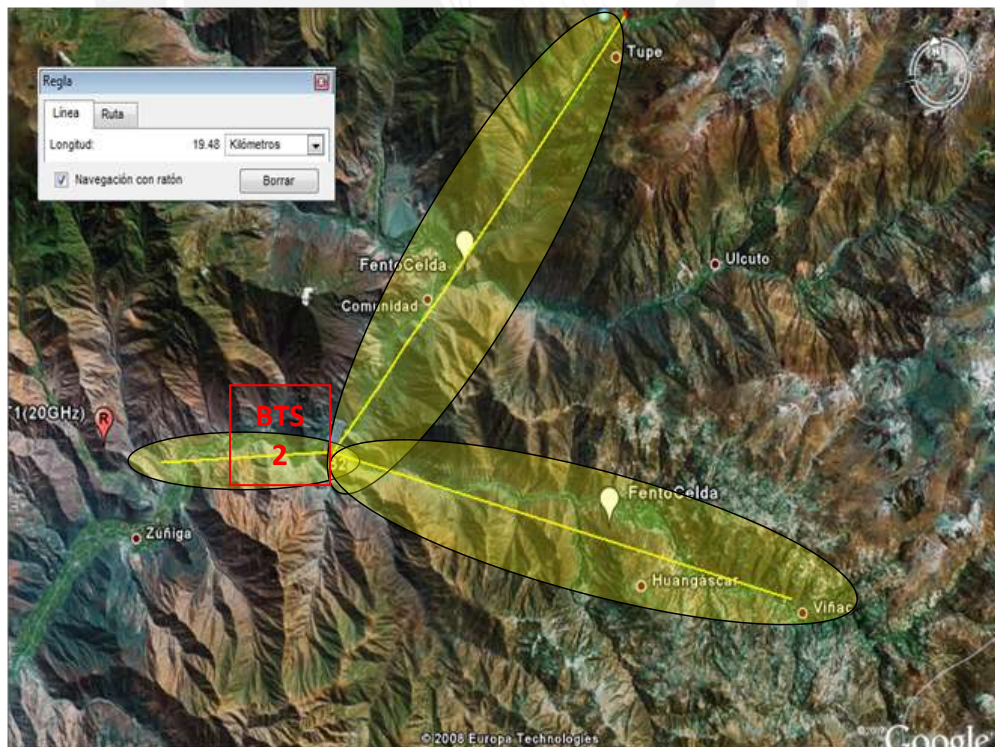


Figura 35 - Cobertura de la Segunda BTS 2

3.3. Centro de Conmutación.

3.3.1 Funciones y Características de Elementos.

El centro de conmutación está constituido por los elementos gestores de voz y datos, los cuales conforman la arquitectura que se observa en la siguiente gráfica.

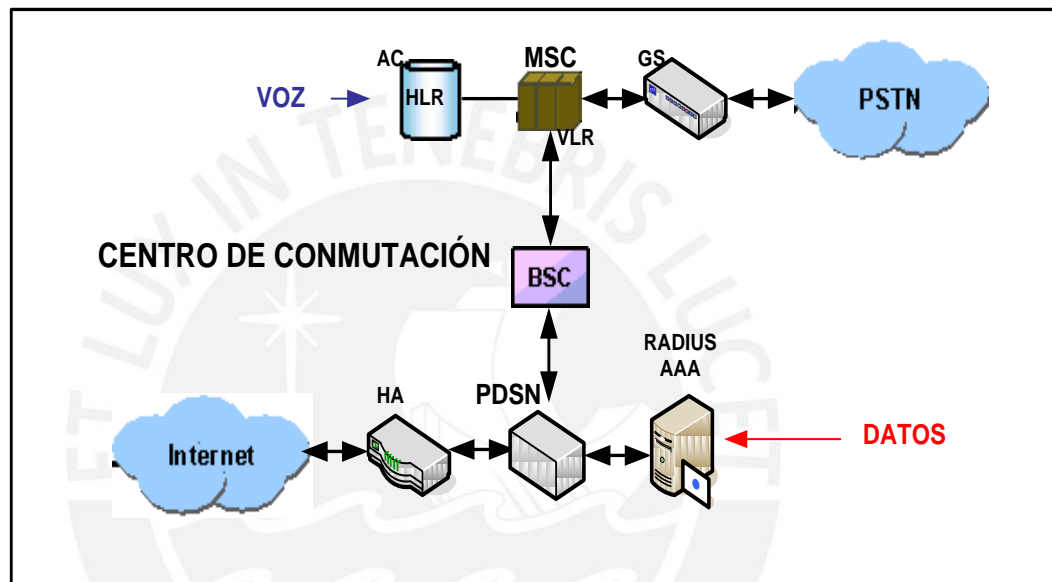


Figura 36 - Centro de Conmutación – Fuente KDDI

En los elementos gestores de voz se tiene como principal componente al Centro de Conmutación Móvil (MSC acrónimo en idioma inglés), el cual tiene las siguientes funciones:

- ✓ Tratamiento de cada número marcado y la transferencia de las llamadas.
- ✓ Hacer el registro de llamadas facturables.
- ✓ Control de desbordamiento.
- ✓ Manejo de la estación base de control.

A continuación se calculará los parámetros limitantes de la MSC, tales como:

- Habilidad de procesamiento de llamadas conocido como atención de llamadas en la hora ocupada BHCA (busy hour call attention).
- Máximo tráfico soportado por la central medido en Erlangs.
- Máximo número de conexiones físicas (puertos) para E1.

Otros elementos requeridos para la red de voz como, Registro de Colocación de Visitante (VLR acrónimo en idioma ingles), Señalización de punto de transferencia (STP acrónimo en idioma ingles), Registro de Colocación de Suscriptor (HLR acrónimo en idioma ingles) y Centro Autenticación (AC acrónimo en idioma ingles), tienen una dependencia de capacidad directa con la cantidad de usuarios en la red.

Por último el conmutador de borde, conocido como Gateway Switch, el cual conecta a la red con la PSTN y es limitado por la cantidad de conexiones E1s que puede soportar.

Para los elementos gestores de voz se tiene como principal componente al Nodo de Servicio de Paquete de Datos (PDSN acrónimo en idioma inglés), el cual tiene las siguientes funciones:

- ✓ Ser el punto de conexión entre la Red de Radio Acceso y la Red IP.
- ✓ Convierte protocolo entre RLP(Protocolo de acoplamiento de radio) e IP(protocolo de internet).
- ✓ Hacer el túnel IP para Agente Interno (HA acrónimo en idioma ingles).

La capacidad de la PDSN es limitada por los siguientes parámetros:

- Tráfico máximo que puede soportar
- Número de clientes
- Número y capacidad de conexiones con la Internet.

Otros elementos necesarios en la red de datos como, el Agente Interno (Home Agente) y el equipo de autenticación autorización y contabilidad (AAA acrónimo en idioma inglés), limitan su capacidad por la cantidad de usuarios que pueden manejar.

3.3.2 Capacidad de la Red de Voz y Datos.

A continuación se estimará la capacidad necesaria de la Red de Voz y Datos, de acuerdo a la cantidad de usuarios proyectados en el Capítulo 2.

Red de Voz

Se obtendrá por separado la cantidad estimada de Erlangs que consumirá la Red Fija de Abonado, Red Fija Pública y la Red Móvil. El valor de Erlangs por línea se calculará basándose en datos estadísticos de Redes Rurales operativas; para todos los servicios primero se debe encontrar el valor promedio del tráfico por día y por línea, luego se halla el porcentaje de concentración de tráfico en hora pico y por último se divide entre 60 minutos para hallar la cantidad de Erlangs.

Tipo de Servicio	Minutos Estimados por día y por línea	Porcentaje de Concentración en Hora Pico	Minutos en Hora Pico por línea	Carga de tráfico en Hora pico por línea (E)
Abonado	16	12%	1.92	0.032
TUP	28	12%	3.36	0.056
Móvil	6	12%	0.72	0.012

Tabla 23 – Cálculo de Erlangs

A continuación vemos la concentración de tráfico por Hora en una red Rural.



Figura 37 - Concentración de Tráfico por Hora - GTH

Una vez obtenido los Erlang por cada servicio se calcula la cantidad total de Erlangs estimados para la Red de Voz, lo cual se muestra en el siguiente cuadro.

Tipo de Servicio	Número de Líneas	Carga de tráfico en Hora pico por línea (E)	Carga de Tráfico en Hora Pico en Erlang
Abonado	1305	0.032	41.76
TUP	50	0.056	2.8
Movil	821	0.012	9.852
Total	2176	0.1	54.412

Tabla 24 - Carga de tráfico en la Red de Voz

Con el tráfico total anteriormente calculado y teniendo datos estadísticos de la distribución de tráfico en la zona de análisis, será posible calcular la cantidad de Canales Internos y Externos que se utilizarán al inicio del proyecto. A continuación veremos los tipos de tráfico en una central de conmutación y el porcentaje que representa cada uno respecto al total de tráfico.

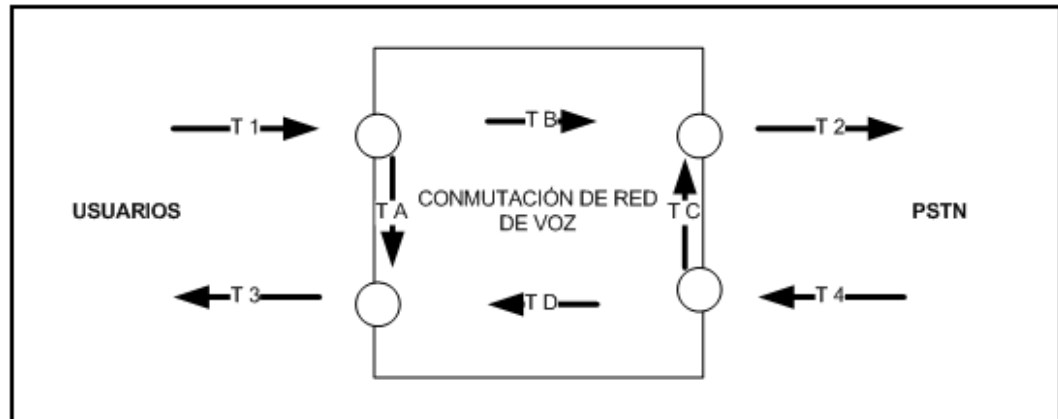


Figura 38 - Tipo de Tráfico en una Central de Conmutación

- T 1 = Tráfico proveniente de los USUARIOS.
- T 2 = Tráfico saliente de la red a la PSTN.
- T 3 = Tráfico saliente a los USUARIOS.
- T 4 = Tráfico proveniente de la PSTN.
- TA, TB, TC, TD, tráfico interno.

Debido a que nuestra red en un principio no cursará tráfico de tránsito, se omitirá el tipo de tráfico interno TC, por lo tanto $T 2 = TB$ y $T 4 = TD$. El tráfico total de la red de voz es el $T 4 + T 1$, expresado de otra manera con la siguiente expresión: $Trafico\ Total = T 4 + T 2 + T A$

En el siguiente cuadro mediante la distribución porcentual de tráfico dividimos el Tráfico Total para poder hallar los canales necesarios en la central de conmutación de la Red de Voz.

	Total de Tráfico	Tráfico Entrante de la PSTN (T 4)	Tráfico Saliente a la PSTN (T 2)	Trafico de Usuario a Usuario (T A)
Distribución en Red Rural ¹	100%	52.39%	47.29%	0.33%
Carga de tráfico en Hora Pico(E)	54.41	25.50	25.73	0.18
Canales Necesarios	60	34	31	2
Canales de voz (E1's)	2	2	2	1

Tabla 25 - Distribución de tráfico en Red Rural

Red de datos

De acuerdo al número de usuarios estimados en el Capítulo 2 y del servicio residencial de Internet que se ofrecerá, en este caso el de mayor oferta en zonas rurales (256/128 Kbps)¹, se calculará la cantidad total de enlaces necesarios para ofrecer el servicio de Internet. A continuación se muestra la demanda total y por distrito en Kbps.

Distrito	Números de Usuarios de Internet	Demanda Nominal en Kbps (256/128 Kbps)	Velocidad Garantizada 10% (reuso de 1:10)
Lunahuaná	67	42721	2563
Pacarán	15	9692	582
Zuñiga	14	8922	535
Catahuasi	82	52632	3158
Chocos	24	15416	925
Huangascar	26	16610	997
Madean	19	12193	732
Tupe	12	7524	451
Viñac	35	22524	1351
TOTAL	294	188235	11294

Tabla 26 – Demanda en la Red de Datos en Kbps

Del cuadro anterior se tiene un total de 11294 Kbps de demanda en hora pico, con lo cual calculamos se necesitarán 6 enlaces de datos de 2.048 Mbps.

1. La distribución de tráfico en la red rural y de la demanda de servicio de internet en dichas zonas, trabajo con datos estadísticos de GILAT PERÚ.

3.4. Cobertura de la BTS

En la red se tendrá dos BTS las cuales están distribuidas de acuerdo a lo indicado anteriormente en el punto 3.2 donde se da la ubicación de las mismas y se aprecia gráficamente su cobertura (Figuras 34 y 35). Esta cobertura debe ser asegurada de acuerdo a la distancia y frecuencia de operación de nuestra red, para ello se hará una comparación del nivel de la relación señal a ruido (s/r) de transmisión y la sensibilidad de recepción de los equipos. Se utilizará la siguiente formula, la cual ayudará a obtener la relación señal a ruido (s/r) a una distancia determinada.

$$(s/r) = P_{TX} + G_{TX} + L_{TX} + LOSS_{PATH} + G_{RX} + L_{RX}$$

Formula 1- Formula para el cálculo de Radio Enlace

P_{tx} = Potencia de transmisor.

G_{tx} = Ganancia de antena del transmisor.

L_{tx} = Pérdida en el cable transmisor.

G_{rx} = Ganancia en la antena receptora.

L_{rx} = Pérdida en el cable de recepción

(s/r) = Relación de potencia señal/ruido que llega al receptor.

LOSSPATH = Pérdida de espacio libre.

A continuación se calculará la potencia de la señal de bajada desde la BTS a la estación terminal, para ello se utilizará parámetros de la Red, características técnicas de equipos operativos obtenidos en la inspección a la red Televias Huarochirí de la empresa de Valtron, ello sólo se usará para el cálculo de aseguramiento de cobertura. Dado que tenemos todos los datos para hallar la relación señal a ruido de transmisión y el límite mínimo al que debe llegar, -104 dBm sensibilidad de recepción del equipo terminal, se realizó sucesivos cálculos cambiando la variable de distancia hasta llegar a la mínima potencia de señal requerida en el receptor; obteniendo como resultado 1400 Km de alcance.

(F) Frecuencia de operación	450 Mhz
-----------------------------	---------

Perdida en espacio libre	$32.6 + 20 \cdot \log(F) + 20 \cdot \log(D) =$ Pathloss
	32.6 53.06425 59.08485 144.7491

Descripción	Variables	Valor
Potencia de transmisión	P_{TX}	(20 W) 43dBm
Ganancia de antena del transmisor.	G_{TX}	6.5 dBi
Pérdida en el cable transmisor.	L_{TX}	3 dB
Ganancia en la antena receptora.	G_{RX}	0
Pérdida en el cable de recepción	L_{RX}	1 dB
Perdida en espacio libre	LOSSPATH	144.74 dBm
Relación de potencia señal/ruido que llega al receptor.	(s/r)	-103.08 dBm

Resultado	(D) Distancia	1400 Km
-----------	---------------	---------

Con la misma fórmula se calculará la distancia máxima de subida que pueden soportar el enlace desde el terminal la BTS, en este caso se asumirá una BTS que tiene una sensibilidad de -110 dBm. De igual manera se realizará sucesivos cálculos hasta obtener la máxima distancia que puede soportar la señal.

Frecuencia en MHz	450 Mhz
-------------------	---------

Pérdida en espacio libre	$32.6 + 20 \cdot \log(F) + 20 \cdot \log(D) =$	Pathloss
	32.6	53.06425 43.22736 128.89161

Descripción	Variables	Valor
Potencia de transmisión	PTX	23 dBm
Ganancia de antena del transmisor.	GTX	0 dBi
Pérdida en el cable transmisor.	LTX	1 dB
Ganancia en la antena receptora.	GRX	0 dBi
Pérdida en el cable de recepción	LRX	3 dB
Pérdida en espacio libre.	LOSSPATH	128.89 dBm
Relación de potencia señal/ruido que llega al receptor.	(s/r)	-109.89 dBm

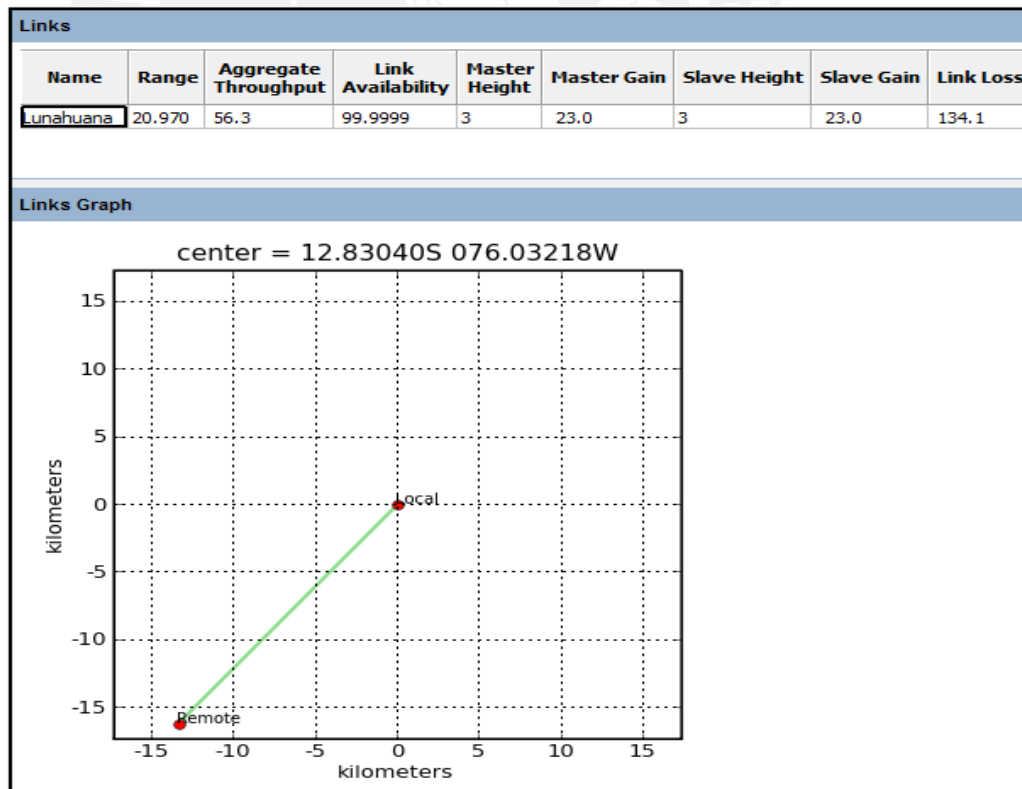
Resultado	Distancia en Km	145 Km
-----------	-----------------	--------

De los resultados anteriormente obtenidos se puede observar que la distancia máxima del enlace de subida (desde el equipo terminal a la BTS) es el limitante para la cobertura. Cabe señalar que dicho resultado es una referencia, sobre la cual se tiene que realizar ajustes mediante pruebas, con las características exactas de los equipos instalados y el peso negativo del factor geográfico de cada localidad en la zona de cobertura.

3.5 Enlaces Internos de transporte

Los enlaces de transporte de la Red, tendrán la capacidad de llevar las señales de Voz y Datos entre la estación base control (BSC) y las estaciones base transceptoras (BTS), para ello se usará dos medios, en un primer tramo se utilizará fibra óptica, debido a la cercanía y accesibilidad del primer punto (BTS 1), luego se continuará con el transporte por medio de microondas, para ello se debe comprobar tener línea de vista.

El primer enlace microondas se nombró Lunahuaná, el cual va desde la estación base transceptora uno (BTS1) hasta la repetidora uno (REP 1). A continuación se puede apreciar la distancia del primer enlace y los parámetros ingresados en el software especializado Link Planet.



(Software Motorola - PTP LinkPlanet)

Figura 39 – Esquema Enlace Lunahuaná - Distancia

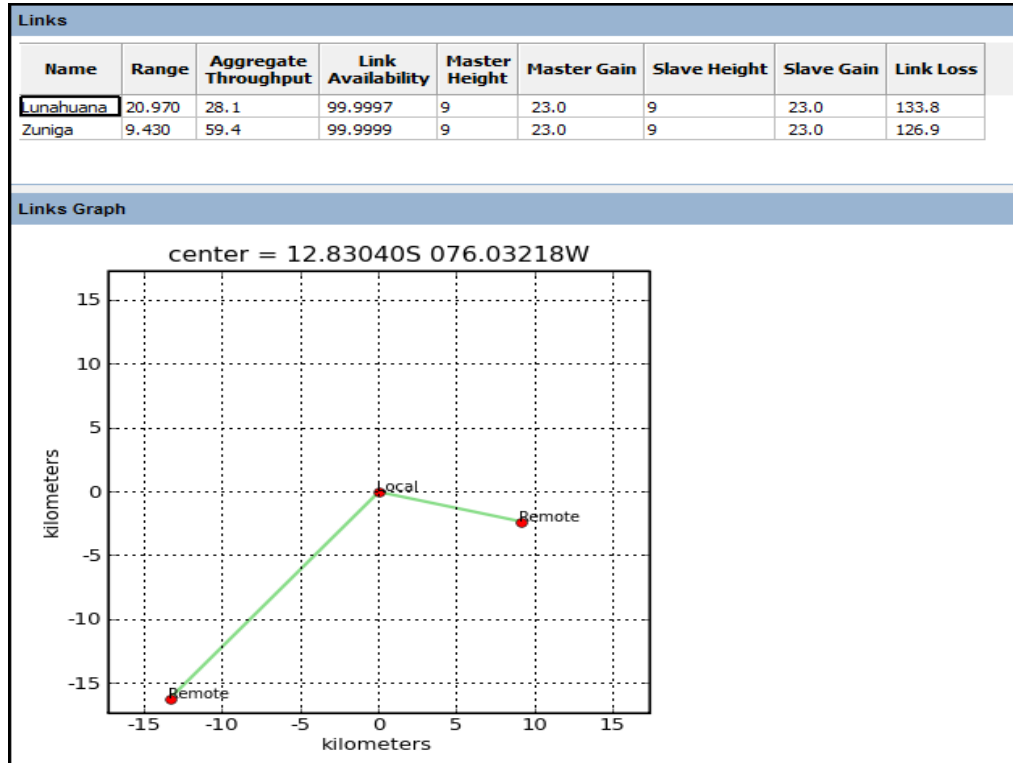
El software antes mencionado gráfica el perfil del terreno arrojando valores útiles para la elección de infraestructura y elementos del enlace microondas, tales como ganancia de antena y altura de torres. En la siguiente gráfica se aprecia en líneas azules el enlace reguardado el 60% de la primera zona de Fresnel.



(Software Motorola - PTP LinkPlanet)

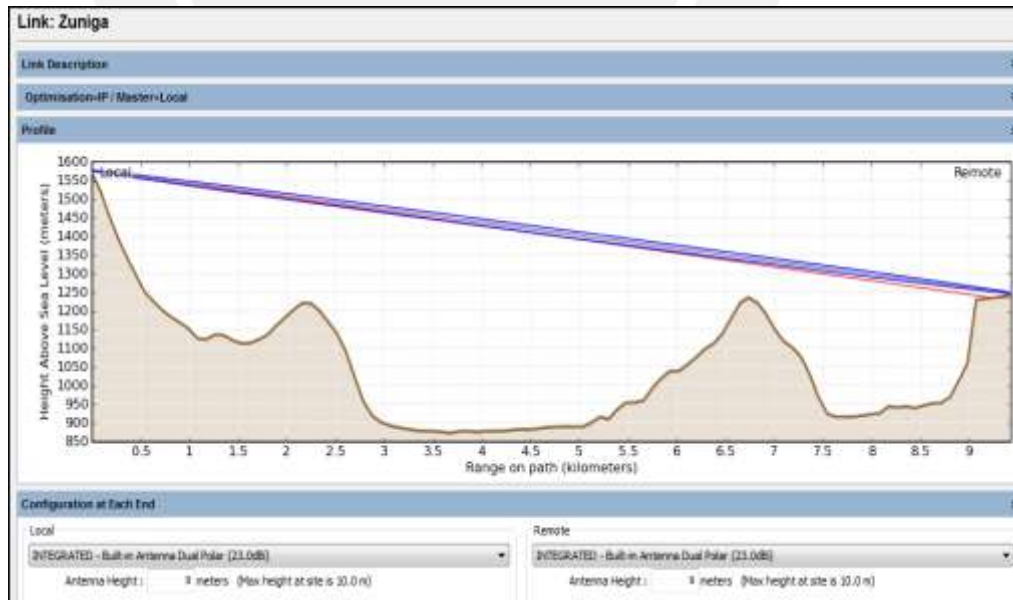
Figura 40 – Gráfica de línea de Vista – Enlace Lunahuana

El segundo enlace microondas se nombró Zúñiga, comprende desde la repetidora 1 (REP1) hasta la estación base transceptora 2 (BTS 2), igualmente se apreciará la distancia, los parámetros y la línea de vista del segundo enlace.



(Software Motorola - PTP LinkPlanet)

Figura 41 – Esquema Enlace Zuñiga - Distancia



(Software Motorola - PTP LinkPlanet)

Figura 42 – Gráfica de línea de Vista – Enlace Zuñiga

Todos estos perfiles han sido comprobados utilizando los mapas cartográficos de la zona (Mapa cartográfico 26-K y 26-L -ING)^(*) y aplicando la fórmula para calcular el 60% del radio de la primera zona de Fresnel que será la región que se deberá resguardar.

$$\text{Radio} = 17,32 \left(\frac{1}{f} \cdot D1 \cdot D2 / (D1 + D2) \right)^{1/2}$$

Fórmula para salvar el 60% de la 1ra zona de Fresnel



(*) Los mapas Cartográficos se muestran en el Capítulo 3, en el punto 3.2, Figura 30.

3.6. Equipamiento Elegido

Sobre los valores obtenidos en el Capítulo 3, en los puntos 3.3, 3.4 y 3.5; se podrá elegir los equipos de mayor importancia que se usarán en la Red.

3.6.2. Equipos de Central de Conmutación

Para la central de conmutación seleccionaremos equipos que cuentan con certificado de Homologados¹, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Entre las empresas más importantes que ofrecen dichos equipos se encuentra ZTE, HUAWEI y NORTEL NETWORKS.

Se evaluaron los equipos de las empresas antes mencionadas, todos ellos cubren con suficiencia la capacidad requerida en una primera etapa de la Red; y debido a la coyuntura comercial² de ZTE que tiene los proyectos de mayor envergadura en nuestra región, lo cual permite una reducción en los precios de sus equipos y asegura una actualización constante en la tecnología; se decidió elegir la central de conmutación **MSS ZXC10 ZTE**.

MSS ZXC10 ZTE

El Mobile Switching Subsystem (MSS) es un equipo integrado, el cual cuenta con la central de conmutación móvil (MSC), y los administradores de bases de datos VLR y HLR.

Capacidad MSC:

- En 10 módulos como máximo: 600 000 Abonados.
- Módulo simple: 60 000 Abonados.
- Habilidad de procesamiento de llamada por módulo: 500 000 BHCA

1. El certificado de Homologación permite la operación los equipos en Perú, Necesarios para equipos que se conectan a la Red Pública o utilizan el Espectro Radioeléctrico.

2. ZTE Proyecto en Perú – Valtron, Proyecto en Argentina – CoTeCal e iniciando Proyecto en Venezuela – CVG Telecom.

- Tráfico en hora Pico: 20,000 Erlang
- Máximo número de enlaces: 640

Capacidad del sistema VLR: 800 000 usuarios.

Capacidad del Sistema HLR: 1 200 000 usuarios.

Características estructurales y eléctricas:

- Dimensiones: 2000mm x 810mm x 600mm
- Peso: $\leq 250\text{Kg}$
- Energía: -48VDC.



(<http://www.zte.com.cn>)

Figura 43 - Mobile Switching Subsystem ZXC 10 ZTE

3.6.3. Equipos de Red de Acceso

Para los equipos de red de acceso se continuará con ZTE, si bien es cierto que no es necesario que toda la Red conste de equipos de la misma marca, es más recomendable para temas de negociación comercial y soporte técnico.

Capacidad BSC ZXC10 ZTE

- Capacidad de enlaces a la MSC: 240 E1's
- Capacidad de Sector: 380 canales
- Capacidad de tráfico: 5,040 Erlang
- Velocidad de Transmisión: hasta 1000 Mbps

Características estructurales y eléctricas:

- Dimensiones: 2000mm x 810mm x 600mm
(Alto x Ancho x Profundidad)



(<http://www.zte.com.cn>)

Figura 44 - Base Station Controller ZXC 10 ZTE

Capacidad de BTS - ZXC BTS ZTE

- Número de portadoras por sector : 3 Portadoras
- Banda de Frecuencias: 450 Mhz
- Máxima potencia de TX: 20W (43 dBm)

Características estructurales y eléctricas:

- Dimensiones: 800 mm x 400mm x 250mm
- Alimentación: 220 VAC ó 48 V DC
- Consumo de Potencia: Hasta 150 W



(<http://www.zte.com.cn>)

Figura 45 - Base Tranceiver Station ZXC 10 ZTE

Antena – TRAM1486

La antena que se seleccionó tiene un lóbulo similar al mostrado en la figura (34). No obstante para obtener la cobertura requerida se necesitará enviar a fabricar una antena con el lóbulo específico, para optimizar la cobertura.

Características de la Antena TRAM 1486:

- Rango de Frecuencias : 450 - 512 Mhz
- Máxima potencia de entrada: 200W
- Ganancia : 14 dBi
- VSWR : 1.5:1
- Impedancia : 50 Ohms

Cables, conectores y accesorios

Se necesitará cable tipo coaxial de 7/8 pulgadas con sus respectivos accesorios de instalación, kits de aterramiento y conectores DIN-H. Así mismo se utilizará cable coaxial rígido de 1/2 pulgada para interiores y conectores Tipo N.

Además se utilizará cables flexibles de 1/2 pulgada DIN-M, N-M, con sus respectivos kits de vulcanizado y arrestores de protección eléctrica para cables coaxiales.

Torre Autosoportada de 9 mts.

La torre utilizada en las dos BTS será de 9 metros, ya que tenemos buena línea de vista no necesitamos mayor altura. Esta debe de contar con su respectiva luz de balizaje, descansos, cable de vida y canastilla para antenas.



(Foto estación base Valtron 2009)

Figura 46 - Cerro Cantuta Chosica, BTS

Casetas para equipos de Estación Base

Es recomendable por razones de seguridad que todos los equipos y como los componentes del sistema de energía se encuentren dentro de una estructura segura. Ésta debe ser acústica para cumplir las normas ambientales de ruido solicitadas por las municipalidades en el caso de zonas urbanas, además debe contar con vigas para sostener escalerillas, pasamuros y con las instalaciones eléctricas necesarias, tablero de distribución, iluminación adecuada y tomacorrientes.

Sistema Energía AC

En los lugares donde se ubican los equipos se cuenta con pueblos cercanos con energía AC, por lo tanto no habría problemas con el sistema de abastecimiento de energía para las estaciones base y la repetidora.

Sistema Energía DC

Todo sistema de telecomunicaciones que brinda servicios está sujeto por norma a ofrecer continuidad en el mismo, por ello siempre se tiene un sistema de energía alterno. En este caso se usará un banco de baterías, el cual estará conectado hacia la carga, en forma flotante, el cargador DC abastecerá un banco de baterías cuya capacidad es superior a 10 veces el consumo promedio de la carga.

Banco de baterías

Dado que la potencia de la BTS es de 150 W tenemos que la corriente que consume es de aproximadamente 3.125 A para un voltaje de 48 V, por lo tanto si deseamos una entrega de energía por parte de las baterías por un período de 6 horas tenemos un banco de baterías de 19 Ah.

Sistema de Seguridad y Protección

Los factores fundamentales de un sistema de protección contra rayos son los siguientes:

Un electrodo (pararrayos), como parte de una terminación aérea capaz de desviar la descarga eléctrica de alguna parte vulnerable de la estación.

Un conductor apropiado a través del cual debe circular la descarga eléctrica hacia la tierra sin el consecuente peligro de un calentamiento o descarga lateral o alguna posible electrificación de la estructura a ser protegida.

Un sistema de tierra con una baja impedancia dinámica capaz de dispersar con rapidez y confiabilidad cualquier corriente de descarga.

Sistema Pararrayos

El pararrayos “Franklin” que está formado fundamentalmente por mástiles. Este tipo de protección está determinado por un cono, teniendo como vértice el punto más alto del pararrayos y cuya generatriz forma un ángulo de 60° en relación al vértice. El conductor de descarga tendrá por finalidad unir el pararrayos con el sistema de tierra, para lo cual utilizaremos un conductor de cable de cobre calibre AWC N° 2/0.

Sistemas de pozo a tierra

Referente al sistema de pozo a tierra las recomendaciones de la UIT nos señalan que la resistencia no debe superar los 10 ohmios en las estaciones terminales y los 20 ohmios en las estaciones repetidoras.

La resistividad del terreno será el factor determinante del pozo a tierra y para conocer su valor real tenemos que medir la resistividad del terreno. Conociendo la resistividad del terreno podemos dimensionar nuestro sistema pozo a tierra.

En muchas ocasiones la colocación de uno o dos electrodos es insuficiente, por lo cual se tiene que emplear un sistema a tierra más complejo conformado por un conjunto de electrodos unidos entre sí. Existen tres tipos de sistemas

conocidos como: distribución en “malla”, en “estrella” y distribución “mixta”, para nuestro caso, con el fin de lograr un bajo nivel de resistencia de aproximadamente 5 ohmios, utilizaremos el sistema de distribución en “malla”.

3.6.3. Equipos de Enlace Microonda

Para los suministros de los enlaces microonda se contratará a una de las empresas del mercado con vasta experiencia en sistemas microondas, la cual se encargará de la instalación, dejando el sistema operativo ó conocido como llave en mano.

Los suministros para los enlaces microondas, de Lunahuaná y Zuñiga, serán adquiridos a la empresa NEC, la cual cuenta con un sistema inalámbrico punto a punto llamado PASOLINK. La empresa se encargará del suministro de equipos y la instalación de acuerdo a lo indicado en la Tabla 27 y la Figura 47, las cuales se muestran a continuación.

DETALLE DE LOS ALCANCES DE SUMINISTRO E INSTALACION			
No.	DESCRIPCION	Empresa del Provento	NEC
A.	TORRES		
A. 1	Torre	S, I	
A. 2	Pararrayos	S, I	
A. 3	Pozo de tierra	S, I	
A. 4	Cable de conexión a tierra	S, I	
A. 5	Escaletilla vertical y horizontal de alimentador	S, I	
B.	ENERGIA		
B. 1	Rectificador / Cargador	S, I	
B. 2	Banco de baterias	S, I	
B. 3	Rack del banco de baterias	S, I	
B. 4	Tablero de distribución de DC (DC PDB)	S, I	
B. 5	Tablero de distribución de AC (AC PDB con NFB)	S, I	
B. 6	Escaletilla de cables	S, I	
B. 7	Cable de energía AC	S, I	
B. 8	Cable de energía DC	S, I	
B. 9	Cable de conexión a tierra	S, I	
C.	EQUIPO DE RADIO MICROONDAS		
C. 1	Equipo de radio Microondas Pasolink		S, I
C. 2	Bastidor de 19"	S, I	
C. 7	Escaletilla de cables y accesorios	S, I	
C. 8	Cable de energía DC		S, I
C. 9	Cable central tierra		S, I
C. 10	Antena		S, I
C. 11	Estructura de soporte de antena		S, I
C. 12	Alimentador		S, I
C. 13	Escaletilla horizontal de alimentador	S, I	
C. 17	Cable señal entre Radio y Panel DDF		S, I
C. 19	Agujero en la pared y plato para casquillo pasamuros	S, I	
C. 20	Casquillo Pasamuros	S, I	

Tabla 27 - Propuesta de NEC en base a parámetros calculados¹

Suministrado = S

Instalado = I

[1] NEC empresa de instalación de enlace microondas punto a punto

Las líneas continuas y los elementos ensombrecidos en la siguiente gráfica son responsabilidad de la empresa contratada para instalar el enlace de transporte.

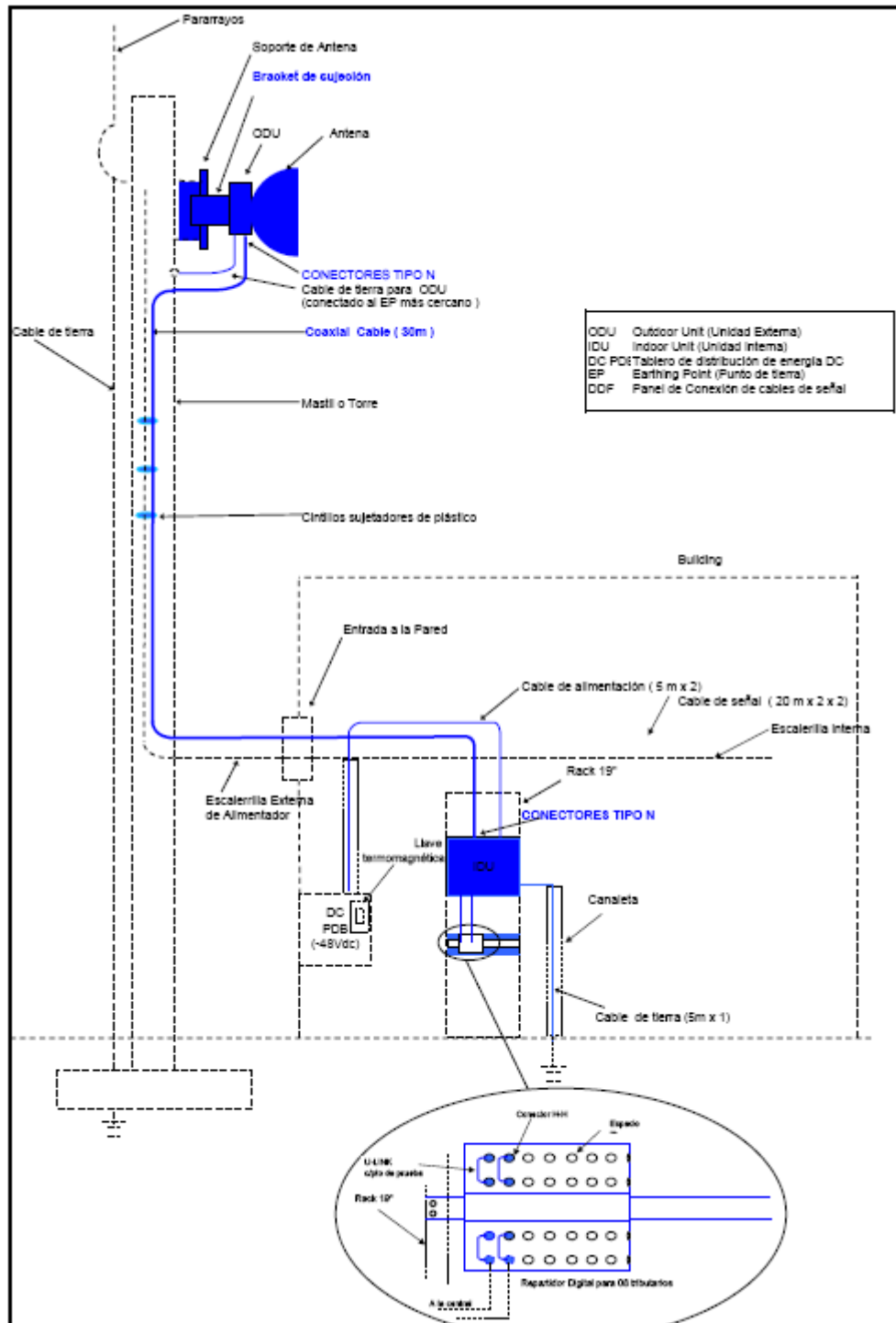


Figura 47 - Suministro de Instalación PASOLINK

Cubriendo las necesidades de la red y un incremento en ella, el enlace cumple con las siguientes características técnicas.

- Bit rate libre en IDU de 2 x 2 Mbps a 16 x 2 Mbps
- Consiste de un compacto outdoor unit (ODU), un indoor unit (IDU) y una antena.
- Configuración del sistemas (1+0, 1+1 (HS), 1+1 (HS/SD), 1+1 (FD))
- Optima configuración de acuerdo a la frecuencia y la capacidad de transmisión.
- Alta velocidad opcional en la interfaz LAN (10/100 Base-T(X))
- Control automático de potencia TX
- Supervisión y control de red remota, usando una computadora personal.

Frecuencias:

- 7, 8, 13, 15, 18, 23, 26, 28, 32, and 38 GHz

Capacidad de tráfico:

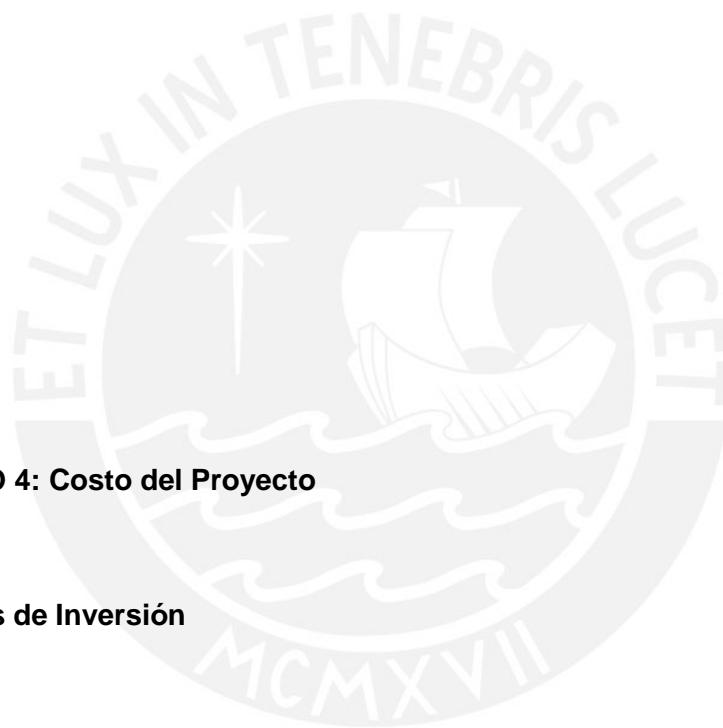
- 2 x 2 Mbps, 4 x 2 Mbps, 1 x 8 Mbps, 8 x 2 Mbps, 1 x 34 Mbps, 16 x 2 Mbps

Alcance de las Pruebas a Realizar

Para comprobar el correcto funcionamiento de los radioenlaces, se efectuarán las siguientes pruebas:

- 1.- Pruebas de Funcionamiento Local
- 2.- Medición de punto de frecuencia con sistema PNMT
- 3.- Medición de potencia de transmisión con sistema PNMT
- 4.- Pruebas de alarmas locales con sistema PNMT
- 5.- Pruebas de alarmas remotas con sistema PNMT
- 6.- Medición de tasa de bits errados (BER) por 24 hs. Con sistema PNMT

Estas pruebas se deben realizar en Cañete en el sitio de instalación.



CAPITULO 4: Costo del Proyecto

4.1 Costos de Inversión

Los costos de inversión son todos aquellos en los que se incurren en un principio, por la compra de equipos e implementación del proyecto.

La instalación cubre los costos de instalación y los elementos que se usen para estos propósitos.

Los terminales móviles deberán ser adquiridos por la empresa, por lo que se comprará un lote adecuado para un primer año de funcionamiento.

Inversión	Precio Unitario	Cantidad	Total
MSC + 1HLR/AUC	\$600,000.00	1	\$600, 000.00
BSC	\$650,000.00	1	\$650,000.00
BTS (incluido Antenas)	\$13,000.00	2	\$26,000.00
PDSN + AAA	\$100,000.00	1	\$100,000.00
Terminales Fijos (Precio unitario: \$ 100)	\$100.00	800	\$80,000.00
Terminales Móviles (Precio unitario: \$50)	\$50.00	600	\$30,000.00
Sub-Total			\$1486,000.00
Sub-Total + Aduanas (43%)			\$2 124,980.00
Plataforma Prepago	\$30,000.00	1	\$30,000.00
Enlace PASOLINK V4 9.43 Km Vendido e Implementado – NEC	\$ 25,782.72		\$ 25,782.72
Enlace PASOLINK V4 20.97 Km Vendido Implementado – NEC	\$ 29,325.12		\$ 29,325.12
Costo de instalación de torre (Incluye sistema de aterramiento)	\$ 1,670.00	3	\$ 3,340.00
Interconexión telefónica (E1's) (Conexión y adecuación de la red)	\$16,000.00	2	\$32,000.00
Instalación y seguridad (BTS)	\$ 8,000.00	3	\$ 24,000.00
Instalación y seguridad (MSC,BSC,HLR, PDSN)	\$90,000.00	1	\$90,000.00
Banco de baterías	\$426.00	3	\$1,278.00
Total			\$ 2,360,705.84

Tabla 28 - Costos de Implementación

4.2 Costo de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación son aquellos en los que se incurrirá para mantener en Funcionamiento óptimo la Red. Los costos mencionados incluyen pago al personal, alquiler del local, pago por alquiler de E1's a telefónica y todo aquel costos en los que se incurren mensualmente para la continuidad de las operaciones.

El personal estará compuesto por un Jefe de Operaciones (Ingeniero Electrónico/ Telecomunicaciones), dos Analistas (Ingenieros Telecomunicaciones), Un Técnico (Técnicos Electricistas / Electrónicos), Dos Operario (Capacitados en mantenimiento de red).

Operación	Costo
Costo de E1s	\$800.00
Línea primaria	\$500.00
Alquiler del Local	\$300.00
Pago Personal	\$ 6,000.00
Pagos por Acceso a Internet (4 Speedy 1 200)	\$ 3,000.00
Alquiler terreno para torres (3 estaciones)	\$1,200.00
Total	\$ 11,800.00

Tabla 29 - Costo de Operación y Mantenimiento

CONCLUSIONES

Después de los estudios realizados se pudo concluir que es factible brindar servicios de telecomunicaciones en zonas rurales, dado que se hizo una elección adecuada de la tecnología de acceso CDMA450, basándose en una constatación directa de la geografía y demografía del valle.

Se concluye que CDMA450 es muy útil y recomendable para el diseño de redes rurales, tanto por las características inherentes a la tecnología CDMA y la excelente respuesta de propagación de la señal en la frecuencia de 450 MHz.

Luego del acercamiento con los pobladores de zonas rurales, se observó que tienen un gran interés por los servicios de telecomunicaciones, ya que ven en ellos una posibilidad de apalancamiento para lograr una mejora económica y social. Con lo cual se concluye que si en principio un estudio económico de ingresos y costos para la inversión de zonas rurales no resulta rentable, la situación económica y social de dichas zonas mejorará rápidamente luego de brindar los servicios de telefonía e internet.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que para la realización de proyectos en zonas rurales, ya sea de implementación de sistemas de telecomunicaciones o proyectos normativos para su regulación, necesariamente se debe interiorizar la necesidad de sus pobladores, ya que muchas veces los proyectos no encajan en la realidad provocando grandes gastos innecesarios.

La dificultad de encontrar elementos de la red que no encajen en la geografía de zonas rurales, debe enfrentarse con el desarrollo particular e ingenioso de dichos elementos por cada zona rural seleccionada.

Como es en el caso del presente trabajo, las redes deben diseñarse con una idea de expansión y actualización tecnológica, de acuerdo al crecimiento y desarrollo de la población. Dado que dicho crecimiento atraerá grandes inversiones privadas, la red implementada debe ser competitiva en costos y servicios a futuro.

BIBLIOGRAFIA:

1. 2000 Informe final del Grupo Temático 7, Superar la fractura digital dando oportunidad digitales a todos. [Ginebra]: Unión Internacional de Telecomunicaciones 2002. 116 p.
2. Fernández Pilco, Percy. IMT-2000: LA TERCERA GENERACIÓN DE LA TELEFONÍA MÓVIL. Revista Empresa Privada. Año III. Numero 32. Lima, Mayo 2001.
3. Salvatierra Gamarra, Julio Cesar .Diseño de una red rural CDMA450 MHz para el valle del Vilcanota-Canchis. Tesis para optar el grado de Ingeniero de las Telecomunicaciones 2007, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2007.
4. 2006 Informe Final sobre la Cuestión de UIT-D: **Evaluación de las TIC para el desarrollo económico y social**. [Ginebra]: Unión Internacional de Telecomunicaciones 2008. 200 p.
5. Romaní Martínez, Guillermo Daniel, Estudio de la Aplicación de Vsat, CDMA450 y MAR al Transportes y Distribución de Servicios de Telecomunicaciones en el Entorno Nacional. Tesis para optar el grado de Ingeniero de las Telecomunicaciones 2006, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2007.
6. **Acceso Universal: estrategias aplicadas en cuatro países en desarrollo**. [Ginebra]: Unión Internacional de Telecomunicaciones 2002. 36 p.
7. Censo del 2007: análisis de temas poblacionales (I): análisis del empleo y la protección social, análisis de género, análisis de la dispersión poblacional. [Perú], Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2009, 60p.

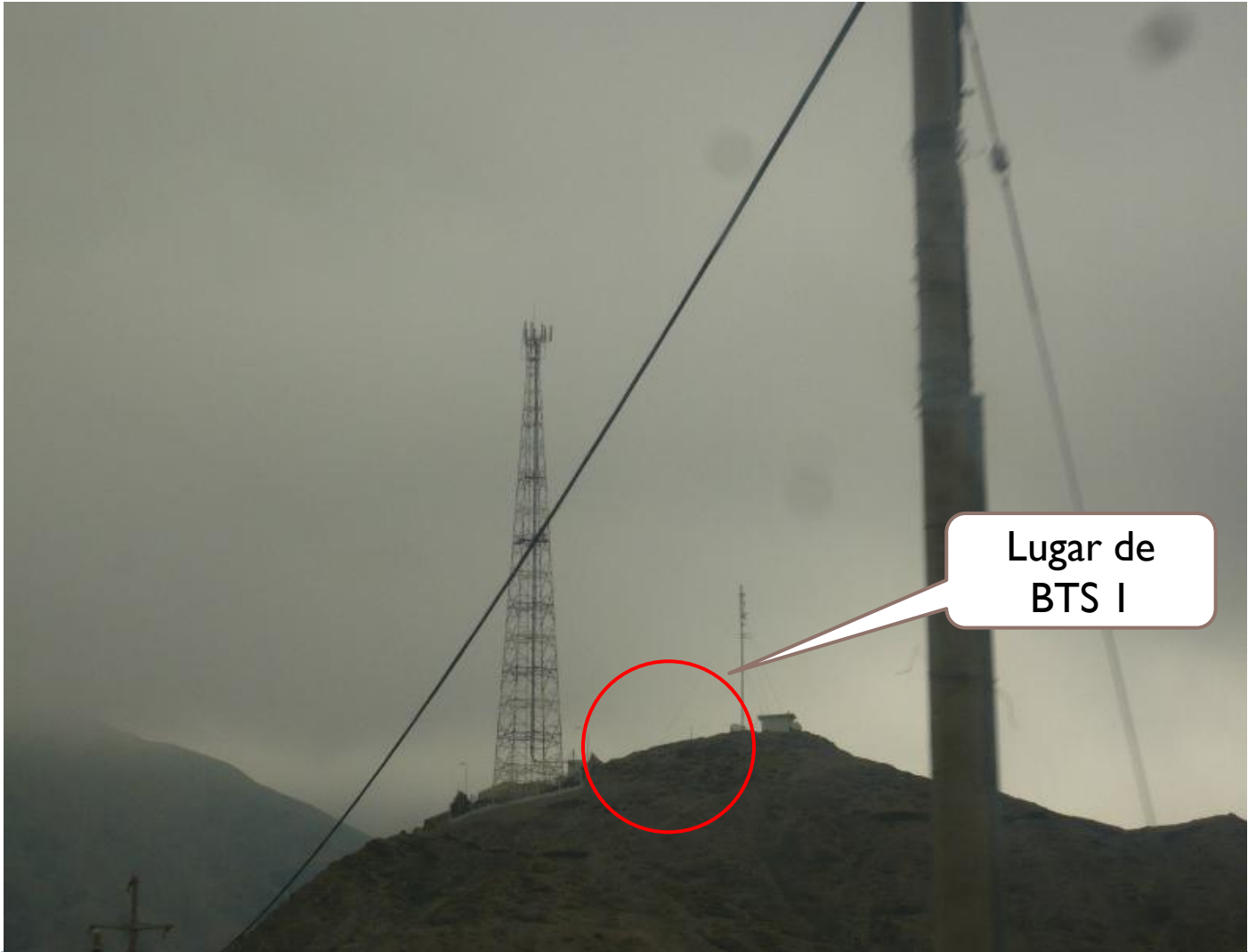
8. 2001 Informe Final sobre las cuestiones y recomendaciones de la comisión de estudio 1 y 2 del UIT-D. Promoción de la infraestructura y la utilización del internet en los países en desarrollo. [Ginebra]: Unión Internacional de Telecomunicaciones 2001. 1000 p.
9. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
<<http://inei.inei.gob.pe/inei/RedatamCpv2007.asp?ori=S>> - [consulta, noviembre 2009]
10. Telecommunications Industry Association.
< <http://www.tiaonline.org/standards/technology/cdma2000/cdma2000table.cfm>
> [consulta, enero 2010].
11. Solución Ecológica CDMA End-to-End. Huawei, Agosto de 2008.
<<http://www.huawei.com/>> - [Consulta, enero 2010].
12. CDMA Development Group,CDMA2000.
<<http://www.cdg.org/technology/cdma2000.asp>> - [Consulta, febrero 2010].
13. Globalstar, Rocío Megino García, Isabel Pampliega Pérez, Universidad Politecnica de valencia.
<<http://www.upv.es/satelite/trabajos/pracGrupo3/ponce.htm>> - [Consulta, noviembre 2009].
14. MAXCOM, maximizar en comunicación.
<<http://www.maxcomm.com.tw/pdf/cdma/mw11cdma.pdf>> - [Consulta, noviembre 2009].



Diseño de una Red Rural para el Valle de
Cañete,
basado en Tecnología CDMA450

FOTOS PARA ESTUDIO DE CAMPO

Lunahuana cerro Pascual



Lunahuana cerro Pascual



Cerro a unos metros de la ciudad, fácil acceso transporte de la señal por medio cableado o fibtra

Ciudad de Lunahuana URA Telefonica



URA de Telefónica, posible punto de interconexión. Se obtuvo presupuesto de locales cercanos, para el centro de operaciones.



Plaza del distrito de Pacara



Distrito contiguo a Lunahuana en camino de subida a Zuñiga, tiene cobertura celular y cuenta con internet



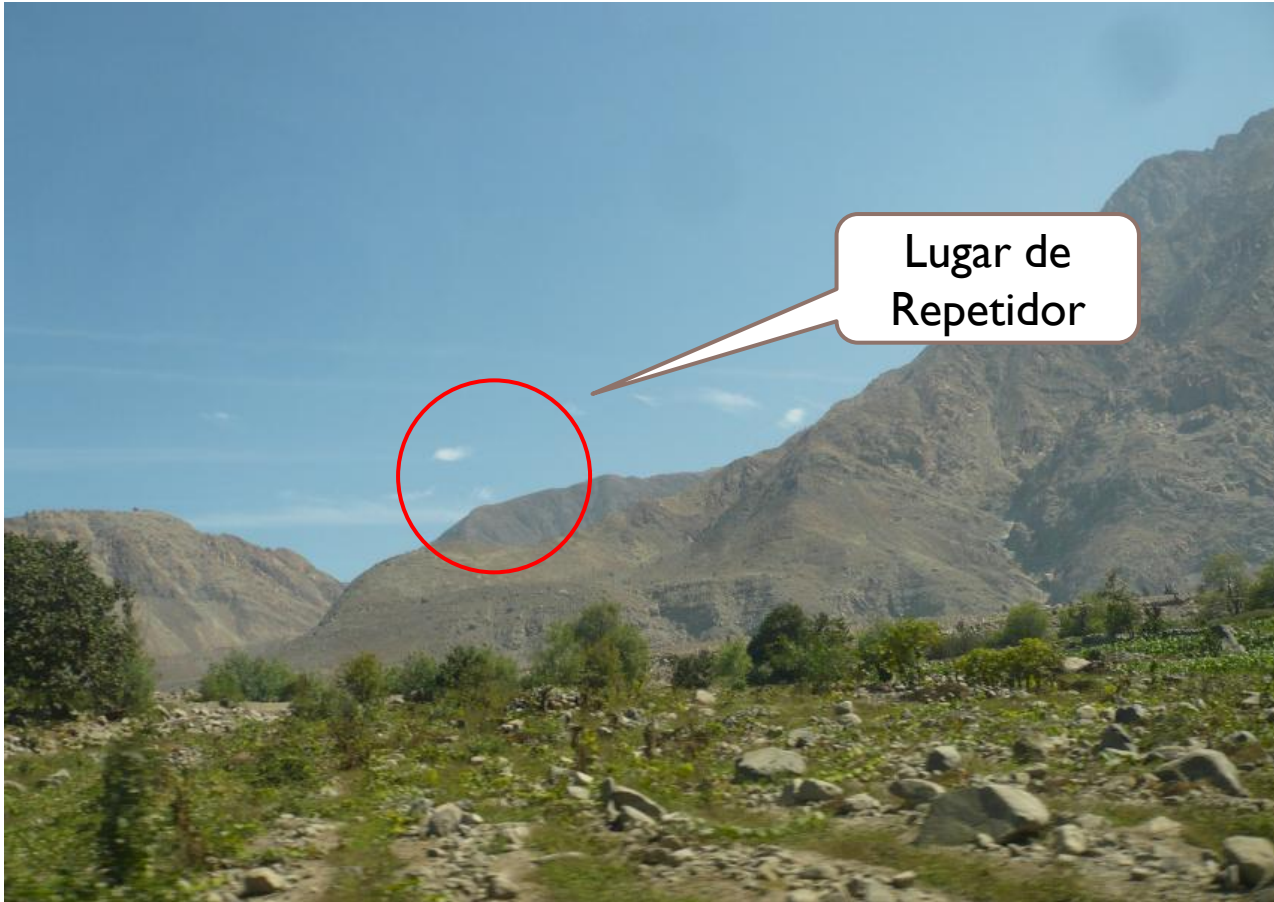
Colegio en Zuñiga



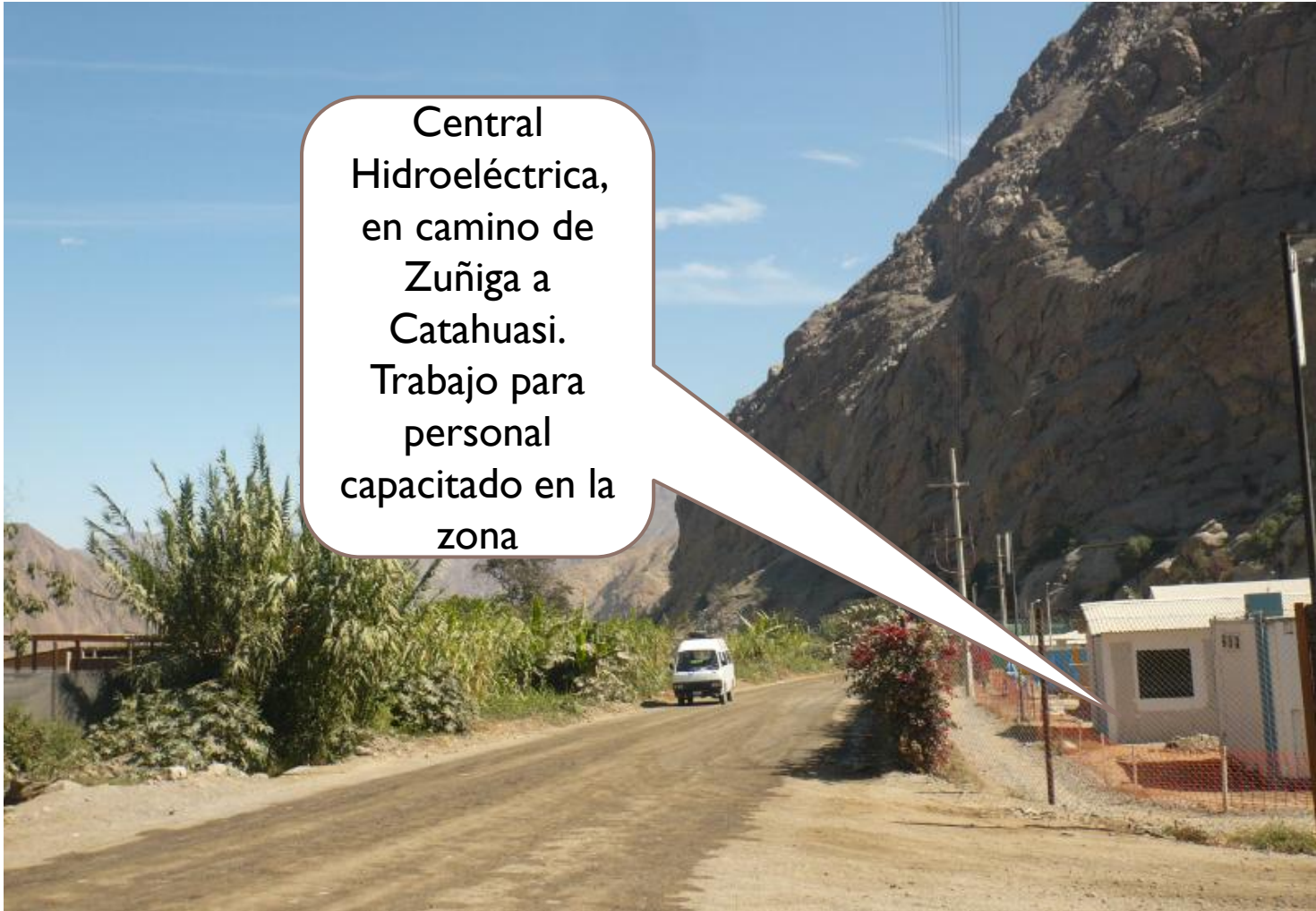
Distrito contiguo Pacara en camino de subida a Catahuasi, tiene cobertura celular parcial y cuenta con cabinas de internet



Cerro Cayita - Zuñiga



Central Hidroeléctrica



Central
Hidroeléctrica,
en camino de
Zuñiga a
Catahuasi.
Trabajo para
personal
capacitado en la
zona



Cerro Quimsajero – localidad de San Jeronimo



Catahuasi



Foto tomada desde catahuasi, gran cerro que impide el paso de la señal desde Lunahuana

Las alturas de Catahuasi



Foto tomada desde alturas de catahuasi, gran cerro que impide el paso de la señal desde Lunahuana

Toma de Datos en el Campo



Toma de Datos en el Campo



Toma de datos
en Catahuasi a 7
Km de Tupe, se
verifico línea de
Vista desde la
BTS 2



Capital de Catahiasi



Viñac - Yauyos



Chocos



Hermosa
Topografía , pero
compleja
implementación



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES
CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código : AVBS11040	
Emisión 15/06/2005	Vencimiento 15/06/2010

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 1255-2005-MTC/18.01.3 del 15/06/2005, en el cual se indica haber efectuado las verificaciones de las características técnicas del equipo y/o aparato de telecomunicaciones abajo mencionadas, habiéndose concluido que cumple con las recomendaciones técnicas nacionales y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por lo que se permite su uso en el territorio nacional, bajo las siguientes condiciones:

- El certificado se otorga por el plazo establecido, renovable al término del vencimiento a solicitud de parte y está sujeto a los pagos correspondientes por tal concepto.
- El certificado es requisito para la operación del equipo en el servicio autorizado.
- Todos los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones iguales al modelo verificado conservarán las mismas especificaciones técnicas de funcionamiento abajo detalladas, bajo apercibimiento de aplicar las sanciones legales respectivas.
- La presente certificación está sujeta o condicionada a las mediciones y comprobación técnica de un modelo del equipo y/o aparato proporcionado por el solicitante, al inicio de la solicitud o dentro del período de vencimiento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : ZTE CORPORATION	
Dirección : ZTE Plaza, Keji road south, Hi-Tech IndustrialPark, Nanshan District, Shenzhen	País : CHINA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : ESTACION BASE CONTROLADOR	
Función : Controlador de estación base móvil	
Marca : ZTE	Modelo : ZXC10-BSC
Norma Técnica Aplicada : Reglamento de la U.I.T.-T	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de transmisión	: 64 Kbps, 2.048 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps
Capacidad	: 240 E1 (BSC); 5040 Erlang (máximo tráfico); 40000 conexiones ppp; 380 portadoras por sector
Interface	: 9 (A1/A2/A5 (E1-120, 75 ohmios), A3/A7 (E1-120, 75 ohmios), A8/A9); 20 (Abis (E1 120,75 ohmios)); 1 (10/100 Base-Tx PCFIM)
Protocolo	: PPP, RLP, CSMA/CD, SLIP, TCP
Temperatura	: 0° a 55°C
Nota	: Señalización: por multifrecuencia bitono (DTMF), N° 7 Estándares: CCITT Q.702, CCITT Q.703, GB7611-87, TIA/EIA/IS-127, TIA/EIA/IS-634A, CDMA2000.



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código : AVBS12762	
Emisión 06/01/2006	Vencimiento 06/01/2011

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 0061-2006-MTC/18.01.3 del 06/01/2006, en el cual se indica haber efectuado las verificaciones de las características técnicas del **equipo y/o aparato de telecomunicaciones** abajo mencionadas, habiéndose concluido que cumple con las recomendaciones técnicas nacionales y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por lo que se permite su uso en el territorio nacional, bajo las siguientes condiciones:

- El certificado se otorga por el plazo establecido, renovable al término del vencimiento a solicitud de parte y está sujeto a los pagos correspondientes por tal concepto.
- El certificado es requisito para la operación del equipo en el servicio autorizado.
- Todos los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones iguales al modelo verificado conservarán las mismas especificaciones técnicas de funcionamiento abajo detalladas, bajo apercibimiento de aplicar las sanciones legales respectivas.
- La presente certificación está sujeta o condicionada a las mediciones y comprobación técnica de un modelo del equipo y/o aparato proporcionado por el solicitante, al inicio de la solicitud o dentro del periodo de vencimiento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : NORTEL NETWORKS	
Dirección : 8200 Dixie Road, Suite 100 Brampton, Ontario L6T 5P6	País : CANADÁ

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : ESTACION BASE CONTROLADOR	
Función : Controlador de estación base móvil	
Marca : NORTEL NETWORKS	Modelo : BSC 3000
Norma Técnica Aplicada : Reglamento de la U.I.T.-T	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de transmisión	: 64 Kbps, 2.048 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps
Capacidad	: 600 Erlang a 3,000 Erlang
Protocolo	: TCP/IP
Nota	: Señalización: por multifrecuencia bitono (DTMF), N° 7 Estándares: TIA/EIA/IS-634A, CDMA2000.



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código : MXCT8461	
Emisión 07/04/2004	Vencimiento 07/04/2009

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 539-2004-MTC/18.01.3 del 07/04/2004, en el cual se indica haber efectuado las verificaciones de las características técnicas del equipo y/o aparato de telecomunicaciones abajo mencionadas, habiéndose concluido que cumple con las recomendaciones técnicas nacionales y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por lo que se permite su uso en el territorio nacional, bajo las siguientes condiciones:

- El certificado se otorga por el plazo establecido, renovable al término del vencimiento a solicitud de parte y está sujeto a los pagos correspondientes por tal concepto.
- El certificado es requisito para la operación del equipo en el servicio autorizado.
- Todos los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones iguales al modelo verificado conservarán las mismas especificaciones técnicas de funcionamiento abajo detalladas, bajo apercibimiento de aplicar las sanciones legales respectivas.
- La presente certificación está sujeta o condicionada a las mediciones y comprobación técnica de un modelo del equipo y/o aparato proporcionado por el solicitante, al inicio de la solicitud o dentro del período de vencimiento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : NORTEL NETWORKS	
Dirección : 8200 Dixie Road, Suite 100 Brampton, Ontario L6T 5P6	País : CANADÁ

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : ESTACION BASE CONTROLADOR	
Función : Estación base controladora para telefonía móvil	
Marca : NORTEL NETWORKS	Modelo : BSC
Norma Técnica Aplicada : Reglamento de la U.I.T.-T	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de transmisión	: 2.048 Mbps (E1), 1.544 Mbps (T1)
Número de puertos	: 96 (T1/E1)
Capacidad	: E1: 167 paquetes de voz (max) T1: 150 paquetes de voz (max)
Interface	: E1/T1, RS-232, Ethernet
Standard	: ISD5A (CDMA)
Temperatura	: +5°C a 40°C



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código : AVBS12723	
Emisión 04/01/2006	Vencimiento 04/01/2011

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 0007-2006-MTC/18.01.3 del 04/01/2006, en el cual se indica haber efectuado las verificaciones de las características técnicas del equipo y/o aparato de telecomunicaciones abajo mencionadas, habiéndose concluido que cumple con las recomendaciones técnicas nacionales y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por lo que se permite su uso en el territorio nacional, bajo las siguientes condiciones:

- El certificado se otorga por el plazo establecido, renovable al término del vencimiento a solicitud de parte y está sujeto a los pagos correspondientes por tal concepto.
- El certificado es requisito para la operación del equipo en el servicio autorizado.
- Todos los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones iguales al modelo verificado conservarán las mismas especificaciones técnicas de funcionamiento abajo detalladas, bajo apercibimiento de aplicar las sanciones legales respectivas.
- La presente certificación está sujeta o condicionada a las mediciones y comprobación técnica de un modelo del equipo y/o aparato proporcionado por el solicitante, al inicio de la solicitud o dentro del período de vencimiento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : HUAWEI TECHNOLOGIES CO, LTD	
Dirección : Bantian, Longgang District Shenzhen 518129 P.R.	País : CHINA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : ESTACION BASE CONTROLADOR	
Función : Controlador de estación base móvil	
Marca : HUAWEI	Modelo : BSC 6600
Norma Técnica Aplicada : Reglamento de la U.I.T.-T	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de transmisión	: 64 Kbps, 2.048 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps
Capacidad	: 240 E1 (BSC); 5040 Erlang (máximo tráfico); 40000 conexiones ppp; 380 portadoras por sector
Interface	: 9 (A1/A2/A5 (E1-120, 75 ohmios), A3/A7 (E1-120, 75 ohmios), A8/A9); 20 (Abis (E1 120,75 ohmios)); 1 (10/100 Base-Tx PCFIM)
Protocolo	: PPP, RLP, CSMA/CD, SLIP, TCP
Temperatura	: 0° a 55°C
Nota	: Señalización: por multifrecuencia bitono (DTMF), N° 7 Estándares: CCITT Q.702, CCITT Q.703, GB7611-87, TIA/EIA/IS-127, TIA/EIA/IS-634A, CDMA2000.



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE COMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código: TRFM16851

Emisión: 06/12/2007

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 2132-2007-MTC/29.01 del 06/12/2007, en el cual se indica que cumple con las disposiciones de la Ley y su Reglamento General, el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones (Decreto Supremo N° 001-2006-MTC publicado el 21/01/2006) y Normas Técnicas Vigentes, por lo que se permite su uso en el territorio nacional bajo las siguientes condiciones:

El presente certificado no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.

La expedición del presente certificado no exime a la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación el órgano competente procederá a cancelar el certificado otorgado.

Las infracciones relativas a la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones se encuentran tipificadas en la Ley y su Reglamento General y en el ámbito del servicio de radiodifusión por la ley de Radio y Televisión y su Reglamento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre	: HUAWEI TECHNOLOGIES CO. LTD.	
Dirección	: Bantian, Longgang, shenzhen, P.R. China, 518129	País : CHINA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción	: ESTACION BASE	
Función	: Estación Transceptora base para telefonía móvil	
Marca	: HUAWEI	Modelo : BTS3601C
Norma Técnica Aplicada	: PNAF-R.M. N° 187-2005-MTC/03 del 03/04/05-Apéndice 2 y 3 del Reglamento de Radiocomunicaciones-UIT-R	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Banda de frecuencia de transmisión	: 460-470 MHz, 869-894 MHz
Banda de frecuencia de recepción	: 450-460 MHz, 824-849 MHz
Potencia de transmisión	: 20 W (43 dBm)
Emisión de frecuencias espúreas/armónicas	: -36 dBm
Estabilidad de frecuencia	: < ± 0.05 ppm
Sensibilidad en recepción	: -127 dBm (450 MHz), -128 dBm (850 MHz)
Tipo de señalización	: N° 7 (CCS7)
Temperatura de operación	: -40°C a +55°C
Velocidad de transmisión	: 2.048 Mbps
Interface	: E1, SDH STM-1 (Abis) con BSC, con MS, OML, LMF



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código: TRFM14921

Emisión: 22/11/2006

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 5793-2006-MTC/18.01.3 del 22/11/2006, en el cual se indica que cumple con las disposiciones de la Ley y su Reglamento General, el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones (Decreto Supremo N° 001-2006-MTC publicado el 21/01/2006) y Normas Técnicas Vigentes, por lo que se permite su uso en el territorio nacional bajo las siguientes condiciones:

El presente certificado no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.

La expedición del presente certificado no exime a la Dirección General de Control y Supervisión de Telecomunicaciones de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación el órgano competente procederá a cancelar el certificado otorgado.

Las infracciones relativas a la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones se encuentran tipificadas en la Ley y su Reglamento General y en el ámbito del servicio de radiodifusión por la ley de Radio y Televisión y su Reglamento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre	: ZTE CORPORATION	
Dirección	: ZTE Plaza, Keji road south, Hi-Tech IndustrialPark, Nanshan District, Shenzhen	País : CHINA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción	: TRANSCÉPTOR RF	
Función	: Transceptor RF base para telefonía móvil	
Marca	: ZTE	Modelo : ZXC BTS M452
Norma Técnica Aplicada : PNAF-R.M.N°187-2005-MTC/03 del 03/04/05 - Apéndice 7 y 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones-UIT-R		

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Banda de frecuencias de operación	: Sub banda A: 453 a 457.5 MHz (uplink); 463 a 467.5 MHz (downlink) Sub banda B: 450 a 454.5 MHz (uplink); 460 a 464.5 MHz (downlink)
Potencia de transmisión	: 20 W
Emisión de frecuencias espúreas/armónicas	: Mejor que -13 dBm
Estabilidad de frecuencia	: Mejor que ± 0.05 ppm
Sensibilidad en recepción	: -117 dBm
Temperatura de operación	: -40°C a +55°C
Tipo de modulación	: QPSK; OQPSK
Estándar(es)	: EIA/TIA IS-2000, IS97-D, TSB74
Característica	: Tecnología CDMA, con un máximo de 3 portadoras por sector, de 1.23 MHz



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código: TRFM14239

Emisión: 19/09/2006

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 4102-2006-MTC/18.01.3 del 19/09/2006, en el cual se indica que cumple con las disposiciones de la Ley y su Reglamento General, el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones (Decreto Supremo N° 001-2006-MTC publicado el 21/01/2006) y Normas Técnicas Vigentes, por lo que se permite su uso en el territorio nacional bajo las siguientes condiciones:

El presente certificado no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.

La expedición del presente certificado no exime a la Dirección General de Control y Supervisión de Telecomunicaciones de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación el órgano competente procederá a cancelar el certificado otorgado.

Las infracciones relativas a la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones se encuentran tipificadas en la Ley y su Reglamento General y en el ámbito del servicio de radiodifusión por la ley de Radio y Televisión y su Reglamento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre	: THALES		
Dirección	: 160 Bd de Valmy - BP82 - 92704 Colombes Cedex.	País	: FRANCIA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción	: TRANSEPTOR PARA SERVICIO PRIVADO		
Función	: Transceptor Base para Radiocomunicación		
Marca	: THALES	Modelo	: µBTS
Norma Técnica Aplicada : PNAF-R.M.N°187-2005-MTC/03 del 03/04/05 - Apéndice 7 y 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones-UIT-R			

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Banda de frecuencias de operación	: RX:300-310MHz, TX:336-346MHz; RX:350-360MHz, TX:360-370MHz; RX:380-390MHz, TX:390-400MHz; RX:410-420MHz, TX:420-430MHz; RX:450-460MHz, TX:460-470MHz; RX:805-825MHz, TX:850-870MHz;
Potencia de transmisión	: 27dBm a 40dBm.
Sensibilidad en recepción	: -121 dBm.
Ancho de banda	: 5, 10, 14 MHz.
Espaciamiento de canal	: 25 KHz.
Modulación	: Pi / 4 DQPSK.
Interfaces	: Ethernet 10/100 Mbit/s.
Nota	: La utilización y operatividad del equipo está sujeta a la autorización del Teleservicio Privado.



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE COMUNICACIONES
CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código: ANRA17818

Emisión: 29/04/2008

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 1852-2008-MTC/29.01 del 29/04/2008, en el cual se indica que cumple con las disposiciones de la Ley y su Reglamento General, el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones (Decreto Supremo N° 001-2006-MTC publicado el 21/01/2006) y Normas Técnicas Vigentes, por lo que se permite su uso en el territorio nacional bajo las siguientes condiciones:

El presente certificado no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.

La expedición del presente certificado no exime a la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación el órgano competente procederá a cancelar el certificado otorgado.

Las infracciones relativas a la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones se encuentran tipificadas en la Ley y su Reglamento General y en el ámbito del servicio de radiodifusión por la ley de Radio y Televisión y su Reglamento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre	: TRAM	
Dirección	: 524-C WESTLAND DRIVE EDMOND. OKLAHOMA 73013	Pais : U.S.A.

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción	: ANTENA	
Función	: Antena para radiocomunicación	
Marca	: TRAM	Modelo : 1486
Norma Técnica Aplicada : PNAF-R.M. N° 187-2005-MTC/03 del 03/04/05.		

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Rango de frecuencias	: 406 - 512 MHz
Potencia (máxima de entrada)	: 200 W
Ganancia	: 6.5 dB
VSWR	: 1.5:1
Impedancia	: 50 Ohms
Polarización	: Vertical
Tipo	: Whip



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES
CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código : AVBS11513	
Emisión 17/08/2005	Vencimiento 17/08/2010

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 1855-2005-MTC/18.01.3 del 17/08/2005, en el cual se indica haber efectuado las verificaciones de las características técnicas del equipo y/o aparato de telecomunicaciones abajo mencionadas, habiéndose concluido que cumple con las recomendaciones técnicas nacionales y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por lo que se permite su uso en el territorio nacional, bajo las siguientes condiciones:

- El certificado se otorga por el plazo establecido, renovable al término del vencimiento a solicitud de parte y está sujeto a los pagos correspondientes por tal concepto.
- El certificado es requisito para la operación del equipo en el servicio autorizado.
- Todos los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones iguales al modelo verificado conservarán las mismas especificaciones técnicas de funcionamiento abajo detalladas, bajo apercibimiento de aplicar las sanciones legales respectivas.
- La presente certificación está sujeta o condicionada a las mediciones y comprobación técnica de un modelo del equipo y/o aparato proporcionado por el solicitante, al inicio de la solicitud o dentro del periodo de vencimiento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : NORTEL NETWORKS	
Dirección : 35 Davis Drive Research Triangle Park, NC 27709	Pais : U.S.A.

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : RUTEADOR	
Función : Ruteador para transmisión de datos	
Marca : NORTEL NETWORKS	Modelo : PDSN 16000
Norma Técnica Aplicada : Reglamento de la U.I.T.-T	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de transmisión	: 10, 100, 1000 Mbps
Capacidad	: 500,000 (sesiones simultaneas de usuarios); 6,000 (llamadas/segundos); 10,000 (tunel PCF)
Protocolos	: RIP v2, OSPF v2, IPSec, IP
Interfaces	: 1 (SPC); 1 (PAC); 1 (SPIO), 1 (slot Fast Ethernet/Gigabit Ethernet), 1 (RCC)
Número de puertos	: 1 (10/100/1000 Base-Tx / RJ-45, SFP), 1 (RS-232), 1 (BNC)
Estándares	: IETF RFC-2002, IETF RFC-1902, IETF RFC-2328, IETF RFC-2453, IETF RFC 3193, FCC Part 15 B



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES
CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código : AVBS12721	
Emisión 04/01/2006	Vencimiento 04/01/2011

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 0007-2006-MTC/18.01.3 del 04/01/2006, en el cual se indica haber efectuado las verificaciones de las características técnicas del equipo y/o aparato de telecomunicaciones abajo mencionadas, habiéndose concluido que cumple con las recomendaciones técnicas nacionales y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por lo que se permite su uso en el territorio nacional, bajo las siguientes condiciones:

- El certificado se otorga por el plazo establecido, renovable al término del vencimiento a solicitud de parte y está sujeto a los pagos correspondientes por tal concepto.
- El certificado es requisito para la operación del equipo en el servicio autorizado.
- Todos los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones iguales al modelo verificado conservarán las mismas especificaciones técnicas de funcionamiento abajo detalladas, bajo apercibimiento de aplicar las sanciones legales respectivas.
- La presente certificación está sujeta o condicionada a las mediciones y comprobación técnica de un modelo del equipo y/o aparato proporcionado por el solicitante, al inicio de la solicitud o dentro del período de vencimiento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : HUAWEI TECHNOLOGIES CO, LTD	
Dirección : Bantian, Longgang District Shenzhen 518129 P.R.	País : CHINA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : RUTEADOR	
Función : Ruteador para transmisión de datos	
Marca : HUAWEI	Modelo : PDSN9660
Norma Técnica Aplicada : Reglamento de la U.I.T.-T	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de transmisión	: 10, 300, 3000 Mbps
Capacidad	: 3000000 (abonados simultáneas prepago/sesiones simultáneas)
Protocolos	: UDP, TCP, IP, PPP, ICMP, L2TP
Estándares	: RFC 768/791/793/1144/2661, EN300386-2/55022/50082-1, TIA/EIA/IS-2001-A
Temperatura de operación	: 0° a 45°C



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código : AVBS11194	
Emisión 11/07/2005	Vencimiento 11/07/2010

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 1458-2005-MTC/18.01.3 del 11/07/2005, en el cual se indica haber efectuado las verificaciones de las características técnicas del **equipo y/o aparato de telecomunicaciones** abajo mencionadas, habiéndose concluido que cumple con las recomendaciones técnicas nacionales y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por lo que se permite su uso en el territorio nacional, bajo las siguientes condiciones:

- El certificado se otorga por el plazo establecido, renovable al término del vencimiento a solicitud de parte y está sujeto a los pagos correspondientes por tal concepto.
- El certificado es requisito para la operación del equipo en el servicio autorizado.
- Todos los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones iguales al modelo verificado conservarán las mismas especificaciones técnicas de funcionamiento abajo detalladas, bajo apercibimiento de aplicar las sanciones legales respectivas.
- La presente certificación está sujeta o condicionada a las mediciones y comprobación técnica de un modelo del equipo y/o aparato proporcionado por el solicitante, al inicio de la solicitud o dentro del período de vencimiento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : ZTE CORPORATION		
Dirección : Keji Road South , Hi-Tech Industrial Park Nanshan District, Shenzhen, 518057	País : CHINA	

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : RUTEADOR		
Función : Ruteador de datos para uso en telefonía móvil		
Marca : ZTE	Modelo : ZXPDS H100	
Norma Técnica Aplicada : Reglamento de la U.I.T.-T		

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de transmisión	: 10 Mbps, 100 Mbps, 200 Mbps, 400 Mbps
Número de Interfaces	: soporta. 1 (módulo MPM), 1 (módulo SPM)
Capacidad	: soporta 1,600.000 (abonados de datos)
Número de puertos	: 1 (10/100 Base-Tx / telnet), 4 (10/100 Base-Tx), 1 (serial consola), 1 (HDLC)
Protocolos	: RIP v2, TCP, IPv6, OSPF v2, SNMP v2, HDLC, IPSec, L2TP
Estándares	: 3GPP 2 A.S0001-A, RFC 768, RFC 791, RFC 793, RFC1144, RFC 2003, RFC 2661, RFC 2561, IEEE 802.3



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION
DE TELECOMUNICACIONES
CERTIFICADO DE HOMOLOGACION

Código : AVBS11197	
Emisión 11/07/2005	Vencimiento 11/07/2010

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 1459-2005-MTC/18.01.3 del 11/07/2005, en el cual se indica haber efectuado las verificaciones de las características técnicas del equipo y/o aparato de telecomunicaciones abajo mencionadas, habiéndose concluido que cumple con las recomendaciones técnicas nacionales y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por lo que se permite su uso en el territorio nacional, bajo las siguientes condiciones:

- El certificado se otorga por el plazo establecido, renovable al término del vencimiento a solicitud de parte y está sujeto a los pagos correspondientes por tal concepto.
- El certificado es requisito para la operación del equipo en el servicio autorizado.
- Todos los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones iguales al modelo verificado conservarán las mismas especificaciones técnicas de funcionamiento abajo detalladas, bajo apercibimiento de aplicar las sanciones legales respectivas.
- La presente certificación está sujeta o condicionada a las mediciones y comprobación técnica de un modelo del equipo y/o aparato proporcionado por el solicitante, al inicio de la solicitud o dentro del período de vencimiento.

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : ZTE CORPORATION	
Dirección : Keji Road South , Hi-Tech Industrial Park Nanshan District, Shenzhen, 518057	País : CHINA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : RUTEADOR	
Función : Ruteador de datos para uso en telefonía móvil	
Marca : ZTE	Modelo : ZXPDS P100
Norma Técnica Aplicada : Reglamento de la U.I.T.-T	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Velocidad de transmisión	: 153.6 Kbps, 10 Mbps, 100, 200 Mbps
Número de Interfaces	: soporta. 1 (módulo MPM), 1 (módulo SPM)
Capacidad	: soporta 120,000 (abonados de datos); 20,000 (abonados de protocolos tipo tunel)
Protocolos	: RIP v2, TCP, IPv6, OSPF v2, SNMP v2, HDLC, IPSec, L2TP
Número de puertos	: 1 (10/100 Base-Tx / telnet), 4 (10/100 Base-Tx), 1 (serial consola), 1 (HDLC)
Estándares	: 3GPP 2 A.S0001-A, RFC 768, RFC 791, RFC 793, RFC1144, RFC 2003, RFC 2661, RFC 2561, IEEE 802.3