

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**ESTUDIO Y ANALISIS DE LA RED INALAMBRICA WIFI PARA  
EL SERVICIO DE INTERNET EN LAS PLAYAS DEL SUR DE  
LIMA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**GIANCARLO ANIBAL VILLARREAL NEYRA**

**PROMOCIÓN  
2007-2**

**LIMA – PERÚ  
2012**

**ESTUDIO Y ANALISIS DE LA RED INALAMBRICA WIFI PARA EL SERVICIO DE  
INTERNET EN LAS PLAYAS DEL SUR DE LIMA**

A mis queridos padres; Aníbal y Corina, a mis hermanas; Lisbeth, Katherine y Lilian, a Katherine; el gran amor de mi vida.

## **SUMARIO**

Con el avance de la tecnología, el uso de la computadora y sus diversos aplicativos de software están siendo utilizados de forma progresiva. Toda empresa se ha visto en la necesidad de estar al tanto en la tecnología ,además, las personas se han visto también en la necesidad de incluir en sus vidas cotidianas aparatos como dispositivos móviles, agendas electrónicas, computadoras portátiles, entre otros.

En Internet es posible obtener información relevante sobre temas específicos de búsqueda, siendo posible a que existe una red de computadoras alrededor del mundo que comparten información entre ellas por medio de páginas. En particular, el uso de internet permite a los usuarios mantenerlos informados, incrementando así, la inclusión social.

Conocer los criterios a considerar para la realización de un estudio Wi-Fi considerando su respectivo marco regulatorio, describiendo las generalidades de las redes inalámbricas y las antenas utilizadas para brindar cobertura inalámbrica es importante al momento del diseño y/o implementación de una red Wi-Fi.

En tal sentido se plantea el marco teórico de la comunicación inalámbrica, con un enfoque especial en el estudio de la red Wi-Fi; para luego describir el estudio y análisis de una red inalámbrica Wi-Fi para el servicio de internet en 5 playas del Sur de Lima; playas el Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas; permitiendo brindar cobertura a las playas del distrito de Asia.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....</b>	<b>3</b>
1.1 Introducción.....	3
1.2 Definición de Antena.....	4
1.3 Polarización de una Antena.....	4
1.4 Bandas Licenciadas vs Bandas no-licenciadas.....	7
1.5 Bandas no licenciadas aplicadas en Perú.....	8
1.6 Atributos de las frecuencias.....	10
1.6.1 Banda 2.4Ghz.....	10
1.6.2 Banda 5Ghz.....	13
1.7 Potencia Isotrópica Radiada Efectiva (PIRE).....	15
1.8 Variación de la Potencia en un enlace.....	17
1.9 Tipos de Antenas.....	21
1.9.1 Antenas direccionales.....	22
1.9.2 Antenas omnidireccionales.....	22
1.9.3 Antenas Sectoriales.....	23
1.10 Línea de vista en enlaces inalámbricos.....	24
1.11 Refracción en los enlaces con línea de Vista.....	25
1.12 Zona de Fresnel.....	26
1.13 Clasificación de las Bandas de Radio Frecuencia.....	28
1.14 Tecnología Inalámbrica.....	30
1.14.1 Wi-Fi.....	31
1.14.2 Estándares 802.11 para las redes inalámbricas Wi-Fi.....	31
<b>CAPITULO II</b>	
<b>DESCRIPCION DEL PROBLEMA DE INGENIERIA.....</b>	<b>37</b>
2.1 Introducción.....	37
2.2 Formulación del Problema.....	38

2.3	Objetivo del Trabajo.....	38
2.4	Justificación.....	38
2.4.1	Conveniencia del Informe.....	38
2.4.2	Aportes.....	39
2.5	Limitaciones.....	39
2.5.1	Limitaciones Geográficas.....	39
2.5.2	Limitaciones Eléctricas.....	40
2.5.3	Limitaciones de Acceso-Trabajo.....	40
2.5.4	Limitaciones Financieras.....	40
2.5.5	Limitaciones tecnológicas.....	40
<b>CAPITULO III</b>		
<b>METODOLOGÍA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA.....</b>		<b>41</b>
3.1	Introducción.....	41
3.1.1	Consideraciones Preliminares.....	41
3.1.2	Estudio de campo previo y estudio de red.....	42
3.1.3	Elección y gestión de ubicaciones de nodos.....	42
3.1.4	La instalación eléctrica en los nodos.....	42
3.1.5	Diseño de la infraestructura de un nodo inalámbrico.....	43
3.1.6	Análisis real de coberturas.....	43
3.2	Precisión del Problema.....	44
3.2.1	Estudio de red WIFI en las Playas del Sur de Lima.....	44
3.2.1.1	Red de Transporte.....	45
3.2.1.2	Red de Acceso Wi-Fi.....	48
3.2.2	Imagen de marca.....	52
<b>CAPITULO IV</b>		
<b>ANALISIS FINANCIERO.....</b>		<b>53</b>
<b>CAPITULO V</b>		
<b>RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>		<b>61</b>
5.1	Introducción.....	61
5.2	Equipamiento utilizado.....	61
5.2.1	Radios de Acceso.....	61
5.2.2	Radios de Transporte.....	63
5.3	Distribución de Puntos de Accesos.....	65
5.3.1	Playa Arenas.....	65

5.3.2	Playa Bonita.....	72
5.3.3	Playa El Sol.....	77
5.3.4	Playa Palabritas.....	84
5.3.5	Playa Totoritas.....	90
5.4	Plantilla de Configuración del Equipamiento.....	97
5.5	Cobertura Wi-Fi– Walk Test.....	104
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>105</b>
<b>ANEXO A- PRUEBAS DE WALK - TEST.....</b>		<b>107</b>
<b>ANEXO B- IMÁGENES DE NODOS.....</b>		<b>113</b>
<b>ANEXO C- ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....</b>		<b>127</b>
<b>ANEXO D- CUADRO RESUMEN-ESTÁNDAR 802.11.....</b>		<b>130</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>133</b>

## INTRODUCCION

En la actualidad, los sistemas inalámbricos se encuentran por todas partes. Es así, que hoy en día se utiliza los ya habituales sistemas de telefonía móvil, al cual se unen las redes de datos inalámbricas, la televisión digital terrestre o los radioenlaces punto a punto/multipunto.

Uno de los problemas más comunes dentro de las redes alámbricas es el acceso físico a la red a la cual se desea acceder, esto debido a las dificultades del paso de cables a través de obstáculos.

Las redes inalámbricas facilitan la operación en lugares donde el ordenador o PC no puede permanecer en un solo lugar, en lugares donde no se cuenta con una red cableada, siendo ideal para situaciones en que la red estará en funcionamiento por unos días, no siendo justificable realizar un cableado estructurado para poder brindar acceso a la red; así la empresa no tiene que instalar ni mover cables cada vez que se realiza un cambio de ubicación.

La escalabilidad es un punto importante a considerar en la implementación de las redes, siendo más sencillo agregar una PC a una red inalámbrica que lidiar con las dificultades de expansión de una red alámbrica al momento de agregar a un nuevo usuario a la red.

Internet se ha convertido en parte de la vida diaria de toda persona, cambiando el método de compartir y encontrar información, estar en contacto, solicitar servicios, e incluso ayudar a gente con discapacidad. Navegar por Internet es un fenómeno global.

Internet es utilizada cada día más, por investigadores, educadores, estudiantes, empresarios, profesionales, técnicos, amas de casa, quienes ven la utilidad de este medio y la importancia que ha adquirido a escala mundial. A través de Internet se abre un abanico de posibilidades realmente amplias para las personas y empresas que puedan contar con acceso a Internet, es por ello que existe gran interés en poder contar con el servicio de conexión.

Con las redes inalámbricas, se incrementa la productividad y eficiencia de las empresas donde está instalada. Un usuario dentro de una red inalámbrica puede transmitir y recibir voz, datos a velocidades de 11 Mbps o superiores. Sin embargo, tener acceso a redes de telecomunicaciones, tal como internet, en zonas periféricas de Lima



metropolitana, como las playas del Sur de Lima, presentan varias dificultades como la ausencia de soluciones tecnológicas realmente apropiadas, realistas y sostenibles, que permitan acceder a la red; lo cual es un obstáculo para el desarrollo y la calidad de vida de las personas. El alto costo de las alternativas tecnológicas convencionales; con sumas arriba de 500 mil dólares; las dificultades del entorno tales como la ausencia de alimentación eléctrica, las dificultades de acceso o la falta de seguridad física de las instalaciones en ciertas zonas son grandes condicionantes para estas tecnologías.

El presente informe de suficiencia describe el estudio y análisis de una red inalámbrica Wi-Fi para el servicio de internet en 5 playas del Sur de Lima; playas el Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas; el cual permite brindar cobertura al distrito de Asia.

Para este propósito, este trabajo se encuentra organizado en 5 capítulos y un anexo, los cuales son descritos brevemente a continuación:

En el Capítulo I, se dedica el marco teórico de las tecnologías Inalámbricas WIFI con su respectivo marco regulatorio, describiendo las generalidades de las redes inalámbricas, las antenas utilizadas para brindar cobertura y la integración de las redes inalámbricas por medio de las conexiones punto – punto y punto – multipunto.

En el Capítulo II, se describe la problemática, la justificación y las limitaciones para la elaboración del informe de suficiencia, considerando la importancia de las telecomunicaciones como motor de la sociedad de la información.

En el Capítulo III, se describe la infraestructura escogida para brindar el servicio inalámbrico a las playas del sur de Lima.

En el Capítulo IV, se presenta los costos de inversión y operación para la implementación del proyecto.

En el Capítulo V, se presentan los resultados obtenidos, considerando las configuraciones y parámetros utilizados en los equipos de red e inalámbricos para brindar la cobertura en las playas.

# CAPITULO I

## MARCO TEORICO CONCEPTUAL

### 1.1 Introducción

En la actualidad las redes inalámbricas han ganado mucha popularidad debido a las prestaciones que brindan y el uso de nuevas aplicaciones con tecnología inalámbrica.

Con una red inalámbrica, se permite el acceso a la información en tiempo real sin necesidad de estar físicamente conectados a un determinado lugar.

La tecnología avanza y con ella la necesidad de poder acceder o brindar servicio sin estar necesariamente en un solo lugar, sino de poder acceder a la información independientemente del lugar donde uno se encuentre.

Las redes inalámbricas están adquiriendo éxito debido a sus diferentes beneficios: una tecnología eficaz con el uso del espectro, muy orientada al despliegue de redes locales de pequeño tamaño, un entorno regulatorio que permite su libre uso, una lógica fácilmente integrable y de costos por debajo de los 500 mil dólares; y una interoperabilidad de equipos generalmente exitosa. Sin embargo, las redes inalámbricas han requerido un estudio profundo de cómo tener un uso muy eficiente en un rango escaso de frecuencias y de cómo conseguir una amplia cobertura con potencias de emisión muy bajas, además de aspectos relacionados con la seguridad de las comunicaciones.

Hoy en día los Operadores de Telecomunicaciones buscan contar con infraestructura Wi-Fi para brindar servicios basados en tecnología inalámbrica, tanto para las empresas como también el acceso a internet en ambientes públicos cubriendo zonas con gran densidad de usuarios.

Se puede decir que Wi-Fi (Wireless Fidelity) es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basados en las especificaciones IEEE 802.11 creado para ser utilizado en redes locales inalámbricas y en la actualidad también es utilizado para acceder a Internet, debido a que posibilita el acceso móvil a internet a un costo muy asequible.

La Tecnología inalámbrica Wi-Fi ha estado creciendo rápidamente en entornos donde se requiere un acceso móvil, utilizando básicamente frecuencias correspondientes a las microondas (bandas de frecuencias de 2,4 GHz y 5.8 GHz) y permiten tener anchos

de banda apreciables (desde 1 Mbps en las primeras versiones hasta llegar a los 600 Mbps de los últimos estándares).

## 1.2 Definición de Antena

Una Antena se puede definir como un dispositivo o transductor entre la guía de onda y espacio libre, o viceversa; diseñada para radiar o recibir ondas electromagnéticas.

Se puede considerar como un adaptador de impedancias entre la guía de Onda, que se transmite por conductores o guías, y las ondas de espacio libre.

Las Ondas Electromagnéticas viajan a través de la guía de onda abriéndose e irradiándose luego como una onda de espacio libre, como se observa en la Fig.1.1.

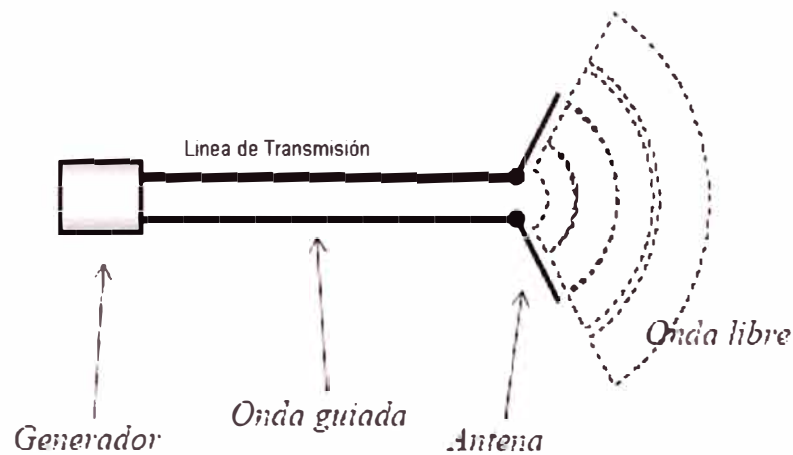


Fig.1.1 Radiación de una Antena

Cuando se realiza la transmisión de información a través de la antena en aplicaciones de altas frecuencias (microondas) o bajo consumo de potencia, las líneas de transmisión y los cables coaxiales presentan atenuaciones muy elevadas por lo que impiden que la transmisión de la información sea la adecuada; siendo utilizados básicamente en aplicaciones de bajas frecuencias. Por otro lado, las guías de onda reducen la disipación de energía, siendo utilizadas para aplicaciones de alta frecuencia denominadas de microondas ya que se presentan poca atenuación para el manejo de señales de alta frecuencia.

## 1.2 Polarización de una Antena

La polarización de la antena viene definida por la trayectoria que describe el vector de campo eléctrico (o magnético) en función del tiempo de observación en el sentido de propagación de la onda (la onda se aleja del observador).

Se tiene las 3 tipos de polarización:

a) Polarización Lineal:

El vector de campo eléctrico está contenido en una única dirección. Si el campo eléctrico permanece en la dirección vertical durante toda la trayectoria de una onda se dice que tiene polarización vertical.

Si el campo eléctrico permanece en la dirección horizontal durante toda la trayectoria de una onda se dice que tiene polarización horizontal. En la Figura 1.2 se visualiza la polarización Lineal.

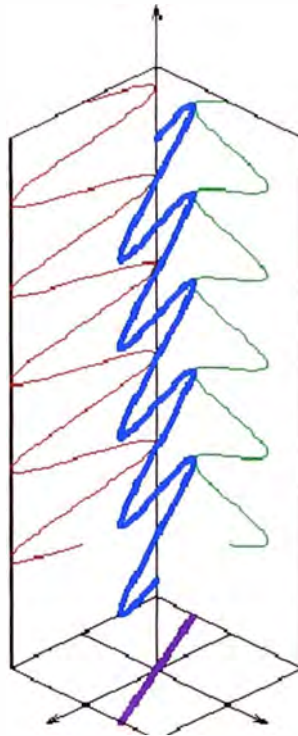


Figura 1.2. Polarización Lineal: variación del campo eléctrico (azul) con el tiempo (el eje vertical), y la trayectoria trazada por la punta del vector en el plano (púrpura).

b) Polarización circular:

El vector de campo eléctrico describe una trayectoria circular. Si rota en el sentido de las agujas del reloj, la polarización es derecha (dextrógira). Si lo hace en sentido contrario, la polarización es izquierda (levógira). En la Figura 1.3 se observa la polarización Circular.

c) Polarización Elíptica:

El vector de campo eléctrico describe una trayectoria elíptica. Al igual que la polarización circular, se puede distinguir entre polarización elíptica derecha o izquierda.

En realidad, tanto la polarización lineal como la circular son casos particulares de la elíptica: una elipse de excentricidad infinita es una línea y una elipse de excentricidad nula es una circunferencia. La medida de la polarización se debe realizar en la zona

lejana de la antena de tal forma que una variación en la distancia a la misma no cambie la polarización obtenida. En la Figura 1.4 se observa la polarización Elíptica.

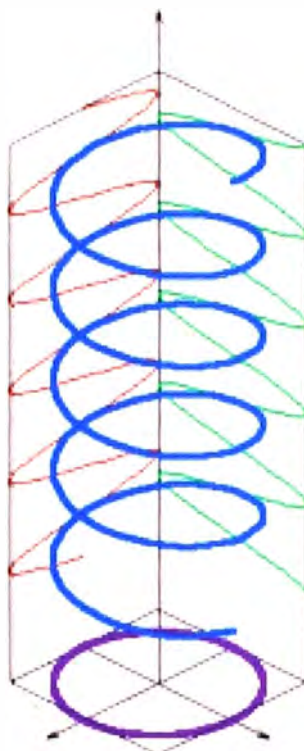


Figura 1.3. Polarización Circular: variación del campo eléctrico (azul) con el tiempo (el eje vertical), y la trayectoria trazada por la punta del vector en el plano (púrpura).

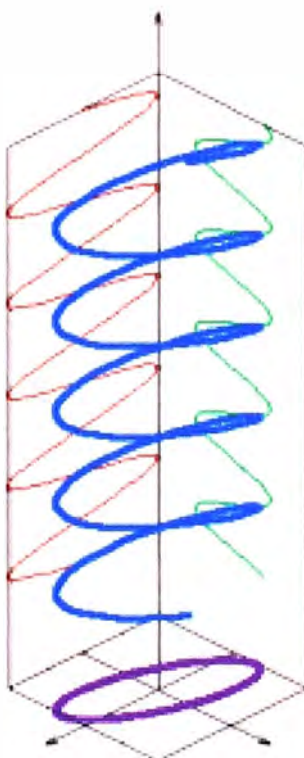


Figura 1.4 Polarización Elíptica: variación del campo eléctrico (azul) con el tiempo (el eje vertical), y la trayectoria trazada por la punta del vector en el plano (púrpura).

Una consideración a tener en cuenta al hacer un enlace, tanto las antenas de transmisión como de recepción deben tener la misma polarización. Cuando un extremo del enlace tiene polarización diferente al otro, se presenta una situación de un enlace con polarización cruzada, la cual implica una pérdida de señal considerable. Sin embargo, la polarización cruzada se puede aprovechar para que dos señales a la misma frecuencia compartan un mismo espacio geográfico, diferenciándose en la polarización.

#### **1.4 Bandas Licenciadas vs Bandas no-licenciadas**

Cuando se diseñan enlaces inalámbricos es importante la elección de la frecuencia inalámbrica pues puede alterar los atributos y capacidades de la red. El conocer las características de los espectros permitirá determinar la mejor solución inalámbrica.

Mientras exista mayor tráfico inalámbrico, habrá mayor posibilidad de interferencias y por lo tanto las transmisiones inalámbricas se volverán menos efectivas. Para evitar eso, las empresas adquieren bandas de espectros de frecuencias con las cuales puedan trabajar sin ninguna interferencia exterior, debido a que no habrá otras aplicaciones que se encuentren usando la misma frecuencia.

Sin embargo, la adquisición de bandas de frecuencias tiene un costo que debe ser asumido por la empresa y/o usuario que requiere hacer uso de dicha banda, por lo que mayoría de empresarios WISP o cualquier persona individual se aleja de las bandas de frecuencia licenciadas.

El espectro que requiere licencia tiene un precio potencialmente alto, pero es justificable cuando la oferta del servicio requiere una alta calidad de servicio. La mayor ventaja de tener el espectro que requiere licencia es que el licenciataria tiene uso exclusivo del espectro.

Debido a que las bandas de frecuencias no licenciadas brindan una buena plataforma para construir enlaces inalámbricos de bajo precio, rápidos y confiables; es común encontrar muchas aplicaciones haciendo uso de dicha banda.

Hay cuatro desventajas principales relacionadas con el uso del espectro que no requiere licencia:

- Interferencias. Debido a que el espectro que no requiere licencia puede ser utilizado por varios sistemas diferentes de RF por lo tanto, hay altas probabilidades de que ocurran interferencias.
- Mayor competencia. Los operadores que utilizan el espectro que no requiere licencia tienen que asumir que otro operador fácilmente podría ingresar en el mercado empleando el mismo espectro. En realidad, el número relativamente alto de puntos de acceso públicos Wi-Fi se debe a este hecho.

- Potencia limitada. Otra desventaja del espectro que no requiere licencia es que los entes reguladores del gobierno por lo general limitan la cantidad de potencia que puede transmitirse. Esta limitación es especialmente importante en 5.8GHz, donde la mayor potencia podría compensar la pérdida de propagación relacionada con el espectro en frecuencias más altas (presencia de obstáculos).

- Disponibilidad. Mientras el espectro de 2.4GHz está disponible universalmente, en la actualidad el espectro 5.8GHz no se encuentra disponible en los países de Europa.

### 1.5 Bandas no licenciadas aplicadas en Perú

La banda utilizada en UHF es la antigua banda ISM en banda UHF. En la banda UHF no existe una única banda de frecuencia ISM universal dedicada a RF; dependiendo de cada país. Desde el punto de vista de la atribución de frecuencias, el mundo ha sido dividido en 3 regiones. Perú se encuentra en la región 2 que considera a todos los países del continente Americano según la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

El MTC mediante Resolución Ministerial N°187-2005-MTC/03 aprobado el 06 de Mayo del 2011 modificó el Cuadro de Atribución de Frecuencias (PNAF<sup>1</sup>) indica:

*“P23. Las siguientes bandas están destinadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM):*

*13 553 – 13 567 kHz (frecuencia central 13 560 kHz),*

*26 957 – 27 283 kHz (frecuencia central 27 120 kHz),*

*40,66 – 40,70 MHz (frecuencia central 40,68 MHz),*

*902 – 928 MHz (frecuencia central 915 MHz),*

*2 400 – 2 500 MHz (frecuencia central 2 450 MHz),*

*5 725 – 5 875 MHz (frecuencia central 5 800 MHz), y*

*24 - 24,25 GHz (frecuencia central 24,125 GHz)*

*Los servicios de radiocomunicaciones que funcionan en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones y en ningún caso podrán causar interferencias a aplicaciones ICM.*

*Las bandas 2 400 – 2 483,5 MHz y 5 725 – 5 850 MHz, están atribuidas a título secundario para los servicios fijo y/o móvil, público y/o privado. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio.*

---

<sup>1</sup> PNAF: documento técnico normativo que contiene los cuadros de atribución de frecuencias y la clasificación de usos del espectro radioeléctrico

*P82 .La banda 5150 - 5 250 MHz está atribuida a título secundario para servicios fijo y/o móvil públicos y/o privados de telecomunicaciones para su uso en interiores. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio.*

*P83. La banda 5250 - 5 350 MHz está atribuida a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles.*

*Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio.”*

La UIT ha destinado a nivel mundial (y en algún caso, regional) bandas para uso primario para las aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM). Además recomienda cuales deberían ser las bandas no licenciadas, las cuales son adoptadas en Perú, siendo las siguientes:

- 915Mhz: 902-928 Mhz

- 2.4GHz: 2403-2483 Mhz

- 5 GHz: 5150-5250Mhz, 5250-5350Mhz ,5725-5850 MHz,

Las estaciones que operen este rango de frecuencias no están sujetas a protección y no deberán ocasionar interferencias perjudiciales a los demás servicios que operen en estas bandas, debiendo los operadores adoptar las medidas y técnicas necesarias que a satisfacción del Ministerio permita la mutua co-existencia.

En referencia a la banda de 915Mhz el MTC mediante Resolución Ministerial N°187-2005-MTC/03 aprobado el 06 de Mayo del 2011 modificó el Cuadro de Atribución de Frecuencias (PNAF) también indica:

*“P.57A La Banda 915-928Mhz se mantiene en reserva. Excepcionalmente, las estaciones autorizadas para el servicio privado a título secundario en dicha banda, efectuada antes de de la vigencia de la presente Resolución, podrán seguir operando hasta el vencimiento de su respectiva autorización*

*Aquellas personas naturales o jurídicas cuyos equipos y/o aparatos de telecomunicaciones operan las bandas 902-928 MHz, que transmiten con una potencia no superior a 100 mili vatios (mW) en antena(potencia efectiva irradiada), y no sean empleados para efectuar comunicaciones en espacios abiertos, así como aquellos que no trasmiten con una potencia no superior a 4 vatios (W) o 36 dBm en antena (potencia efectiva irradiada) en espacio abierto ,que fueron ingresados al país hasta el día anterior*



*a la entrada en vigencia de la presente norma, deberán dejar de usar y/o comercializar equipos y/o aparatos que operan en la citada banda de acuerdo a la condiciones que se establezcan.*

*El plazo máximo para el cumplimiento de lo establecido en el párrafo anterior, será de 18 meses, contados a partir del cierre del concurso público para el otorgamiento de concesión y asignación de las bandas 899-915 Mhz y 944-960Mhz para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao, y las bandas 902-915Mhz y 947-960Mhz en el resto del País”*

Las redes inalámbricas basadas en los estándares 802.11 de la IEEE operan en bandas de frecuencias destinadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ISM, Industrial, Scientific and Medical) que no requieren de licencia de operación. Los estándares 802.11 b/g son las versiones que se refieren a la radiocomunicación en la banda de frecuencias de 2.4 GHz (2400-2483,5 MHz), mientras que la norma 802.11a, que es el estándar que opera en la banda de frecuencias de los 5.8 GHz (5725-5850 MHz).

## **1.6 Atributos de las frecuencias**

Al momento de querer diseñar o establecer una plataforma para brindar una cobertura inalámbrica se debe de considerar la influencia que tiene la variación de la frecuencia sobre las señales inalámbricas.

Cuando la frecuencia se incrementa; la señal inalámbrica es más fácil de atenuar por obstáculos como copas de árboles, muros, etc. Pero se puede transmitir mayor Ancho de Banda. Cuando la frecuencia disminuye; la señal inalámbrica es más efectiva al momento de cruzar obstáculos, presentando menor atenuación. Pero transmite menor Ancho de Banda en comparación con las frecuencias altas.

Una consideración a tener en cuenta es que las bandas de menor frecuencia (900Mhz y 2.4Ghz) se encuentran más congestionadas que las bandas de mayor frecuencia como la de 5.8Ghz.

### **1.6.1 Banda 2.4Ghz**

La banda 2.4Ghz es una banda no licenciada destinada para uso privado o radioaficionado, la cual presenta una gran limitación como la interferencia con otras señales inalámbricas que hacen uso de ésta banda y el solapamiento de sus canales; esto debido a que varios quipos y aplicaciones utilizan dicha banda para operar, como los teléfonos inalámbricos, las laptops, los PDAs, los hornos microondas, entre otros. La banda de 2.4Ghz se encuentra ubicada en la banda de las microondas y al tratarse de

frecuencias próximas a la luz visible tiene un comportamiento similar a ésta. Al presentar longitudes de onda ( $\lambda$ ) relativamente grandes, de alrededor de 10cm, los objetos pequeños son transparentes a la señal, permitiendo que no siempre se deba tener línea de vista directa entre el emisor y receptor. Además, permite reflexiones de tal forma que se logre cobertura en zonas que a simple vista no tendría porque tener señal.

Dependiendo del país, la banda de 2.4Ghz dispone de más o menos canales pues no todos los países siguen las recomendaciones de la UIT. El Perú considera el uso de 11 canales para dicha banda como se puede observar en la Fig.1.5.

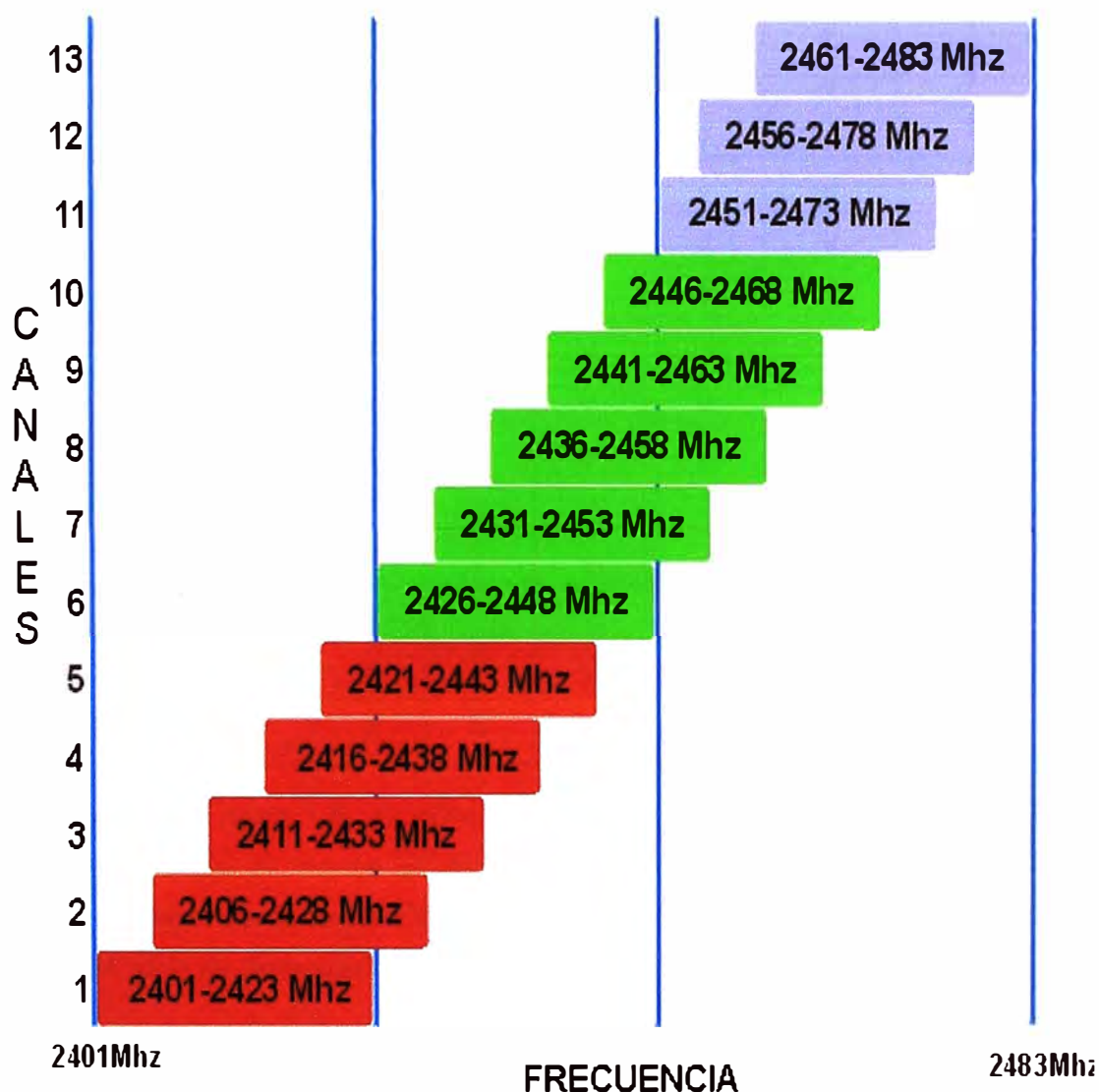


Figura.1.5 Banda de Frecuencia 2.4GHz

La banda de 2.4Ghz se divide en canales separados 5Mhz, pero resulta que el flujo de datos, de hasta 54Mbps en el caso del estándar 802.11g, al ser modulado necesita 22Mhz de ancho de banda para la transmisión, por lo que, habrá solapamiento de canales ocasionando interferencias.

Las técnicas de modulación usadas (OFDM en el caso de 802.11g y DSSS en el caso de 802.11b) hacen que la señal sea muy robusta frente a tales interferencias, pero sin embargo, no son capaces de eliminarlas por completo.

En la Tabla N°1.1 se muestra la distribución de la banda 2.4Ghz en ciertos países.

Tabla N°1.1 Banda de Frecuencias 2.4G

Canal	Frecuencia Central	U.S.A , Canada	Europa	España	Francia	Japón	Australia	Venezuela	Israel
	(MHz)	Perú							
1	2412	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	X
2	2417	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	X
3	2422	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
4	2427	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
5	2432	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
6	2437	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
7	2442	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
8	2447	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
9	2452	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
10	2457	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
11	2462	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
12	2467	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	X
13	2472	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	X
14	2484	X	X	X	X	solo 802.11b	X	X	X

Al analizar la Figura 1.6, se observa que al considerar el canal 1 (2412 MHz), el primer canal alejado al menos 22 MHz es el 6 (2437 MHz), separado 25 MHz del anterior; y el primer canal separado al menos 22 MHz del canal 6 es el 11 (2462 MHz), también a 25 MHz de distancia del canal 6.

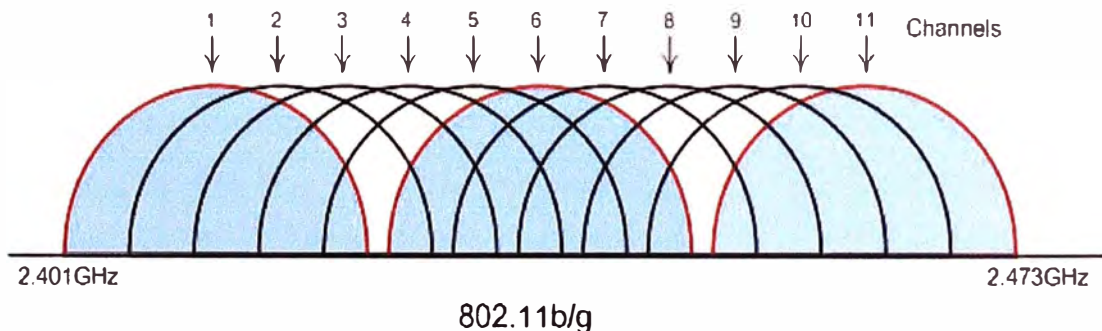


Figura.1.6 Distribución y solapamiento de canales en lavanda 2.4Ghz

Por lo tanto, se considera que los canales óptimos a usar para eliminar el solapamiento entre canales y minimizar las interferencias son tres: el 1, el 6 y el 11.

En Europa, utilizan 13 canales por lo que pueden usar la combinación de canales: 1, 6 y 11, la 2, 7 y 12 o la 3, 8 y 13, pero sin duda alguna, lo más conveniente es separar un poco más los canales usados y que la diferencia entre ellos quede en 30 Mhz.

Por lo tanto, se considera que los canales óptimos a usar para eliminar el solapamiento entre canales y minimizar las interferencias en Europa son tres: el 1, el 7 y el 13.

#### Las ventajas de la banda 2.4Ghz son:

- Una mejor tolerancia a obstáculos, como árboles u otros pequeños obstáculos, en comparación con 5.8GHz.
- Es compatible con dispositivos Wi-Fi, permitiendo crear redes de acceso a esta clase de dispositivos, en caso contrario no será una ventaja.
- Es una banda no licenciada – libre.

#### Y las desventajas de 2.4Ghz son:

- Sólo hay tres canales sin solapamiento.
- Es una banda congestionada; debido a que hay mucha interferencia que proviene desde teléfonos inalámbricos, enrutadores Wi-Fi domiciliarios, otros WISPs (proveedores de servicio de Internet), microondas, etc.
- Tiene una mayor zona de Fresnel<sup>2</sup>.

### **1.6.2 Banda 5Ghz**

A medida que la tecnología inalámbrica fue creciendo, se vio la necesidad de realizar enlaces que puedan transportar o brindar mayores anchos de banda. Así fue como se homologó la banda de 5Ghz.

Normalmente, la banda 5GHz es utilizada para enlaces backhaul o principales (punto a punto), ya que ofrece un espectro menos congestionado y al ser combinado con antenas de alta direccionalidad ofrece una mejor inmunidad frente a fuentes externas de interferencia. El Perú considera el uso de 12 canales para dicha banda como se puede apreciar en la Tabla. N°1.2

---

<sup>2</sup> Zona de Fresnel : Volumen de espacio entre el emisor y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

- 5150 Mhz – 5250 Mhz
- 5250 Mhz – 5350 Mhz
- 5725 Mhz - 5825 Mhz

Tabla N°1.2 Banda de Frecuencias 5G

Banda de Frecuencia (Mhz)	Número de Canal	Frecuencia Central (Mhz)	PERU	USA	EUROPA
5150 – 5250	36	5180	√	√	√
	40	5200	√	√	√
	44	5220	√	√	√
	48	5240	√	√	√
5250 – 5350	52	5260	√	√	√
	54	5280	√	√	√
	60	5300	√	√	√
	64	5320	√	√	√
5470 – 5725	100	5500	X	√	√
	104	5520	X	√	√
	108	5540	X	√	√
	112	5560	X	√	√
	116	5580	X	√	√
	120	5600	X	√	√
	124	5620	X	√	√
	128	5640	X	√	√
	132	5660	X	√	√
	136	5680	X	√	√
5725 - 5825	149	5745	√	√	X
	153	5765	√	√	X
	157	5785	√	√	X
	161	5805	√	√	X

Al utilizar una banda de frecuencia de 5.8Ghz, se tendrá una banda menos congestionada que permitirá elevar la velocidad de transferencia de datos y así poder implementar redes de mayor tamaño al existir mayor número de canales sin solapamiento.

Por lo tanto, se puede considerar que los canales óptimos a usar para eliminar el solapamiento entre canales y minimizar las interferencias en la banda de 5.8GHz son cuatro: el 149 (5745MHz), 153(5765MHz),157(5785MHz) y el 161(5805MHz).

Las ventajas de la banda 5.8GHz son:

- Existen antenas de mayor ganancia a igual precio o cercano.
- Tiene una menor zona Fresnel.
- Habitualmente, hay mucha menos interferencia proveniente desde otras fuentes.

Las desventajas de la banda 5.8GHz son:

-Es más intolerante a obstáculos, como árboles o muros, en comparación con la banda 2.4GHz.

### 1.7 Potencia Isotrópica Radiada Efectiva (PIRE)

El PIRE o Potencia Isotrópica Radiada Efectiva, es la máxima potencia que la antena va a radiar al espacio libre. Es la potencia efectiva que transmite una antena, incluyendo la ganancia que la antena brinda y las pérdidas del cable de la antena

Los órganos regulatorios de cada país restringen los niveles de potencia de varias frecuencias para cubrir las necesidades de los usuarios y mitigar la interferencia de Radio Frecuencia. Muchos países utilizan el estándar 802.11 como licencia libre para las aplicaciones inalámbricas, sin embargo, los dispositivos deben limitar sus niveles de potencia a valores relativamente bajos.

El PIRE se utiliza para estimar el área de cobertura del transmisor, y poder coordinar con los transmisores que se encuentran en la misma frecuencia para que sus áreas de cobertura no se solapen.

En muchos casos, los instaladores preferirían usar transmisiones de potencia elevada para incrementar el rango de cobertura para el acceso inalámbrico. El problema radicaría en que las interferencias RF con otros dispositivos podrían ocurrir más seguido. El espectro RF es limitado por lo que debemos controlar la cantidad de potencia que se utiliza para brindar la cobertura.

Todas estas consideraciones se deberían tener en cuenta cuando se calcula el PIRE para una antena específica.

Un radiador isotrópico irradia energía por igual en todas las direcciones, sin embargo, un radiador isotrópico perfecto es solo teórico, ya que incluso las más simples antenas concentran la señal en una dirección determinada, como se puede apreciar en la Fig.1.7 .

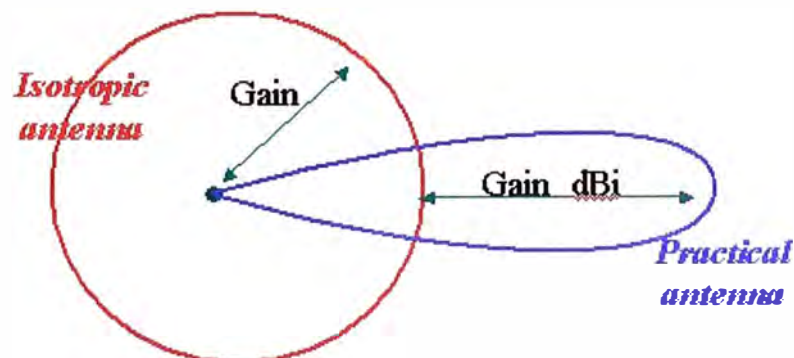


Figura.1.7 Comparación de concentración de potencia entre la antena isotrópica (teórica) y una antena real

El PIRE es calculado usando la siguiente fórmula:

PIRE = Potencia Isotrópica Radiada Efectiva

$P_t$  = Potencia del Transmisor (dBm)

$L_c$  = Pérdida del Cable (dB)

$G_a$  = Ganancia de la antena (dBi), haciendo referencia a la antena isotrópica.

$$PIRE = P_T - L_C + G_a \quad (1.1)$$

La representación gráfica del cálculo del PIRE se aprecia en la Fig.1.8

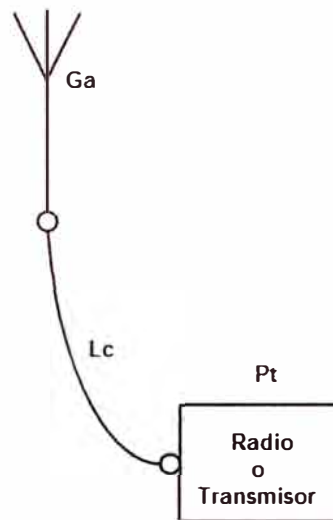


Figura.1.8 Formulación del PIRE

Es importante considerar algunas técnicas de Operación reguladas por el MTC en base al PIRE al utilizar frecuencias en el rango 902 – 928 MHz, 2400 – 2483,5 MHz y 5725 – 5850 MHz:

*“Los servicios deberán cumplir con las siguientes características:*

*a) La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima deberá sujetarse a las siguientes características:*

<i>PIRE maxima(cerrado)</i>	<i>PIRE maxima(abierto)</i>
<i>100 mW / 20 dBm</i>	<i>4 W / 36 dBm</i>

*b) La potencia pico máxima de salida de un transmisor no debe exceder un (1) vatio (30 dBm) en espacio abierto. En todos los casos se deberá observar el no superar la PIRE de 36 dBm, como se explica en los siguientes ejemplos:*

Potencia de salida del transmisor (vatios)	Potencia de salida del transmisor (dBm)	Ganancia Máxima de la antena(dBi)	PIRE máxima(dBm)
1	30	6	36
0.5	27	9	36
0.25	24	12	36

c) *Está prohibido el uso de amplificadores transmisores o cualquier otro dispositivo similar que altere las condiciones de PIRE máxima establecidas en el literal a) del presente artículo.*

d) *En las zonas rurales y en los lugares considerados de preferente interés social, podrán utilizarse antenas omnidireccionales.”*

### 1.8 Variación de la Potencia en un enlace

Podemos considerar en forma práctica que un Radio Enlace cuenta con 3 bloques importantes los cuales hay que tener en consideración:

#### Lado de Transmisión

Donde podemos considerar: la Potencia de Transmisión, pérdidas en el cable y ganancia de antena

#### Lado de Propagación

Donde podemos considerar: FSL (Pérdida de espacio libre) y la Zona de Fresnel.

#### Lado de Recepción

Donde podemos considerar: Ganancia de la antena, pérdidas en el cable y la sensibilidad del receptor

En la figura 1.9 se puede observar un descriptivo de lo indicado en un Radio Enlace.

Se puede apreciar en la gráfica de la Fig.1.10 que la potencia varía con la distancia dependiendo de muchos factores, algunos propios de las antenas que forman el enlace, (tanto de transmisión como de Recepción) y otros dependiendo el medio sobre el cual se realiza el enlace.



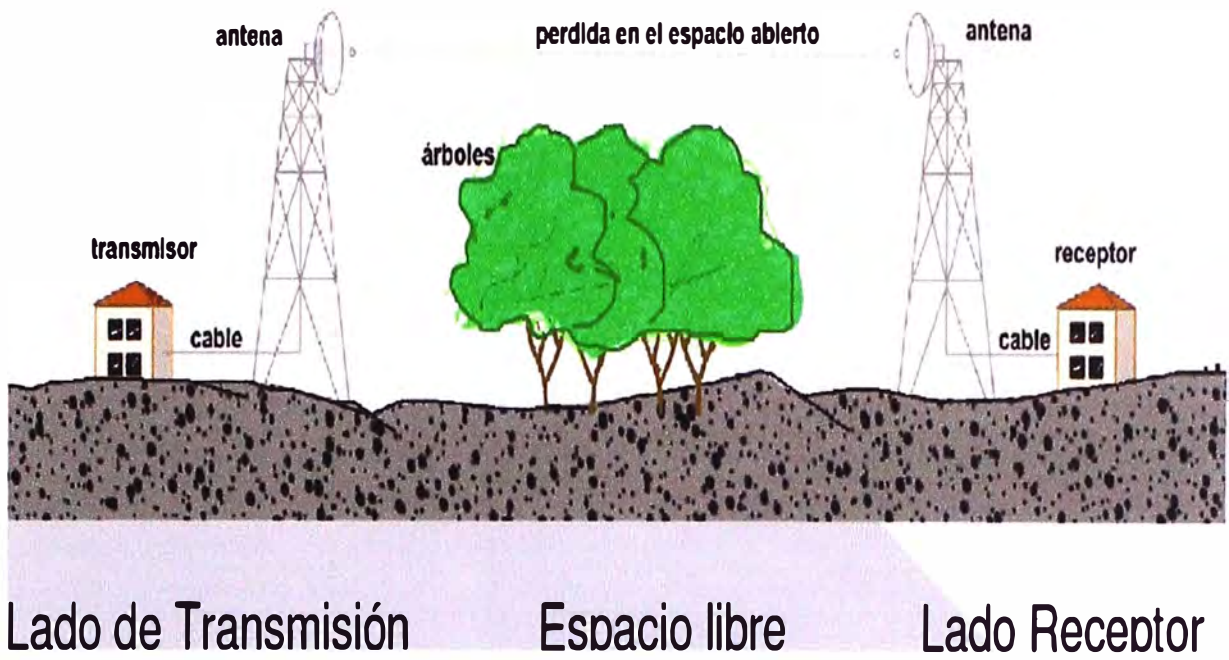


Figura. 1.9 Bloques de un Radio Enlace

Del gráfico Fig.1.10, se puede deducir:

$$P_t \text{ (dBm)} - A_t \text{ (dB)} + G_t \text{ (dBi)} - \text{FSL (dB)} + G_r \text{ (dBi)} - A_r \text{ (dB)} = P_r \tag{1.2}$$

$$P_r = \text{Margen} - \text{Sensibilidad del Receptor (dBm)} \tag{1.3}$$

## Potencia Versus Distancia

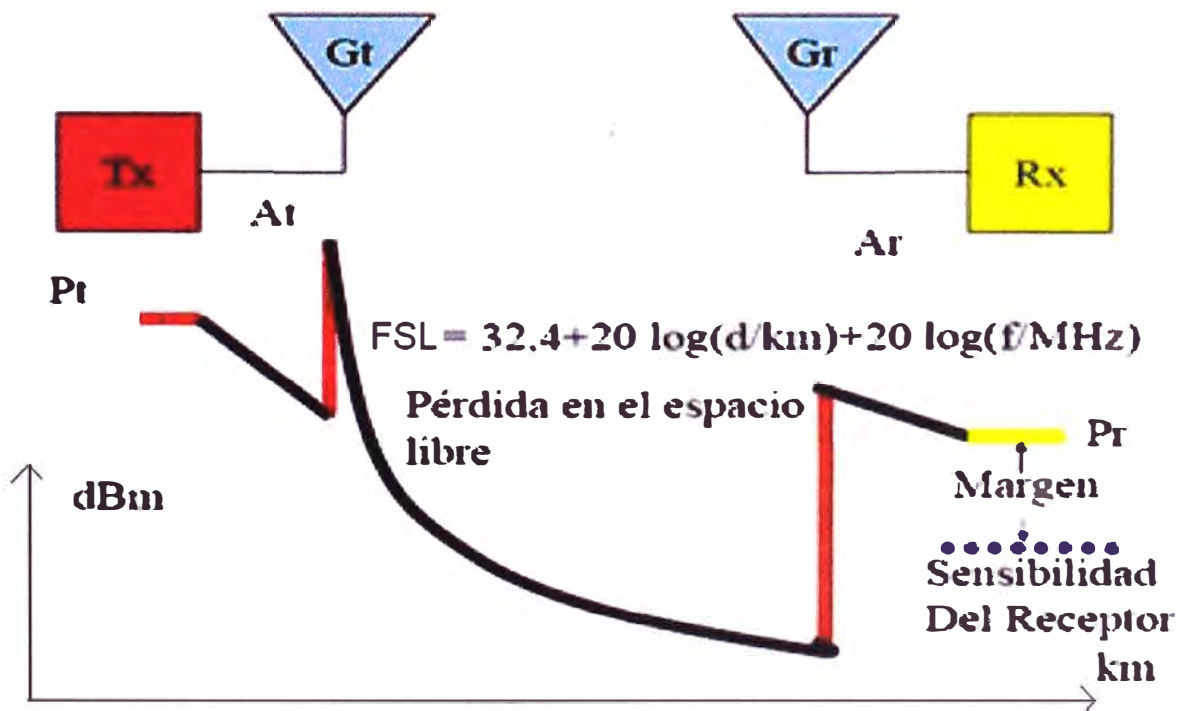


Figura. 1.10 Curva Potencia vs Distancia

- La potencia de salida del radio ( $P_t$ ) depende de los límites regulatorios del país o región en donde se establezca el enlace. Para el caso de Perú, el ente regulatorio es el MTC.
- Las pérdidas en el cable ( $A_t$ ) se dan por la atenuación producida por el mismo cable, por lo cual, es recomendable que el cable de la antena sea lo más corto posible debido a que la pérdida de energía no es lineal, por lo tanto, duplicar el largo del cable implica perder mucho más que el doble de la energía. Las pérdidas del cable dependen de la frecuencia a utilizar. Si deseamos tener menores pérdidas entonces necesitamos cables más costosos. Los valores típicos de pérdidas varían entre 1dB/m hasta 0.1dB/m. Adicionalmente, se presentan pérdidas en los conectores, las cuales varían dependiendo de la frecuencia y del tipo de conector (0.25dB por conector). Se puede evitar pérdidas usando conectores de calidad cuando sea posible. Por ejemplo, se puede utilizar los conectores N y SMA, pero los BNC solo cuando sean de una calidad extraordinaria. Es recomendable no utilizar conectores BNC para frecuencias mayores a 2,4Ghz; siendo recomendable utilizar conectores tipo N, SMA, SMB, TNC, etc .

En ocasiones, se considera el uso de Amplificadores para compensar las pérdidas de los cables pero el uso de los amplificadores puede cambiar las características en la frecuencia y adicionar ruido en el enlace, son caros y no proveen direccionalidad adicional. Por lo tanto, los Amplificadores aumentan tanto en el nivel de Señal como la Señal de Ruido, por lo cual, es necesario realizar un estudio de la influencia del uso del amplificador al adicionarlo al enlace. El uso de amplificadores puede ser ilegal debido a que cada país impone un límite de potencia para el espectro sin licencia.

- La Ganancia de la Antena ( $G_t$ ) es un factor importante a tener en cuenta al momento de requerir brindar un servicio con la mayor área de cobertura. Influye a favor del enlace.
- Las pérdidas en el espacio libre (FSL), son las pérdidas producidas por el medio por el cual se transporta la señal, la cual depende de factores climatológicos y varían en forma proporcional al cuadrado de la distancia. Las pérdidas más grandes del enlace se producen al propagarse la señal en espacio libre debido a la atenuación geométrica de la señal.

Las pérdidas o atenuación se pueden calcular bajo la siguiente fórmula:

$$FSL = 32.4 + 20 \cdot \log(d) + 20 \cdot \log(f) \quad (1.4)$$

Donde:

d: distancia (km)

f: frecuencia (Mhz)

En la Figura 1.11 se aprecia la variación de FSL según la variación de la frecuencia y distancia.

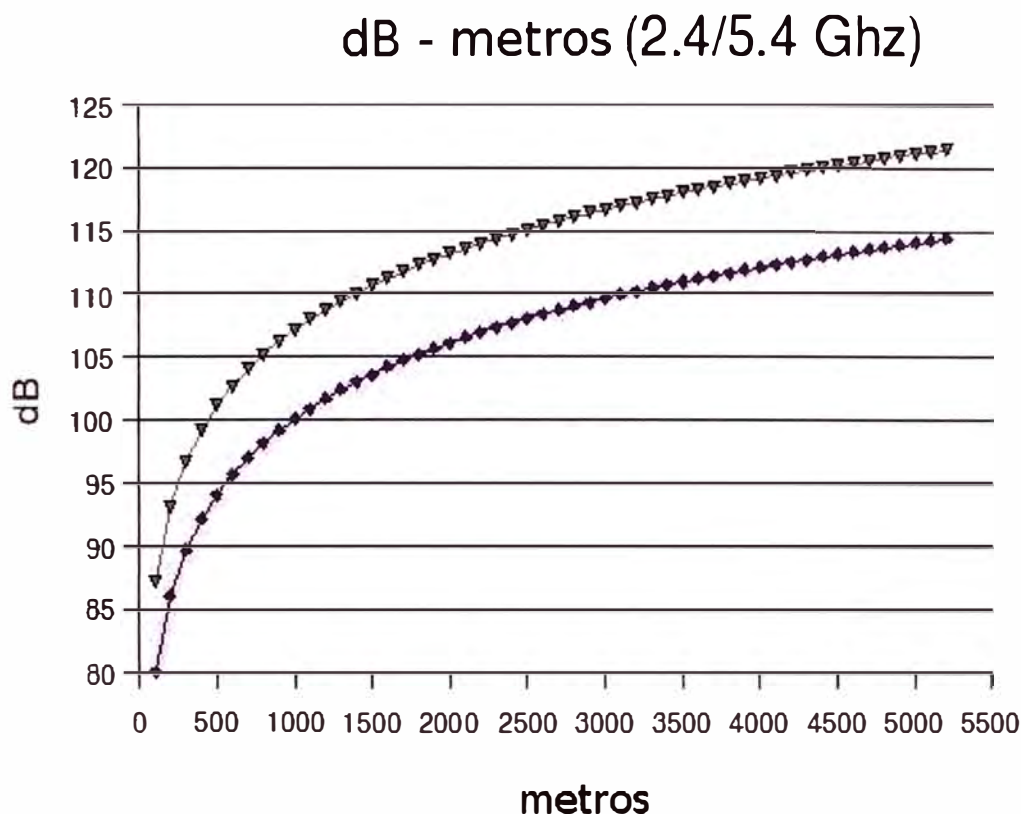


Figura. 1.11 Curva FSL : dB vs metros

La gráfica muestra la pérdida en dB para 2.4 GHz [ violeta ] y 5.4 GHz [ gris ]. Se puede apreciar que para distancias mayores a 1.5 kms, la pérdida presenta un compartamiento casi "lineal" en dB. Como regla general, en una red inalámbrica de 2.4 GHz, se pierden 100 dB en el primer kilómetro y la señal se reduce por 6 dB cada vez que la distancia se duplica. Esto implica que un enlace de 2 km tiene una pérdida de 106 dB y uno de 4 km tiene 112 dB, etc.

En la Tabla N°1.3 se muestra algunos valores de FSL según la variación de la frecuencia y distancia.

Tabla N°1.3 Cuadro con valores de FSL

Distancia(km)	915Mhz	2.4Ghz	5.8Ghz
1	92dB	100dB	108dB
10	112dB	120dB	128dB
100	132dB	140dB	148dB

- Las consideraciones en el Lado del Receptor en cuanto al aporte o afectación en la potencia de la Señal son similares que en el Lado del Transmisor (en referencia a la ganancia de recepción, pérdidas de conectores y amplificadores)
- La Sensibilidad de la antena de Recepción es un punto importante al momento de realizar cualquier radio enlace en general y por lo tanto también en enlaces inalámbricos. La Sensibilidad de la antena de Recepción, muestra el mínimo valor de potencia que se necesita para poder decodificar/extraer "bits lógicos" y alcanzar una cierta tasa de bits. Es importante considerar que cuanto más baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción del radio.
- Un parámetro a considerar es el Margen de Desvanecimiento o Fade Margin, que es la diferencia, en dB, entre la magnitud de la señal recibida en la entrada del receptor ( $P_r$ ) y el nivel mínimo de la señal determinado para la operación confiable (Sensibilidad). Cuanto más alto sea el Fade Margin, más confiable el enlace será. La cantidad exacta de Fade Margin requerido depende de la confiabilidad deseada para el enlace, pero suele estar entre 15 y 30 dB.

### **1.9 Tipos de Antenas**

Hay varias forma de clasificar a las antenas, considerándolas:

- Según su forma
- Según su ganancia
- Según la forma de su patrón de radiación
- Según su frecuencia y tamaño.
- Según ancho de banda, etc.

Según la aplicación habrá una antena con mejores características que otras que se adapte a las necesidades de cobertura.

Si la distancia es corta la antena no es importante, pero si la distancia es larga o el área de cobertura es extensa si tiene importancia el tipo de antena a escoger, dependiendo de ella, se puede contar con una señal más estable y confiable.

Las antenas utilizadas en HF son diferentes a las antenas para microondas. Para el caso de éste informe, estamos interesados en las antenas que trabajan en el rango de las microondas, especialmente en las frecuencias de 2,4Ghz y 5.8Ghz.

Las antenas generalmente se clasifican en 3 tipos:

- Antenas Direccionales

- Antenas Omnidireccionales

- Antenas Sectoriales.

### 1.9.1 Antenas direccionales

Antenas que orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance.

Las antenas direccionales "envían" la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se puede establecer comunicación entre los interlocutores. Utilizadas de referencia en enlaces Punto a Punto o enlaces Punto multipunto.

Tienen una apertura horizontal entre 4 y 40 grados, cubriendo un pequeño sector del área objetivo. Con este tipo de antenas se puede obtener una ganancia entre los 5 y 20 dB.

El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de la ganancia de la antena, la potencia del emisor y la sensibilidad del receptor. En la Figura 1.12 se aprecia la imagen de algunas Antenas direccionales



.Figura. 1.12 a) Antena Yagi-Uda, b) Antena Parabólica, c) Antena Rejilla

### 1.9.2 Antenas omnidireccionales

Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance.

Las antenas Omnidireccionales "envían" la información teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el cual se encuentre el receptor. Utilizadas preferentemente si lo que se busca es cubrir grandes áreas. Sin embargo, el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

Tienen una apertura horizontal de 360 grados, cubriendo todas las direcciones. Con este tipo de antenas se puede obtener una ganancia entre 3 y 12dB.

El alcance de una antena omnidireccional viene determinado por una combinación de la ganancia de la antena, la potencia del emisor y la sensibilidad de recepción del receptor.

Si se considera la misma ganancia de la antena, una antena sectorial o direccional dará mayor cobertura que una omnidireccional. En la Figura 1.13 se aprecia la imagen de Antenas Omnidireccionales.



Figura. 1.13 Antenas Omnidireccionales

### 1.9.3 Antenas Sectoriales

Son una combinación de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional. En la Figura 1.14 se observa Antenas Sectoriales.

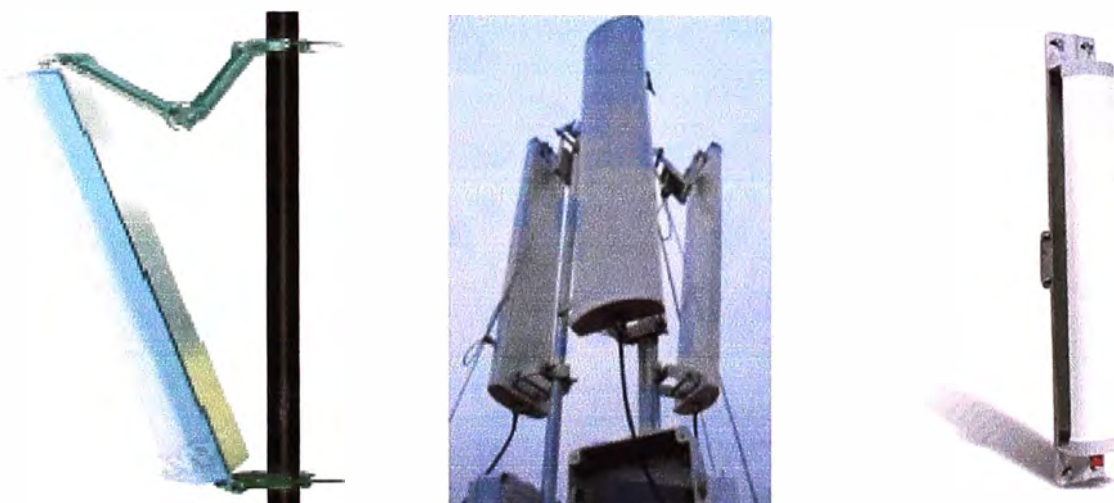


Figura. 1.14 a) Antena tipo Panel , b) Array de Antenas Sectoriales , c) Antenas Sectorial

Tienen una apertura horizontal entre 90 y 180 grados, cubriendo cierto sector del área objetivo

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar o tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 90°. Una consideración con éste tipo de antenas es que suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.

### 1.10 Línea de vista en enlaces inalámbricos

La línea de Vista (LOS) en un enlace, es la capacidad de ver desde un punto A (el transmisor) a un punto B (el receptor) sin ninguna obstrucción. Un punto importante a considerar es que las señales inalámbricas viajan en ondas, y no en líneas rectas, lo cual significa que la señal es irradiada hacia el exterior desde la antena de forma no-lineal y posiblemente la señal pueda ser obstruida al viajar desde un punto a otro.

Al momento de realizar enlaces inalámbricos, lo que se busca es implementar enlaces con línea de vista clara y así evitar que las señales inalámbricas se vean atenuadas por obstrucciones. Conocer y comprender la importancia que conlleva cumplir o cubrir la zona de fresnel permitirá contar con señales fuertes y confiables.

#### Obstrucciones que pueden interferir en un enlace:

- Características geográficas (montañas)
- Curvatura de la tierra
- Edificios, árboles, etc.

#### Podríamos considerar 3 tipos enlaces considerando la obstrucción de la línea de vista:

- Enlaces LOS

Se considera enlaces LOS a aquellos enlaces que tienen una clara línea de vista y una zona de fresnel sin obstrucciones. En la Fig.1.15 se aprecia un enlace LOS.

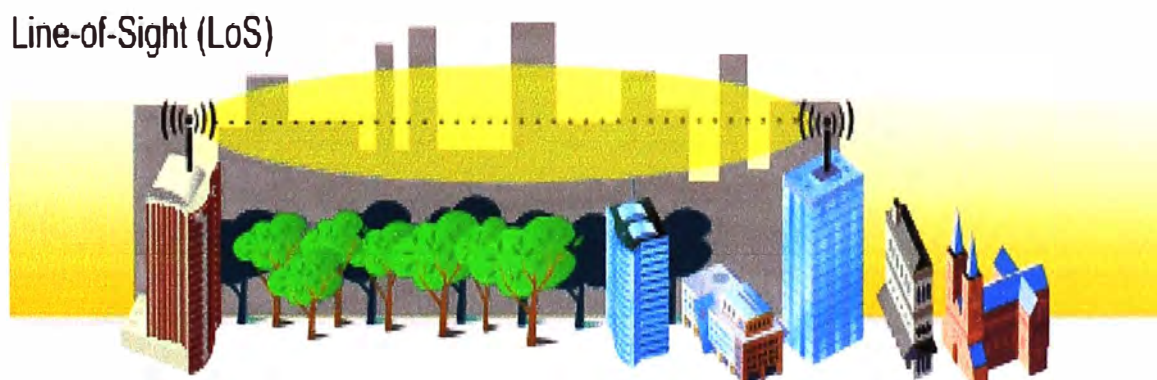


Figura. 1.15 Enlace LOS.

### - Enlaces nLOS

Se considera enlaces nLOS a aquellos enlaces que tienen una clara línea de vista, pero la zona de fresnel parcialmente obstruida. En la Fig.1.16 se aprecia un enlace nLOS.

#### Near Line-of-Sight (nLoS)

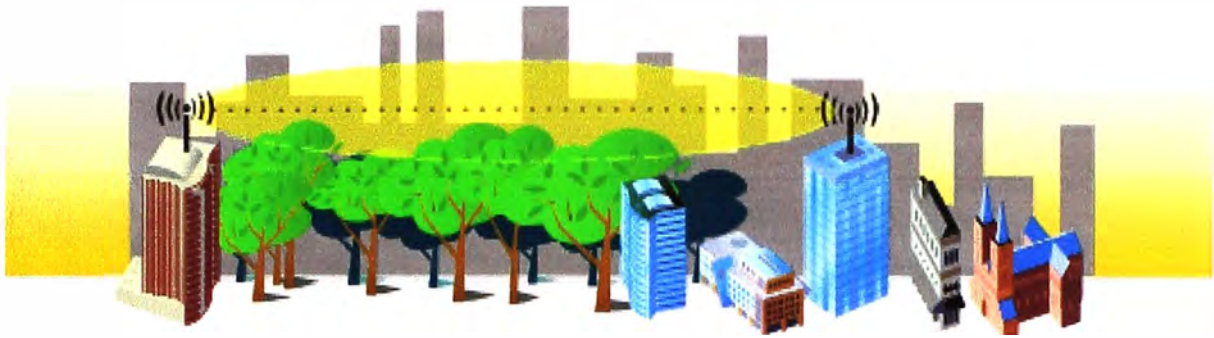


Figura. 1.16 Enlace nLOS

### - Enlaces NLOS

Se considera enlaces NLOS a aquellos enlaces que tienen tanto la línea de vista como la zona de fresnel totalmente obstruida. En la Fig.1.17 se aprecia un enlace NLOS.

#### Non Line-of-Sight (NLoS)



Figura. 1.17 Enlace NLOS

## 1.11 Refracción en los enlaces con línea de Vista

En la atmósfera terrestre el índice de refracción varía a medida que aumenta la altura causando que las ondas electromagnéticas se curven (dependiendo de la temperatura, humedad y presión) conforme viajan del transmisor al receptor.

Existe un factor que describe la cantidad de curvatura de la trayectoria, conocido como factor  $k$ , también conocido como factor de radio efectivo terrestre.



En áreas elevadas secas, el valor de  $k$  varía desde 1.2 hasta  $4/3$  como valor promedio. En zonas húmedas o costas, el valor de  $k$  varía hasta 2 y 3.

Si  $k = \infty$ , la onda es curvada a la misma razón de la superficie de la tierra, por lo que parece ser una línea recta.

Si el valor de  $k$  es menor a 1, la curvatura se va hacia arriba, obstruyendo la trayectoria del enlace.

En la Fig.1.18 se muestra la variación de la curvatura de la onda para algunos valores de  $k$ .

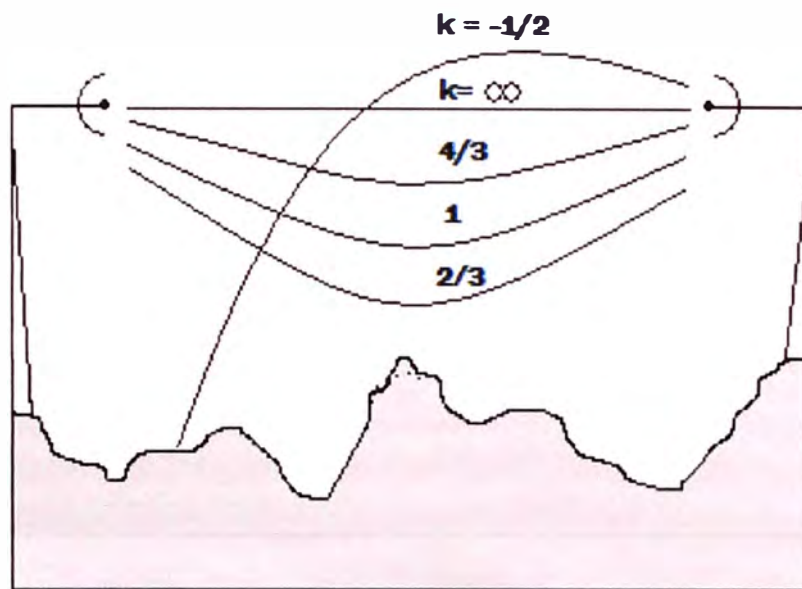


Figura.1.18 Variación de la Trayectoria para valores de  $k$

### 1.12 Zona de Fresnel

La zona de Fresnel es el volumen de espacio entre emisor y receptor de manera que el desfase entre las ondas en dicho volumen no supere los  $180^\circ$ .

Considerando que las señales inalámbricas viajan en ondas de forma no-lineal y al realizar transmisiones se producen rebotes en el suelo, estos rebotes pueden contribuir positivamente a la recepción de la señal en el caso de que lleguen en fase y negativamente si llegan en contrafase. La primera zona de fresnel contribuye a la propagación de la onda. Sin embargo, la segunda zona tiene la fase invertida ( $360^\circ$ ), de modo que su contribución es substractiva. En general, las zonas impares son positivas, mientras que las pares son negativas.

La primera zona de fresnel contiene la mayor cantidad de potencia destinada al receptor, por lo tanto, se suele considerar una propagación con LOS si no existen atenuaciones dentro de la primera zona de fresnel. Las demás zonas de fresnel (segunda, tercera, entre otras) contienen menor concentración de potencia de la señal.

La obstrucción máxima permisible para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de K (curvatura de la tierra):

- Para un  $K = 4/3$ , la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100%. Aunque en forma práctica se considera como mínimo al 80%.
- Para un  $K = 2/3$ , la primera zona de fresnel debe estar despejada al 60%.

La energía irradiada por una antena se expande y se comprimen formando verdaderos paraboloides tridimensionales cuando viaja de un lugar a otro.

En la Fig.1.19 se observa como la energía se expande y se comprime formando verdaderos paraboloides tridimensionales donde la zona que concentra la mayor cantidad de energía es la 1º Zona de Fresnel.

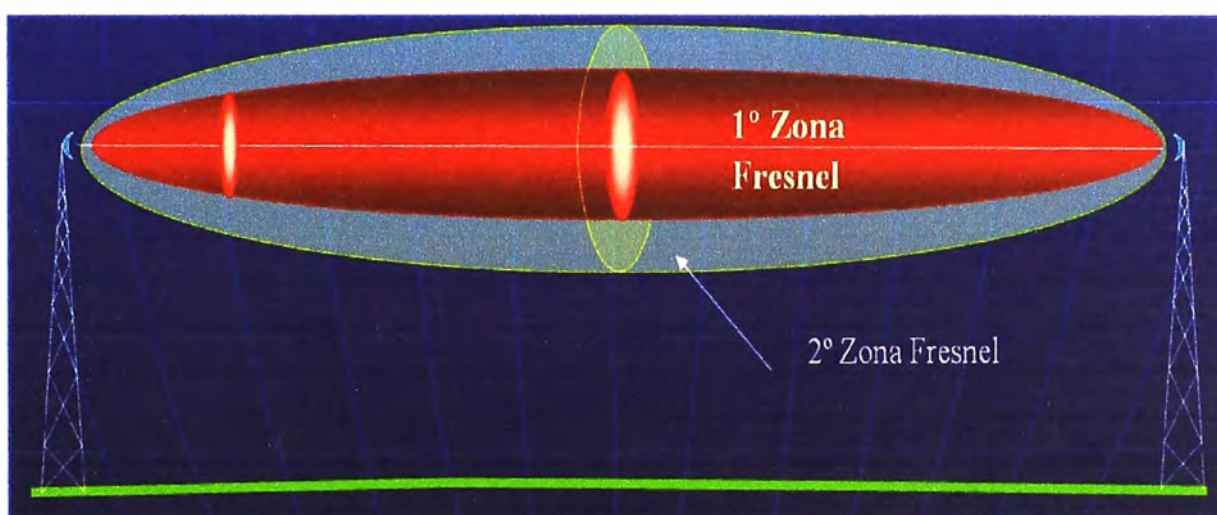


Figura.1.19 Zona de Fresnel

La fórmula genérica para el cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$rn = \sqrt{\frac{n * \lambda * d1 * d2}{d}} \quad (1.5)$$

Donde:

$rn$  : radio de la  $n$ ésima zona de fresnel ( $n=1,2,3\dots$ )

$\lambda$  : Longitud de Onda de la señal de transmisión en metros

$r$ : Radio (metros.)

$d1$  y  $d2$ : distancia al obstáculo (Km.)

$d$  : distancia del enlace (Km.)

$f$ : frecuencia del enlace en Ghz.

Considerando la Primera Zona de fresnel:

$$r = 17.32 * \sqrt{\frac{d1 * d2}{d * f}} \quad (1.6)$$

Es importante mencionar que no basta con ver la otra antena, es preciso tener una visión amplia, en realidad se requiere una elipse libre de obstáculos entre antenas.

Para evitar pérdidas no debería haber obstáculos dentro de la 1° zona de fresnel (región prohibida) porque un obstáculo alterará el flujo de energía.

Es importante destacar además la atenuación por lluvia en las diferentes bandas:

En 2.4 Ghz:

Lluvia torrencial

0.05 dB/Km

Lluvia ligera

0.02 dB/Km

En 5.8 Ghz:

Lluvia torrencial

0.05 dB/Km

Lluvia ligera

0.07 dB/Km

## **1.12 Clasificación de las Bandas de Radio Frecuencia**

El espectro electromagnético se divide en segmentos o bandas, aunque esta división es inexacta. Existen ondas que tienen una frecuencia, pero varios usos, por lo que algunas frecuencias pueden quedar en ocasiones incluidas en dos bandas.

Cuando se hace referencia a radiofrecuencia, también conocido como espectro de radiofrecuencia o RF, se hace referencia a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz

El rango de frecuencias entre 1 GHz y 300 GHz, es el rango de frecuencias consideradas como microondas. Estas frecuencias abarcan parte del rango de UHF y todo el rango de SHF y EHF.

Es importante tener en cuenta que el uso de del espectro radioeléctrico y ancho de banda es regulado por el MTC. El uso de anchos de bandas grandes, permite la posibilidad de transmitir datos a mayor velocidad y calidad.

En la Tabla N°1.4 se puede observar la distribución del espectro electromagnético.

Tabla N°1.4 Bandas del Espectro Electromagnético

Banda	Frecuencia (Hz)	Longitud de onda (m)
Rayos gamma	> 30,0 EHz	< 10 pm
Rayos X	> 30,0 PHz	< 10 nm
Ultravioleta extremo	> 1,5 PHz	< 200 nm
Ultravioleta cercano	> 789 THz	< 380 nm
Luz Visible	> 384 THz	< 780 nm
Infrarrojo cercano	> 120 THz	< 2,5 µm
Infrarrojo medio	> 6,00 THz	< 50 µm
Infrarrojo lejano/submilimétrico	> 300 GHz	< 1 mm
Microondas	> 1 GHz	< 30 cm
Ultra Alta Frecuencia – Radio	> 300 MHz	< 1 m
Muy Alta Frecuencia - Radio	> 30 MHz	< 10 m
Onda Corta - Radio	> 1,7 MHz	< 180 m
Onda Media - Radio	> 650 kHz	< 650 m
Onda Larga - Radio	> 30 kHz	< 10 km
Muy Baja Frecuencia – Radio	< 30 kHz	> 10 km

De acuerdo a la aplicación se han asignado diferentes bandas, las cuales se muestran en la Tabla N°1.5.

Tabla N°1.5 Bandas del Espectro Electromagnético de acuerdo a la aplicación

Banda	Aplicación
VLF	NAVEGACION, SONAR
LF	RADIOFAROS
MF	RADIO AM
HF	ONDA CORTA Y MOVIL MARITIMO
VHF	TELEVISION, RADIO FM Y RADIO MOVIL
UHF	TELEVISION Y TELEFONIA CELULAR
SHF	MICRONDAS, SATELITE, RADAR
EHF	RADAR EXPERIMENTAL

En Radio Comunicaciones se consideran otros rangos, los cuales se observan en la Tabla N°1.6.

Tabla N°1.6 Bandas del Espectro Electromagnético en Radio Comunicaciones

Nombre	Designación de la Banda	Banda ITU	Intervalo de Frecuencias	Intervalo de Longitud de onda
			Inferior a 3 Hz	> 100.000 km
Extra baja frecuencia	ELF	1	3-30 Hz	100.000–10.000 km
Super baja frecuencia	SLF	2	30-300 Hz	10.000–1000 km
Ultra baja frecuencia	ULF	3	300–3000 Hz	1000–100 km
Muy baja frecuencia	VLF	4	3–30 kHz	100–10 km
Baja frecuencia	LF	5	30–300 kHz	10–1 km
Media frecuencia	MF	6	300–3000 kHz	1 km – 100 m
Alta frecuencia	HF	7	3–30 MHz	100–10 m
Muy alta frecuencia	VHF	8	30–300 MHz	10–1 m
Ultra alta frecuencia	UHF	9	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
Super alta frecuencia	SHF	10	3-30 GHz	100-10 mm
Extra alta frecuencia	EHF	11	30-300 GHz	10–1 mm
			Por encima de los 300 GHz	< 1 mm

### 1.13 Tecnología Inalámbrica

La especificación IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11) es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN).

Una red de área local inalámbrica, también conocida como WLAN (wireless local area network), es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible que tiene como medio de transmisión el aire, la cual cubre un entorno geográfico limitado, con una velocidad de transferencia de datos relativamente alta ( mayor o igual a 1 Mbps tal como especifica el IEEE ), con baja tasa de errores y administrada de forma privada.

Utiliza tecnologías de radiofrecuencia (microondas e infrarrojos) y permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite, y en general las WLAN se utilizan como un complemento de las redes fijas.

### 1.13.1 Wi-Fi

Wi-Fi Alliance (Alianza Wi-Fi) anteriormente conocido como WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), es una organización internacional, sin ánimo de lucro, formada en 1999 para certificar la interoperabilidad de productos inalámbricos de redes de área local basados en la especificación IEEE 802.11.

Wi-Fi (que significa "Fidelidad inalámbrica", a veces incorrectamente abreviado WiFi) es el nombre de la certificación otorgada por la Wi-Fi Alliance, grupo que garantiza la compatibilidad entre dispositivos que utilizan el estándar 802.11. En la actualidad, como consecuencia del uso indebido de los términos, el nombre del estándar se confunde con el nombre de la certificación

Una red Wi-Fi es en realidad una red que cumple con el estándar 802.11. A los dispositivos certificados por la Wi-Fi Alliance se les permite usar el logotipo Wi-Fi, el cual se muestra en la Figura.1.19.

Con Wi-Fi se pueden crear redes de área local inalámbricas de ordenadores portátiles, equipos de escritorio, asistentes digitales personales (PDA) o cualquier otro tipo de dispositivo de alta velocidad con propiedades de conexión también de alta velocidad (11 Mbps o superior) de alta velocidad siempre y cuando el equipo que se vaya a conectar no esté muy alejado del punto de acceso.

Cabe considerar que las redes Wi-Fi fueron diseñadas para operar en ambientes cerrados y de corto alcance, por lo que el uso de este tipo de tecnología para enlaces de área metropolitanas (MAN), o incluso de área amplia (WAN), hacen que están expuestas a condiciones para las cuales no fueron concebidas, tales como la interferencia de otras fuentes de señales de radiofrecuencia, la corrosión, y por supuesto, los factores atmosféricos como la humedad, la temperatura, presión, lluvia y, entre otros.



Figura.1.19 Logotipo Wi-Fi Alliance

### 1.14.2 Estándares 802.11 para las redes inalámbricas Wi-Fi

Wi-Fi es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basados en las especificaciones IEEE 802.11, creado para ser utilizado en redes locales inalámbricas y frecuentemente utilizado en la actualidad para acceder a Internet.

En un principio, la expresión Wi-Fi era utilizada únicamente para los aparatos con tecnología 802.11b, el estándar dominante en el desarrollo de las redes inalámbricas, de aceptación prácticamente universal, que funciona en una banda de frecuencias de 2,4

GHz y permite la transmisión de datos a una velocidad de hasta 11Mbps y un alcance desde 10 hasta 100mts.en ambientes indoor dependiendo del área.

Con el fin de evitar confusiones en la compatibilidad de los aparatos y la interoperabilidad de las redes, el término Wi-Fi se extendió a todos los aparatos provistos con tecnología 802.11 que son: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11e, 802.11f, 802.11h, 802.11i, 803.11n,entre otros.

En general los protocolos de la rama 802.X definen la tecnología de redes de área local.

Los estándares IEEE que conforman esta tecnología son los siguientes:

802.11 a/b/g: Definen las características de transmisión de las redes WIFI

802.11 c: Definen las características de Puntos de Acceso como Puentes

802.11 d: Permite el uso de 802.11 en países restringidos por el uso de las frecuencias

802.11 e: Define el uso de La Calidad de Servicio QoS

802.11 f: Define el enlace entre Estaciones y AP en modo viajero

802.11 i: Define el cifrado y la autenticación con respecto a la seguridad.

Debido a que el estudio se trata de brindar un servicio Wi-Fi, se considerarán los estándares 802.11 a/b/g.

A continuación se describen algunos de los estándares Wi-Fi:

#### **a) 802.11**

Este fue el primero de los estándares definidos por la IEEE para aplicaciones WLAN, y fue publicado en 1997. Funciona bajo la banda 2,4 GHz (de 2.400 MHz a 2.483,5 MHz) y utiliza dos tipos de modulación: DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum – Propagación de Espectro por Secuencia Directa) y FHSS (Frequency Hopped Spread Spectrum – Propagación de Espectro por Salto de Frecuencia). La velocidad de transmisión que es capaz de alcanzar está entre 1 ó 2 Mbps, dependiendo del fabricante.

El estándar 802.11 define el protocolo y el equipo necesario para realizar una comunicación de datos por medio del aire, en una red de área local (LAN), usando la técnica CSMA/CA (Múltiple acceso por detección de portadora evitando colisiones) como método de acceso.

El primer problema que encontró este estándar, fue el de su baja tasa de transferencia de datos, incapaz de soportar los requerimientos de las empresas en la actualidad. En consecuencia se trabajó en un nuevo estándar el 802.11b, que apareció en 1999 y proporcionaba unas tasas de transferencia de hasta 11 Mbps. Gracias a las

prestaciones ofrecidas por 802.11b, similares a las de las redes cableadas, ha logrado tener una buena aceptación en el mundo empresarial, siendo una de las tecnologías más expandidas y que posee un amplio abanico de productos y compañías que la soportan.

El estándar original 802.11, está prácticamente en desuso, debido a la aparición de una serie de variantes que mejoran no sólo la velocidad de transferencia, sino que además dan cobertura a funciones especiales de seguridad y de integración con redes de cable.

#### **b) 802.11b**

El estándar 802.11b utiliza la modulación DSSS con el sistema de codificación CCK (Código de Llaves Complementarias) que sólo funciona con esta modulación, permitiendo ofrecer hasta 11 Mbps. Las velocidades de transmisión que es capaz de ofrecer podrán variar desde 1, 2, 5.5, y 11 Mbps, dependiendo de diferentes factores. Esta característica, denominada DRS (Cambio de Transferencia Dinámico) permite a los adaptadores de red inalámbricos reducir las velocidades para compensar los posibles problemas de recepción que se pueden generar por las distancias o los materiales que es necesario atravesar.

Según la Wi-Fi Alliance, la velocidad del estándar 802.11b decrece dependiendo de la distancia a la cual se encuentra el cliente de la estación base. En la Tabla N°1.7 se muestra una relación entre la velocidad y la distancia.

Tabla N°1.7. Cuadro de rangos estimados de alcances de 802.11b según Wi-Fi Alliance

Ubicación	Máximo Rango a 1Mbps	Máximo Rango a 11Mbps
Ambientes Outdoors	225 a 300 mts.	45 a 105 mts.
Ambientes Indoors	10 a 105 mts.	18 a 45 mts.

El estándar cuenta con 3 canales sin solapamiento y un reducido nivel de consumo, que le hace perfectamente válido para su uso en PCs, portátiles o PDAs. Es importante la comprensión acerca de los canales ya que estos afectan la capacidad total de una WLAN. Un canal representa una banda angosta de frecuencia de radio. Debido a que la frecuencia de radio modula dentro de una banda de frecuencias, existe un límite de ancho de banda dentro de cualquier rango dado para transportar datos. Es importante además que las frecuencias no se solapen porque el rendimiento se reduciría significativamente mientras la red clasifica y arma de nuevo los paquetes de datos enviados por el aire.



En el caso de Perú la tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa, DSSS, opera en el rango que va desde los 2.4 GHz hasta los 2.4835 GHz, es decir, con un ancho de banda total disponible de 83.5 MHz. Este ancho de banda total se divide en un total de 11 canales con un ancho de banda por canal de 22 MHz.

En topologías de red que contengan varias celdas, ya sean solapadas o adyacentes, los canales pueden operar simultáneamente sin apreciarse interferencias en el sistema, si la separación entre las frecuencias centrales es como mínimo de 30 MHz. Esta independencia entre canales permite aumentar la capacidad del sistema de forma lineal con el número de puntos de acceso operando en un canal que no se esté utilizando y hasta un máximo de tres canales; ocupando los canales 1,6 y 11.

Un punto importante a considerar es que el overhead<sup>3</sup> de las transmisiones inalámbricas es del 60% del total de datos procesados, siendo el ancho de banda real de información (throughput<sup>4</sup>) alrededor de 4 a 6Mbps en el enlace 802.11.

El estándar 802.11b, debido a sus prestaciones y a su aceptación en el mercado empresarial, es el responsable directo que la popularidad de la tecnología Wi-Fi se incrementara.

#### **c) 802.11a**

Este estándar opera en la frecuencia de 5 Ghz. y alcanza una velocidad máxima de 54 Mbps. La técnica de modulación de radio que utiliza 802.11a (OFDM) es la clave de sus mayores velocidades y eficiencia en la prestación. Sin embargo, la frecuencia de 5 Ghz. tan sólo alcanza una distancia promedio de 30 metros, frente a los 100 metros de la frecuencia de 2.4 Ghz.

La norma 802.11a funciona en la banda U-NII (Infraestructura de información nacional sin licencia) de 5GHz y admite tasas de transferencia de 1Mbps, 2Mbps, 5,5Mbps y 11Mbps, con un máximo de 54 Mbps.

Sin embargo, el estándar 802.11a no tuvo gran aceptación debido a los problemas de compatibilidad existentes con versiones anteriores, pues opera en la banda de 5Ghz.

#### **d) 802.11g**

Con el estándar 802.11g se ha conseguido que el actual índice de transmisión de datos de 11 Mbps empleado por la versión 802.11b, pase a ser de 54 Mbps; lo que permitirá dar servicio a 4 ó 5 veces más de usuarios, y extender el uso de las redes

---

<sup>3</sup> Overhead: Son los bytes adicionales (de control, secuencia,etc) que se transmiten como cabeceras (headers) en una transmisión de datos, ocupando ancho de banda.

<sup>4</sup> Throughput: Cantidad de datos por unidad de tiempo que se entregan, mediante de un medio físico o lógico de una conexión.

802.11 a servicios bastante demandados como la transmisión inalámbrica de vídeo-multimedia y la difusión de MPEG.

El estándar 802.11g opera con los mismos tipos de modulación DSSS que el 802.11b a velocidades de hasta 11Mbps, mientras que a velocidades mayores utiliza modulación OFDM. Debido a que las unidades 802.11g podrán trabajar también a velocidades de 11 Mbps, los dispositivos 802.11b y 802.11g pueden coexistir bajo la misma red y ser compatibles.

#### **e) 802.11y**

La IEEE publicó en el 2008 el estándar 802.11y, el cual no proporcionará mayores velocidades que el estándar 802.11g, sin embargo, permitirá transmitir con mayor potencia con lo que se logrará mayores alcances de cobertura.

Opera en la banda de 3650 a 3700 MHz (excepto cuando pueda interferir con una estación terrestre de comunicaciones por satélite) en EEUU, aunque se están realizando estudios para trabajar en otras bandas diferentes. Las normas FCC para la banda de 3650 MHz permiten que las estaciones registradas operen a una potencia mucho mayor que en las tradicionales bandas ISM (hasta 20 W PIRE).

#### **f) 802.11n**

La IEEE ha aprobado finalmente el estándar Wi-Fi (2009) de alto rendimiento 802.11n. Este nuevo estándar para redes inalámbricas, es capaz de ofrecer velocidades de más de 300 Mbps, con una velocidad teórica de 500Mbps.

El estándar 802.11n, permitirá unas redes WLAN con un mejor rendimiento, un mejor despliegue de redes WLAN escalables, y una perfecta coexistencia con los sistemas y implementaciones de seguridad.

El estándar 802.11n necesita ser capaz de usar el canal con 20Mhz de ancho, el mismo que 802.11b y 802.11g, a fin de que no siga los pasos del 802.11a, el cual se despoja de la compatibilidad con estándares anteriores a cambio de velocidades mayores.

Estas altas velocidades serán alcanzadas utilizando una serie de antenas 4x4 y un canal de 40Mhz de ancho, pero gracias a la compatibilidad con anchos de canal de 20Mhz, la tecnología sería capaz de retroceder a una tecnología más lenta cuando sea usado en países que prohíban el uso de los 40Mhz del canal. A diferencia de las otras versiones de Wi-Fi, 802.11n puede trabajar en dos bandas de frecuencias: 2,4 GHz (la que emplean 802.11b y 802.11g) y 5 GHz (la que usa 802.11a). Debido a ello, 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de Wi-Fi.

Además, es útil que trabaje en la banda de 5 GHz, ya que está menos congestionada y en 802.11n permite alcanzar un mayor rendimiento.

Se conoce que el futuro estándar sustituto de 802.11n será 802.11ac con tasas de transferencia superiores a 1 Gb/s.

En la Tabla N°1.8 se brinda un resumen de los protocolos 802.X

Tabla N°1.8. Protocolos aprobados por la IEEE

Protocolo	Publicación	Frecuencia	Throughput	Vel.Máy	Alcance Interiores	Alcances Exteriores
802.11	1997	2.4Ghz	0.9Mbps	2Mbps	20metros	100metros
802.11a	1999	5Ghz	23Mbps	54Mbps	35metros	120metros
802.11b	1999	2.4Ghz	4.3Mbps	11Mbps	38metros	140metros
802.11g	2003	2.4Ghz	19Mbps	54Mbps	38metros	140metros
802.11n	2009	2.4Ghz y 5Ghz	74Mbps	300Mbps	70metros	250metros
802.11y	2008	3.7Ghz	23Mbps	54Mbps	50metros	5000metros

## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCION DEL PROBLEMA DE INGENIERIA**

#### **2.1 Introducción**

Con la presencia de empresas ISP en Perú, el desarrollo de la tecnología de comunicación, la creación de software más amigable, el perfeccionamiento de nuevos motores de búsqueda de información, la expansión de las redes de telecomunicaciones, la integración de empresas a la web para promocionar sus servicios y productos, posibilitó que la importancia de Internet en nuestra sociedad sea cada vez más relevante.

Una empresa de telecomunicaciones buscando posicionamiento en las playas del Sur de Lima y considerando que es un público objetivo importante, optó por brindar el servicio de Internet Wi-Fi en las playas del Sur de Asia; playas el Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas ; satisfaciendo la demanda del público objetivo ; personas y/o familias que asisten a las playa por diversos motivos ;brindando un acceso rápido y permanente a la red de internet, además de lograr un posicionamiento de la empresa en ésta área.

Para el correcto funcionamiento de las redes inalámbricas resulta crucial un diseño adecuado del interfaz radioeléctrico. El diseño de radio enlaces involucra la elección de la banda de frecuencias, el tipo de antenas y los equipos de radiocomunicación, el cálculo del balance de potencias, la estimación de los niveles de ruido e interferencia o el conocimiento de las distintas modalidades y fenómenos de propagación radioeléctrica, entre otras. Además de la elección de los equipos de radio y de sus parámetros de funcionamiento, otros factores importantes son: la buena alineación de las antenas, la correcta planificación del enlace radioeléctrico y la elección de un canal libre de interferencias. Sólo con un buen estudio y planificación del enlace entre antenas puede conseguirse evitar las interferencias y los desvanecimientos de la señal, alcanzando una alta disponibilidad en el sistema.

El presente informe de suficiencia se enfoca en el estudio para brindar cobertura inalámbrica WIFI en 05 playas de Asia; playas el Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas; considerando las limitaciones de infraestructura que la empresa tiene para poder brindar el servicio.

## **2.2 Formulación del Problema**

Debido a la baja cobertura que presentan las redes de telecomunicaciones en nuestro país, se presenta una limitante en el desarrollo, uso y expansión de Internet, restringiendo geográfica y económicamente el acceso a los usuarios.

El problema de brindar cobertura inalámbrica en las playas, es un factor de difícil solución, si se considera la gran inversión y dificultad de implementación que implicaría contar con una infraestructura alámbrica, y considerando que ciertos sectores geográficos pueden ser más atractivos para invertir desde el punto de vista de las empresas de telecomunicaciones y otros sectores con difícil acceso para brindar cobertura.

El problema de ingeniería radica en contar con una infraestructura de red inalámbrica que permita brindar cobertura de internet WIFI en las playas, implementando, desarrollando y expandiendo las actuales redes de telecomunicaciones, y de éste manera cada usuario tenga acceso a internet independientemente el lugar en el cual se encuentre. Además, realizar un estudio y análisis de la solución que se implementará para poder brindar el servicio WIFI, de tal forma que llegue a todos los consumidores de las playas, con buena señal, rápida y de forma fiable.

## **2.3 Objetivo de Trabajo**

El presente informe de suficiencia tiene los siguientes objetivos:

- Realizar el análisis y el diseño necesarios para la implementación de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico con tecnología Wi-Fi.
- Realizar un estudio de una solución de red inalámbrica WIFI que proveerá conexión a internet sobre áreas comunes como jardines, zonas de entretenimiento y en las terrazas de las casas en 05 playas del Sur de Lima: Totoritas, Arenas, El Sol, Bonita y Palabritas.
- Establecer un criterio de diseño de cobertura WIFI tomando en cuenta el área objetivo y la zona geográfica en la cual se busca implementar la solución.

## **2.4 Justificación**

### **2.4.1 Conveniencia del Informe**

El presente informe de suficiencia se realiza al identificar que no se cuenta con servicio de red inalámbrica WIFI en las playas del Sur de Lima; playas el Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas . Frente a la necesidad cada vez más creciente de acceder a la información en tiempo real independientemente del lugar donde las personas se encuentren y ante el crecimiento de las telecomunicaciones, las empresas dedicadas a

éste rubro, tienen la necesidad de incrementar o ampliar su cobertura inalámbrica, para lograr un mejor posicionamiento como empresa y satisfacer las necesidades de sus usuarios, comportándose con un WISP.

Considerando el número de residencias en las playas del Sur de Lima; playas el Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas; y la mayor concurrencia de las personas en los meses de verano; las mismas que por diferentes motivos y/o razones desean acceder a internet, es importante poder contar con una infraestructura de telecomunicaciones que permita a las personas conectarse a la red de redes.

En el Tabla N°2.1 se muestra el número aproximado de casas por playa.

Tabla N°2.1. Número aproximado de casas en las playas

NOMBRE	CASAS
PLAYA LA ARENAS	100
PLAYA BONITA	180
PLAYA TOTORITAS	100
PLAYA PALABRITAS	100
PLAYA DEL SOL	220

## 2.4.2 Aportes

Entre los aportes del trabajo se tiene:

- 1.- Los criterios de diseño para la implementación de una solución de cobertura inalámbrica WIFI.
- 2.- Contribuir al conocimiento práctico de los diferentes tipos de enlaces inalámbricos, tanto de acceso y de transporte, al establecer una comunicación WIFI.
- 3.- Mostrar la forma como se utiliza una red híbrida entre las redes cableadas e inalámbricas para contar con una infraestructura de telecomunicaciones y brindar cobertura a zonas geográficas distantes.

## 2.5 Limitaciones

### 2.5.1 Limitaciones geográficas

Las playas de Asia cuentan con condominios, clubes que cuentan con una estructura de edificios, apartamentos, casas, árboles, entre otros; que dificultan brindar una buena cobertura de señal inalámbrica a los clientes, siendo necesario la implementación de varios APs (Access Point) para cubrir la mayor área geográfica.

### **2.5.2 Limitaciones Eléctricas**

Debido a la cantidad de APs a instalarse para brindar la cobertura WIFI, no se contaba con puntos de energía comercial estabilizada para poder alimentar a los equipos APs a instalarse alrededor de las playas, por lo que se tuvo que recurrir en ocasiones al uso de foto celdas.

### **2.5.3 Limitaciones de acceso-trabajo**

Debido a la negativa de los administradores de los clubes de las playas para poder instalar los APs, se encontró limitaciones para la ubicación de los APs en los lugares idóneos para contar con mayor área con cobertura WIFI, debido a que se requería solicitar los permisos a la administración de cada club ubicado en cada playa, optando por rediseñar en cada ocasión en que se presentaba inconvenientes para la ubicación de los APs.

### **2.5.4 Limitaciones Financieras**

El presupuesto con el que se contaba para realizar la implementación del servicio inalámbrico WIFI estuvo limitado debido a que era el segundo estudio/solución a implementarse luego de un estudio fallido realizado con anterioridad, sobre el cual ya se había realizado una inversión. Era necesario realizar la máxima cobertura inalámbrica con el menor número de recursos a utilizar. Adicionalmente el servicio a brindarse era por el período de verano, por lo que no se justificaba realizar gastos excesivos.

### **2.5.5 Limitaciones Tecnológicas**

Hoy en día los equipos móviles como las laptops utilizan la frecuencia de 2.4Ghz para establecer una conexión inalámbrica y contar con acceso a la red. Una limitación al momento de realizar el estudio para brindar la cobertura de red inalámbrica es el uso de la banda 2,4Ghz que utilizan los receptores del servicio a brindar, pues dicha banda presenta solapamiento entre sus canales, ocasionando interferencia.

## CAPITULO III

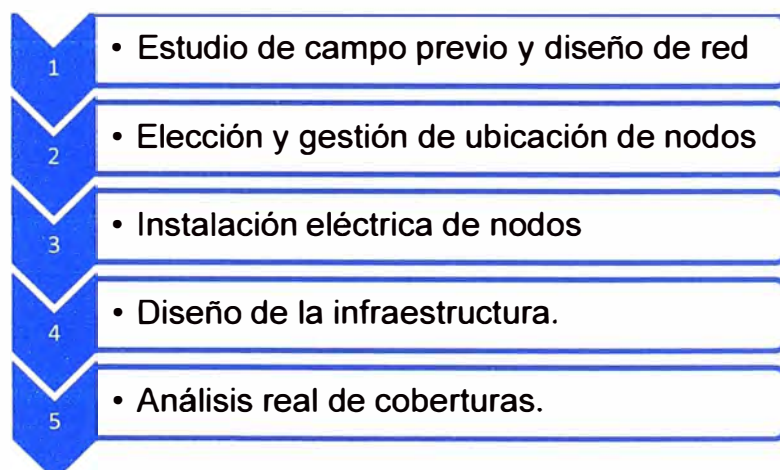
### METODOLOGIA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

#### 3.1 Introducción

El problema planteado en el sentido de poder brindar acceso a Internet a las playas del Sur de Lima; playas el Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas; donde la dispersión de la población y las dificultades en el despliegue de infraestructura cableada, por parte de las empresas operadoras de Telecomunicaciones, hace necesario que surja una alternativa de solución, como es la tecnología inalámbrica.

El diseño de un proyecto de red inalámbrica es un proceso complejo, el cual no necesariamente presenta una secuencia de pasos a seguir.

Se puede considerar ciertos puntos a tomar en cuenta en el proceso de un estudio inalámbrico de campo:



#### 3.1.1 Consideraciones Preliminares

Si la tecnología empleada va a operar con frecuencias con licencia, es necesario ponerse en contacto con el MTC, para solicitar los permisos requeridos para operar a dichas frecuencias.

Si se emplea bandas de frecuencia no licenciadas, no es necesario comunicarse y/o solicitar permiso al MTC.



En el caso que se quisiera hacer pruebas temporalmente, habría que solicitar un permiso al MTC.

### **3.1.2 Estudio de campo previo y diseño de red.**

Antes de comenzar el proyecto, se debe conocer el terreno sobre el que se desplegará la red inalámbrica. Para ello, además de la visita al terreno, es de gran ayuda contar con el software adecuado para realizar el diseño y la planificación de la red coberturas, emplazamientos, ángulos de elevación y azimuth, entre otros.

Hoy en día existen múltiples programas que permiten realizar este tipo de estudios. Existen software propietarios muy potentes que proporcionan una gran ayuda a la hora de calcular radioenlaces entre distintos puntos.

Un software muy conocido a destacar es RadioMobile, no porque sea el mejor, si no por el hecho que es software de uso libre, de los más utilizados y difundidos.

### **3.1.3 Elección y gestión de ubicaciones de nodos**

Luego de realizado el estudio de posibles ubicaciones ideales para la colocación de los distintos nodos o antenas, se debe escoger la ubicación exacta en donde se colocarán. Es decir, se debe elegir entre infraestructuras existentes (Ej. postes existentes), o infraestructuras propias (Ej. postes propios).

Es importante también el considerar la gestión de permisos ante la administración de cada club ubicado en cada una de las playas. En entornos urbanos sobretodo, una de las dificultades principales para implementar una inalámbrica es la gestión de permisos de colocación de antenas. Por ello, es importante considerar la gestión previa antes de la implantación física de la red.

### **3.1.4 La instalación eléctrica en los nodos.**

Un inconveniente a presentarse al momento de la elección de una ubicación para los nodos (sobre todo en entornos rurales), es la alimentación eléctrica. Se debe de contemplar el análisis de cómo llevar la alimentación hasta los equipos en lugares en donde no existe tendido eléctrico, pero son lugares privilegiados para la ubicación estratégica de los nodos (por ejemplo una montaña). Además existe la posibilidad de implementar soluciones alternativas con baterías y placas solares.

Una vez que se cuenta con alimentación en la ubicación deseada, esta se debe llevar desde el cuadro de energía hasta los equipos. Hoy en día la mayoría de los equipos tienen conectores ethernet compatibles con POE ( Power Over Ethernet) por lo

que se podría llevar mediante un cable ethernet FTP hasta la ubicación de los equipos. De no ser así, los cables de alimentación deberían ir convenientemente protegidos.

En la mayoría de las instalaciones de un nodo inalámbrico, no se dispone de una toma de tierra. La toma de tierra es imprescindible en este tipo de instalaciones, básicamente por dos motivos:

- Protección de los equipos: La tierra en ambos casos protegerá al equipo ante corrientes estáticas residuales que puedan afectar a la electrónica de los equipos. Sin embargo, para la protección contra rayos, debería de colocarse un para-rayos y una tierra independiente.

- Protección personal: La existencia de una tierra es una medida de seguridad adicional, ya que protegerá a las personas ante cualquier posible derivación de corriente evitando accidentes no deseados. La instalación de las tierras es un factor crítico, por lo que se debe ser minucioso en su instalación. Una tierra mal instalada puede provocar accidentes graves.

### **3.1.5 Diseño de la infraestructura de un nodo inalámbrico.**

Se debe tener en cuenta que aunque las antenas, o incluso determinados equipos de exteriores no necesitan protección contra las condiciones ambientales, puede existir hardware del nodo (Media Converter, switches, routers, ...) que no es posible exponerlo al exterior.

Si en el nodo se cuenta con equipos de interiores, se deberá diseñar un habitáculo o una caja estanca, para resguardar a los equipos de humedades, temperaturas altas o bajas, entre otros.

### **3.1.6 Análisis real de coberturas.**

Inicialmente se diseñó y planificó coberturas con la ayuda de un software, lo que se debe realizar luego de la implementación, es la captura de información real para conformar un mapa de cobertura.

Por ejemplo, se puede ir recorriendo los lugares a monitorizar (lugar donde se busca brindar cobertura de servicio) con una portátil conectado a la red Wi-Fi. En la portátil se podría estar corriendo un analizador y con un receptor GPS se iría recolectando datos de potencia recepción RX (dBm) y SNR con la posición geográfica de los mismos.

### 3.2 Precisión del Problema

Las playas a estudiar están ubicadas en el distrito de Asia, provincia de Cañete, departamento de Lima entre los kilómetros 93 y 100 de la carretera Panamericana Sur. Las playas a considerar son: El Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas.

El Distrito de Asia, cuenta con aproximadamente 30 hermosas playas, las cuales se encuentran bajo la administración del Municipio de Asia. Cada playa, cuenta con un Club que lleva el nombre de la playa en la cual se ubica.

La cobertura Wi-Fi estará restringida al interior de cada uno de las playas indicadas, permitiendo el acceso a Internet a cada persona que cuente con un dispositivo con soporte de conectividad WiFi 802.11b/g en la banda de 2.4 GHz.

#### 3.2.1 Estudio de red WIFI en las Playas del Sur de Lima

El problema planteado en el sentido de contar con una solución para brindar el servicio de internet con una cobertura inalámbrica WIFI a 05 playas de Asia se puede dividir en 2 partes:

- Transporte
- Acceso

En el lado de Transporte se considera el enlace que transporta la información del usuario desde un punto hacia otro, en este caso, el flujo de información de las consultas hechas a Internet por los usuarios una vez que han sido captados de forma inalámbrica. Comprende de un enlace de F.O instalada desde el POP que brinda acceso hacia Internet (conexión hacia Proveedores ISPs) ubicado en Villa el Salvador y el POP que se encuentra en la carretera del Sur de Lima, el cual llamaremos Pop Asia. En el POP Asia (frente a las playas de Asia) se instalarán los equipos de última milla<sup>5</sup> necesarios para brindar acceso de red a los clientes que se conectarán de forma inalámbrica al servicio Wi-Fi, desde cada una de las playas.

En el lado de acceso se considera la forma como el cliente accede a la red y establece conexión inalámbrica a través de cualquier dispositivo móvil que cuente con el estándar 802.11b/g.

Se considera la cobertura WIFI que permitirá a los usuarios conectarse de forma inalámbrica en las playas. Siendo éste punto el tema central de éste informe de suficiencia.

En la Fig.3.1 se muestra la topología general del proyecto de las playas de Asia.

---

<sup>5</sup> Última milla: Comprende el enlace entre el proveedor de servicios y el cliente final o usuario final.

### 3.2.1.1 Red de Transporte

El Pop Asia es un nodo de la Red Dorsal Sur (Backbone) de una empresa operadora de Telecomunicaciones que inicialmente no era considerado como POP para brindar algún tipo de servicio a clientes. En principio este cable de F.O que va desde el Pop de Villa El Salvador hacia el Sur de Lima-Cañete-Asia tiene una longitud de 98 Km, es de 24 hilos SM y es de Backbone (no designado para atender acometidas y servicios de clientes). Posteriormente y ante el requerimiento de atender clientes corporativos que se encuentran en el Centro Comercial Asia, se habilitó los equipos y recursos de última milla en el nodo para poder contar con un POP cercano a la zona de interés, instalándose un cable de F.O de Red de Acceso de 96 hilos SM para atender estos servicios que va desde el Pop Asia hacia el Centro Comercial (aproximadamente 1.5 Km).

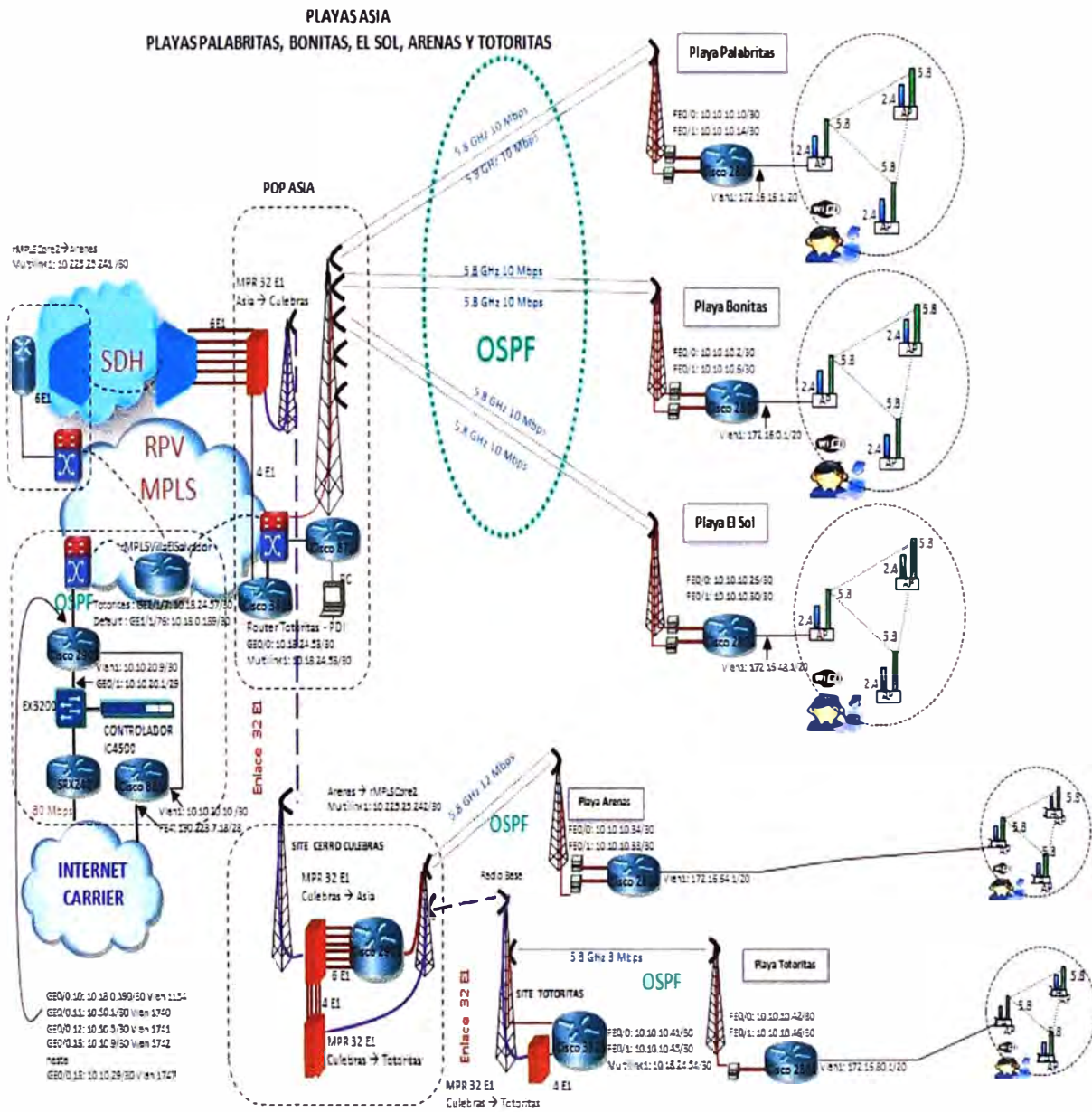


Figura.3.1 Dorsal Sur - Pop Asia

En la Fig.3.2 se muestra un plano para que se tenga una mejor idea de cómo está la planta en la zona:

Línea azul – Cable Dorsal (F.O 24 hilos)

Línea roja – Cable Red de Acceso (F.O 96 hilos)

#### a) Solución de Interconexión entre playas

Se utilizará la Red Mpls para formar una VPN entre playas y formar una Red Privada Virtual (RPV) entre las diferentes playas a las cuales se brindará la cobertura WIFI. Se cuenta con tráfico que va por la Red Mpls como es el caso del servicio brindado a las playas Bonita, El Sol, palabritas y Totoritas; y también se considera tráfico que va por la Red SDH, para el caso de la playa Arenas y Totoritas, integrándose luego a la Red MPLS para formar la VPN con las playas.

Se considerará brindar un servicio de internet Wi-Fi con los anchos de banda mostrados en la Tabla N°3.1:

Se brindan 5 enlaces de RPV-internet, las cuales serán concentrados en la Sede Principal de Villa el Salvador, sede por la cual saldrán a navegar a Internet por un enlace de 80 Mbps.



Figura.3.2 Dorsal Sur - Pop Asia

Tabla N°3.1 Asignación de Ancho de Banda por playa

ITEM	NOMBRE	SERVICIO	ANCHO DE BANDA Mbps	ZONA DE COBERTURA
1	Las Arenas	RPV-Internet	12	Clubes de playa Arenas
2	Totoritas	RPV-Internet	8	Clubes de playa Totoritas
3	Sol	RPV-Internet	10 + 10	Clubes de playa El Sol
4	Bonita	RPV-Internet	10 + 10	Club de Playa Bonita
5	Palabritas	RPV-Internet	10 + 10	Club de Playa Palabritas
6	Sede Principal	RPV-Internet	80	Concentra todas las Playas
7	Sede Principal	Internet	80	Para todas las Playas

### b) Protocolo de enrutamiento

Se utilizará OSPF como protocolo de enrutamiento para establecer la comunicación entre los distintos puntos de la red, estableciendo enlaces punto multipunto (PMP) entre los CPE ubicados en las playas y el CPE principal ubicado en el POP de Villa el Salvador. Además, OSPF permitirá realizar el balanceo uniforme de carga a través de los diferentes enlaces o rutas.

En la Fig.3.3 se muestra la idea topológica a utilizar.

### TOPOLOGIA PLAYAS DE ASIA

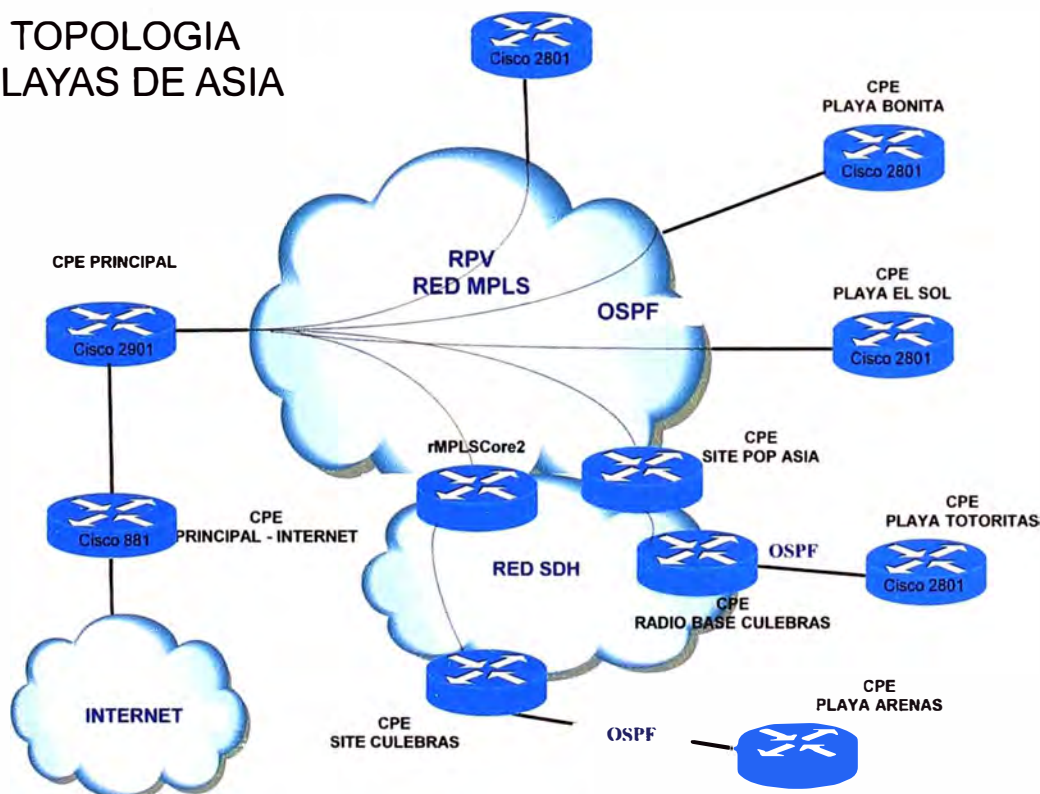


Figura.3.3 Idea Topológica de red – Playas de Asia

Los diferentes dispositivos inalámbricos se conectarán a través de la red de acceso y las consultas hacia Internet viajarán a través de la red de Transporte para poder establecer conexión con el ISP.

### **3.2.1.2 Red de Acceso Wi-Fi**

La solución ofertada es una red inalámbrica Wi-Fi para 05 playas del Distrito de Asia; playas el Sol, Bonita, Totoritas, Arenas y Palabritas; que permitirá a los usuarios conectarse a Internet desde las terrazas de sus residencias y áreas comunes como jardines y zonas de entretenimiento. En cada playa se instalará un determinado número de puntos de acceso inalámbrico (AP) el cual se ha dimensionado en base a un estudio de campo realizado en cada una de las playas con el objetivo de proveer la mayor cobertura dentro de la misma.

Técnicamente se trata de utilizar una red de Nodos que cubren una determinada área, los cuales concentran el tráfico de consultas realizadas de los diferentes terminales-usuarios. Los nodos llevan dicho tráfico hasta el POP que brinda acceso a Internet a través de la Red de Transporte; por fibra óptica o radioenlace, logrando de esta forma acceder a Internet.

#### **a) Banda a utilizar**

En el Perú el uso de las bandas de frecuencias esta regulado por e MTC y mediante Resolución Ministerial establece que el PIRE máximo en el rango de frecuencias 5725 – 5850 Mhz no debe excederse de 36dBm (4W); además, la potencia máxima del transmisor de no debe de excederse de 30dBm (1W).

Para el caso del ámbito rural y lugares de interés social, es posible sobrepasar el PIRE de 36dBm siempre y cuando se tenga la aprobación del MTC.

El presente proyecto considerará:

- Banda de 5.8Ghz (5725 – 5850 Mhz), para establecer la comunicación entre nodos de acceso. Dicha banda cuenta con 4 canales libres a utilizar (sin interferencia): canal 149 (5745Mhz), canal 153 (5765Mhz), canal 157 (5785Mhz) y canal 161 (5805Mhz).

- Banda 2.4Ghz (2401 – 2483 Mhz), para captar a los diferentes usuarios que accederán a Internet a través de la red Wi-Fi. Dicha banda cuenta con 3 canales libres a utilizar (sin interferencia): canal 1 (2412Mhz), canal 6 (2437Mhz) y canal 11 (2462Mhz).

En la Figura.3.4 se muestra la Topología de Red Wi-Fi

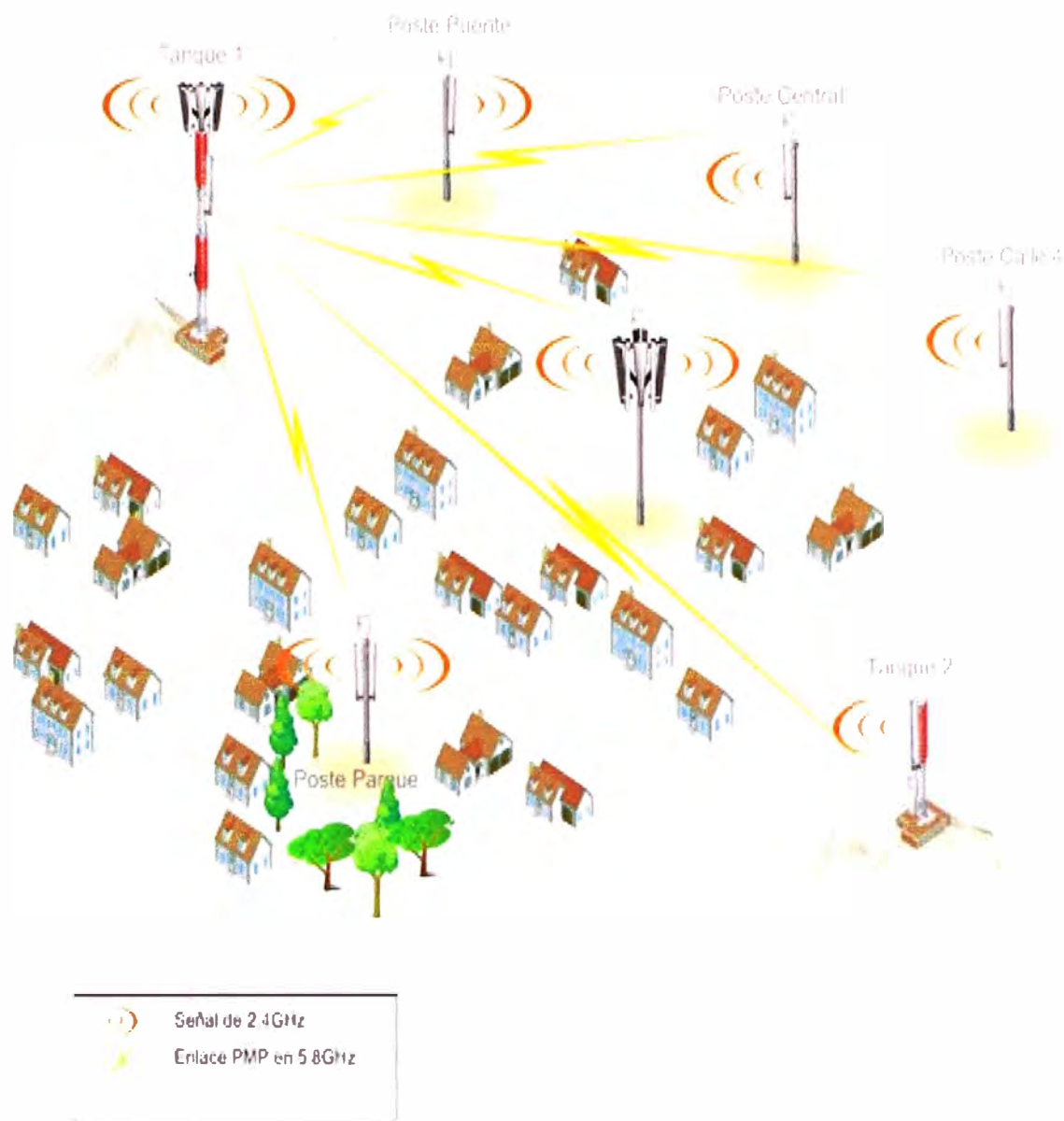


Figura.3.4 Topología de Red Wi-Fi - Playas de Asia

### b) Antenas a utilizar

La red de Acceso estará conformada por nodos que utilizarán Antenas Sectoriales debido a que nuestro objetivo es cubrir la mayor cantidad de área para captar el mayor número de usuarios que se encuentren en las playas. Se desea contar con la mayor cantidad de área con cobertura Wi-Fi.

Las Antenas Sectoriales son una variación de las antenas direccionales, pensadas para ser combinadas en arreglos de varias unidades que puedan dar la cobertura de los 360° del plano horizontal, pero con más apertura vertical y más ganancia que las antenas omnidireccionales. Son usualmente usadas para cubrir áreas largas como grandes pasillos, patios o supermercados, etc.



### c) Equipamiento

En la siguiente Tabla N°3.2 se muestra la relación de equipos utilizados por cada playa. En dicha Tabla no se está considerando los equipos Routers utilizados en cada playa para llevar el tráfico de consultas de Internet hacia la red de transporte y posteriormente hacia la Nube de Internet. Sólo se está considerando los equipos de acceso inalámbrico utilizado para brindar el acceso Wi-Fi a la red de Internet.

Tabla N°3.2 Equipamiento a utilizar por playa

ITEM	MODELO	PLAYAS				
		TOTORITAS	ARENAS	SOL	BONITA	PALABRITAS
1	Rocket M2	13	6	13	7	8
2	Antenas sectoriales en 2,4 GHz	13	6	13	7	8
3	Rocket M5	1	1	2	1	1
4	Antenas sectoriales en 5,8 GHz	1	1	2	1	1
5	Nano Loco M5	6	6	5	3	3
6	Switch de 8 puertos	3	1	4	2	2

En la Figura 3.5 se aprecia la imagen del equipo de Radio Rocket M2.



Figura.3.5 Rocket M2. Equipo de Radio para sectores en 2,4 Ghz

En la Figura 3.6 se aprecia la imagen de la antena sectorial de 2.4GHz.



Figura.3.6 Antenas Sectoriales en 2,4 Ghz

En la Figura 3.7 aprecia la imagen del equipo de Radio Rocket M5.



Figura.3.7 Rocket M5 . Equipo de Radio para sectores Maestros PMP en 5.8 Ghz

En la Figura 3.8 se aprecia la imagen de la antena sectorial de 5.8GHz



Figura.3.8 Antenas Sectoriales para sectores Maestros PMP en 5.8 Ghz

En la Figura 3.9 aprecia la imagen del equipo de Radio Nano Loco M5.



Figura.3.9 Nano Loco M5. Equipo de Radio Suscriptor PMP en 5.8 Ghz

En la Figura 3.10 aprecia la imagen del equipo switch .

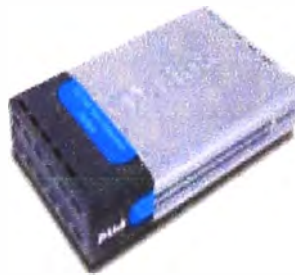


Figura.3.10 Switch de 8 puertos. Equipo de Conmutación

### 3.2.2 Imagen de marca.

El mercado de las telecomunicaciones está atendido por pocos operadores quienes despliegan una enorme infraestructura en todo el país brindando sus servicios. Esta infraestructura soporta los servicios de voz, datos, acceso a Internet, entre otros. La inversión en infraestructura de telecomunicaciones llega a convertirse en una ventaja competitiva de un operador respecto del otro, contribuyendo a la imagen de marca del operador que cuenta con dicha infraestructura y por lo tanto, cuenta con cobertura para brindar sus servicios.

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS FINANCIERO**

Si se considera como objetivo brindar acceso de Internet a playas como un aporte hacia la inclusión social, en donde es necesario promover la instalación, prestación y explotación de los servicios de Telecomunicaciones en áreas rurales, el proyecto tiene que ser rentable, de tal forma de asumir los costos de implementación, mantenimiento y operación del servicio brindado, entre otros.

La inclusión social busca entonces lograr una mayor cobertura de penetración de servicios, aumentando de esta forma la productividad local en conjunto, brindando más oportunidades de desarrollo, mejorando la calidad de vida, promoviendo la socialización, la integración, el mutuo acuerdo, la igualdad, entre otros.

El objetivo fundamental de un análisis financiero es valorar la inversión a partir de criterios cuantitativos y cualitativos de la evaluación de un proyecto, empleando los recursos disponibles de la empresa para la toma de decisiones de inversión, permitiendo experimentar con diferentes hipótesis y escenarios, sin poner en riesgo el negocio

A continuación se brinda un detalle de los gastos a considerar por la implementación del servicio Wi-Fi en cada una de las 05 playas:

Tabla N°3.3 Costo de Playa Totoritas

PLAYA	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
TOTORITAS	<b>Detalle del sistema Inalámbrico:</b>			
	Rocket M2	13	\$ 168.66	\$ 2,192.58
	Antenas sectoriales en 2.4 GHz	13	\$ 342.88	\$ 4,457.44
	Rocket M5	1	\$ 168.66	\$ 168.66
	Antenas sectoriales en 5.8 GHz	1	\$ 342.88	\$ 342.88
	NanoLoco M5	6	\$ 126.29	\$ 757.71
	Switch de 8 puertos	3	\$ 82.50	\$ 247.50
	Tramos de Torre ventada	4	\$ 180.00	\$ 720.00
	Estructura lineal para fijación de equipo inalámbrico	3	\$ 100.00	\$ 300.00
	Estructura cubica para fijación de equipo inalámbrico	2	\$ 380.00	\$ 760.00
	<b>Suministros y Servicios</b>			
	Ingeniería y Estudio de Campo	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
	Logística y gastos administrativos	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
	Suministros de sistema inalámbrico (Miscelaneos: cable de datos, conectores, cajas soleras, etc)	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
	Instalación de Infraestructura y equipos inalámbricos	1	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
	Comisionamiento y configuración del sistema inalámbrico	1	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
	Pruebas de cobertura Final.	1	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
	Transporte y movilización del personal a playas	1	\$ 1,452.31	\$ 1,452.31
	Adecuación y trabajos eléctricos	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
				\$
		<b>TOTAL</b>		<b>30,399.08</b>

Tabla N°3.4 Costo de Playa Arenas

PLAYA	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
ARENAS	<b>Detalle del sistema Inalámbrico:</b>			
	Rocket M2	6	\$ 168.66	\$ 1,011.96
	Antena sectorial en 2.4 GHz	6	\$ 342.88	\$ 2,057.28
	Rocket M5	1	\$ 168.66	\$ 168.66
	Antena sectorial en 5.8 GHz	1	\$ 342.88	\$ 342.88
	Nano Loco M5	6	\$ 126.29	\$ 757.71
	Switch de comunicación de 8 puertos	1	\$ 82.50	\$ 82.50
	Tramos de Torre ventada	0	\$ 180.00	\$ 0.00
	Estructura lineal para fijación de equipo inalámbrico	8	\$ 100.00	\$ 800.00
	Estructura cubica para fijación de equipo inalámbrico	0	\$ 380.00	\$ 0.00
	<b>Suministros y Servicios</b>			
	Ingeniería y Estudio de Campo	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
	Logística y gastos administrativos	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
	Suministros de sistema inalámbrico (Miscelaneos: cable de datos, conectores, cajas soleras, etc)	1	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
	Instalación de Infraestructura y equipos inalámbricos	1	\$ 3,100.00	\$ 3,100.00
	Comisionamiento y configuración del sistema inalámbrico	1	\$ 2,900.00	\$ 2,900.00
	Pruebas de cobertura Final.	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
	Transporte y movilización del personal a playas	1	\$ 2,428.63	\$ 2,428.63
	Adecuación y trabajos eléctricos	1	\$ 350.00	\$ 350.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 22,499.62</b>

Tabla N°3.5 Costo de Playa Sol

PLAYA	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
SOL	<b>Detalle del sistema Inalámbrico:</b>			
	Rocket M2	13	\$ 168.66	\$ 2,192.58
	Antena sectorial en 2.4 GHz	13	\$ 342.88	\$ 4,457.44
	Rocket M5	2	\$ 168.66	\$ 337.32
	Antena sectorial en 5.8 GHz	2	\$ 342.88	\$ 685.76
	Nano Loco M5	5	\$ 126.29	\$ 631.43
	Switch de comunicación de 8 puertos	4	\$ 82.50	\$ 330.00
	Tramos de Torre ventada	2	\$ 180.00	\$ 360.00
	Estructura lineal para fijación de equipo inalámbrico	2	\$ 100.00	\$ 200.00
	Estructura cubica para fijación de equipo inalámbrico			\$
	Suministros y Servicios	4	\$ 380.00	\$ 1,520.00
	<b>Suministros y Servicios</b>			
	Ingeniería y Estudio de Campo	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
	Logística y gastos administrativos	1	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
	Suministros de sistema inalámbrico (Miscelaneos: cable de datos, conectores, cajas soleras, etc)	1	\$ 3,300.00	\$ 3,300.00
	Instalación de Infraestructura y equipos inalámbricos	1	\$ 3,800.00	\$ 3,800.00
	Comisionamiento y configuración del sistema inalámbrico	1	\$ 3,700.00	\$ 3,700.00
	Pruebas de cobertura Final.	1	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
	Transporte y movilización del personal a playas	1	\$ 3,938.60	\$ 3,938.60
	Adecuación y trabajos eléctricos	1	\$ 4,200.00	\$ 4,200.00
			\$	
		<b>TOTAL</b>		<b>\$ 37,653.13</b>

Tabla N°3.6 Costo de Playa Palabritas

PLAYA	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
PALABRITAS	<b>Detalle del sistema Inalámbrico:</b>			
	Rocket M2	8	\$ 168.66	\$ 1,349.28
	Antena sectorial en 2.4 GHz	8	\$ 342.88	\$ 2,743.04
	Rocket M5	1	\$ 168.66	\$ 168.66
	Antena sectorial en 5.8 GHz	1	\$ 342.88	\$ 342.88
	Nano Loco M5	3	\$ 126.29	\$ 378.86
	Switch de comunicación de 8 puertos	2	\$ 82.50	\$ 165.00
	Tramos de Torre ventada	5	\$ 180.00	\$ 900.00
	Estructura lineal para fijación de equipo inalámbrico	0	\$ 100.00	\$ 0.00
	Estructura cubica para fijación de equipo inalámbrico			\$
	Suministros y Servicios	3	\$ 380.00	\$ 1,140.00
	<b>Suministros y Servicios</b>			
	Ingeniería y Estudio de Campo	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
	Logística y gastos administrativos	1	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
	Suministros de sistema inalámbrico (Miscelaneos: cable de datos, conectores, cajas soleras, etc)	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
	Instalación de Infraestructura y equipos inalámbricos	1	\$ 2,900.00	\$ 2,900.00
	Comisionamiento y configuración del sistema inalámbrico	1	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
	Pruebas de cobertura Final.	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
	Transporte y movilización del personal a playas	1	\$ 1,994.19	\$ 1,994.19
	Adecuación y trabajos eléctricos	1	\$ 350.00	\$ 350.00
			\$	
		<b>TOTAL</b>		<b>\$ 24,431.91</b>



Tabla N°3.7 Costo de Playa Bonita

PLAYA	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
BONITA	<b>Detalle del sistema Inalámbrico:</b>			
	Rocket M2	7	\$ 168.66	\$ 1,180.62
	Antena sectorial en 2.4 GHz	7	\$ 342.88	\$ 2,400.16
	Rocket M5	1	\$ 168.66	\$ 168.66
	Antena sectorial en 5.8 GHz	1	\$ 342.88	\$ 342.88
	Nano Loco M5	3	\$ 126.29	\$ 378.86
	Switch de comunicación de 8 puertos	2	\$ 82.50	\$ 165.00
	Tramos de Torre ventada	5	\$ 180.00	\$ 900.00
	Estructura lineal para fijación de equipo inalámbrico	1	\$ 100.00	\$ 100.00
	Estructura cubica para fijación de equipo inalámbrico Suministros y Servicios	2	\$ 380.00	\$ 760.00
	<b>Suministros y Servicios</b>			
	Ingeniería y Estudio de Campo	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
	Logística y gastos administrativos	1	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
	Suministros de sistema inalámbrico (Miscelaneos: cable de datos, conectores, cajas soleras, etc)	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
	Instalación de Infraestructura y equipos inalámbricos	1	\$ 2,900.00	\$ 2,900.00
	Comisionamiento y configuración del sistema inalámbrico	1	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
	Pruebas de cobertura Final.	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
	Transporte y movilización del personal a playas	1	\$ 1,809.31	\$ 1,809.31
	Adecuación y trabajos eléctricos	1	\$ 350.00	\$ 350.00
			<b>TOTAL</b>	<b>23,455.49</b>

En la Tabla N°3.8, se muestran los costos a considerar por el Soporte Técnico ante un eventual problema con el servicio.

Tabla N°3.8 Costo Soporte Técnico

Playa	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>SOPORTE TECNICO PROYECTO LAS PLAYAS :</b> Playa Totoritas. Playa El Sol. Playa Arenas. Playa Palabritas. Playa Bonita. DURACION: 03 MESES.	TOTAL Soporte Técnico, Considera:  -Asistencia Telefónica: Equipo de especialistas estará siempre disponible en Contact Center Técnico que brindará toda la asesoría necesaria. Se considera un el régimen de 24 x 7  -Asistencias vía remota: Mediante este servicio se podrá solicitar reprogramaciones y configuraciones para el Sistema inalámbrico, actualización de Firmwares y SW de Gestión. Se considera un el régimen de 24 x 7, Tiempo de respuesta no mayor a 2 .  -Asistencias Presenciales In Situ: Equipo de especialistas estará in situ en el área que comprende el proyecto bajo un régimen de 12 x 7, Tiempo de respuesta no mayor a 2 horas.	3	\$ 12,101.70	\$ 36,305.09

En la Tabla N°3.9, se muestran los costos a considerar para el proceso de desinstalación del servicio.

Tabla N°3.9 Costo Desinstalación

Playa	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>DESINSTALACIÓN LAS PLAYAS:</b> Playa Totoritas Playa El Sol Playa Arenas Playa Palabritas Playa Bonita DURACIÓN: 01 MES.	Desinstalación incluye:  Componente Equipo de comunicación: - Apagado de equipos inalámbricos - Desmontaje de equipos inalámbricos - Limpieza de equipos inalámbricos - Etiquetado y rotulado de equipos inalámbricos - Embalaje de equipos inalámbricos  Componente Infraestructura - Desmontaje de Estructuras: Torres Ventas y estructuras lineales y cúbicas - Limpieza de estructuras - Etiquetado y rotulado de estructuras - Embalaje de estructuras  Componente Eléctrico - Aislamiento de los puntos de energía eléctrica - Etiquetado y rotulado de los puntos de energía eléctrica  Movilización de personal de Logística y gastos.	1	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00

En la siguiente Tabla N°3.10 se muestra el cuadro resumen de costos:

Tabla N°3.10 Costo Resumen de la implementación de las Playas

<b>PLAYA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TOTORITAS</b>	<b>\$ 30,399.08</b>
<b>ARENAS</b>	<b>\$ 22,499.62</b>
<b>SOL</b>	<b>\$ 37,653.13</b>
<b>PALABRITAS</b>	<b>\$ 24,431.91</b>
<b>BONITA</b>	<b>\$ 23,455.49</b>
<b>SOPORTE TECNICO</b>	<b>\$ 36,305.09</b>
<b>DESINSTALACION</b>	<b>\$ 10,000.00</b>
<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 184,744.32</b>
<b>IGV (18%)</b>	<b>\$ 33,253.97</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 217,998.29</b>

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS OBTENIDOS**

#### **5.1.- Introducción**

El proyecto permitirá tener una cobertura de internet inalámbrico en las playas de Totoritas, Arenas, El Sol, Bonita y Palabritas en donde en cada una de ellas se deberá garantizar un acceso 100% outdoor (referida a las áreas externas de libre tránsito dentro de los límites del condominio) y un 50% indoor (referida a las zonas dentro de los condominios en los que se pueda encontrar dentro de las mismas un ambiente dentro de la casa en donde la conexión permita navegar con una velocidad aceptable y/o tener una sensibilidad de recepción igual o mejor a -75dBm)

El proyecto deberá garantizar la disponibilidad de un punto de acceso de internet que permita al usuario conectarse a internet, tomando en cuenta que la velocidad de navegación dependerá del ancho de banda asignado por el Proveedor y el tráfico que pueda existir en el momento de navegación

El sistema topológico de las playas de Asia tendrá siempre un sistema de distribución sectorial a 2.4GHz hacia los clientes y un sistema de transporte como Punto Multipunto (PMP) en la banda de 5.8GHz.

En el maestro de distribución Punto Multipunto llegará el acceso de internet proveniente del ISP.

La distribución de los puntos de acceso (AP) que brindarán la cobertura inalámbrica final además de las orientaciones que tienen sus antenas sectoriales considerando que tienen un ángulo de apertura de 90 grados ideal se bocetará sobre cada una de las playas para poder determinar las incidencias de las mismas.

#### **5.2. Equipamiento Utilizado**

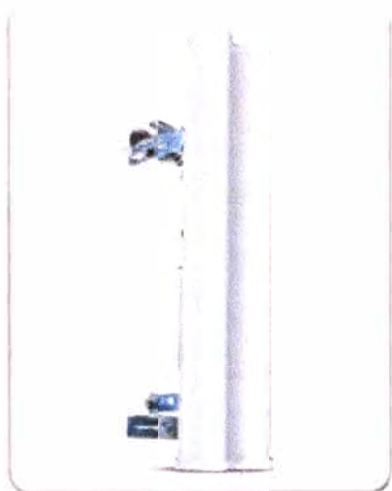
##### **5.2.1 Radios de Acceso**

###### **a) Rocket M2 – Radio 2.4GHz**



- ▶ Estación Base de Potente Hardware.
- ▶ Alta Sensibilidad Rx -97 dBm
- ▶ Diseño robusto, opera en condiciones extremas de clima.
- ▶ Encaje perfecto con Antenas AirMax s Sectoriales o Tipo Plato
- ▶ Potencia de Tx 28 dBm +/-2dBm en 802.11b/g/n
- ▶ Interfaz Lan 10/100Mbps PoE

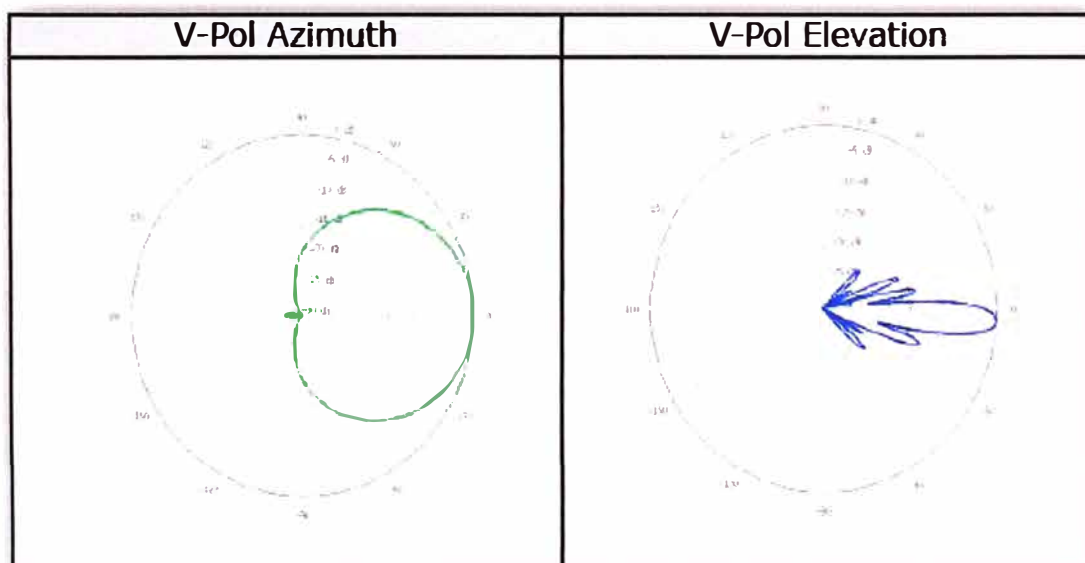
### b) AirMax 2G-16-90 – Antena 2.4GHz



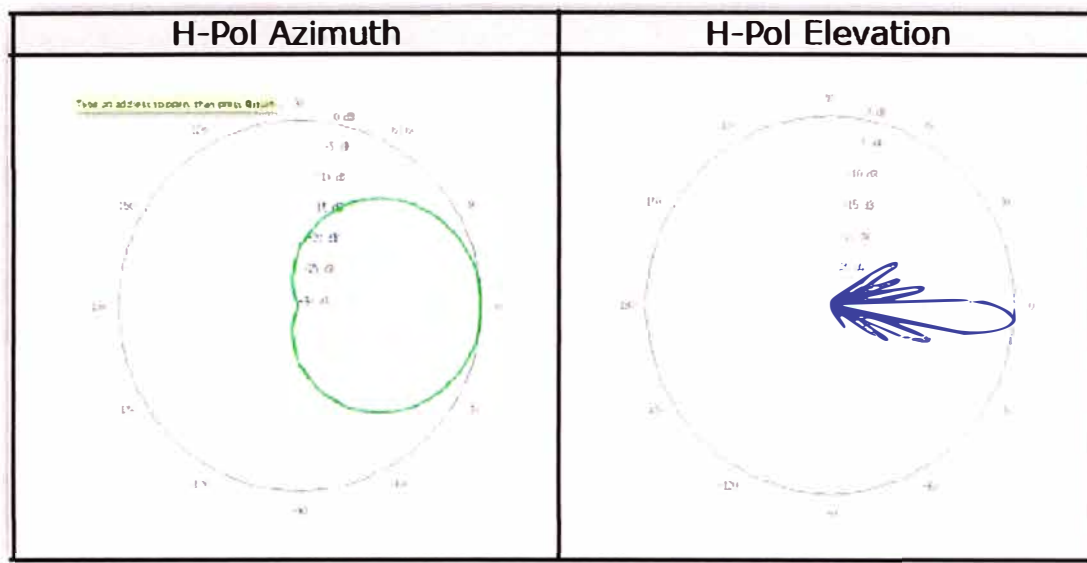
- ▶ Ganancia: 20 dbi
- ▶ Rango de Frecuencia: 5.15-5.85Ghz
- ▶ Polarización Dual Lineal
- ▶ Ángulo de Azimuth (H): 91°
- ▶ Ángulo de Azimuth (V): 85°
- ▶ Ángulo de Elevación : 4°

#### b.1) Diagrama de Radiación

Polarización Vertical

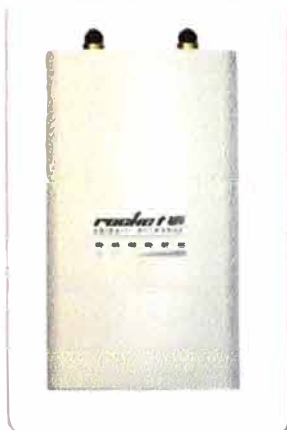


## Polarización Horizontal



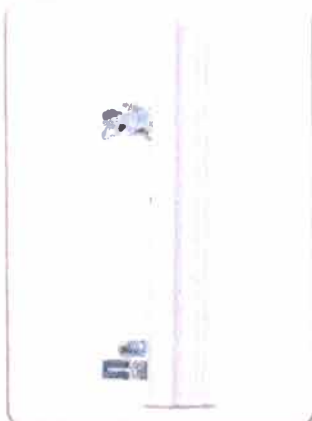
### 5.2.2 Radios de Transporte

#### a) Rocket M5 – Radio 5.8GHz



- ▶ Estación Base de Potente Hardware.
- ▶ Alta Sensibilidad Rx -96 dBm
- ▶ Diseño robusto, opera en condiciones extremas de clima.
- ▶ Encaje perfecto con Antenas AirMax Sectoriales o Tipo Plato
- ▶ Potencia de Tx 27 dBm +/-2dBm en 802.11n o 802.11a
- ▶ Interfaz Lan 10/100Mbps PoE

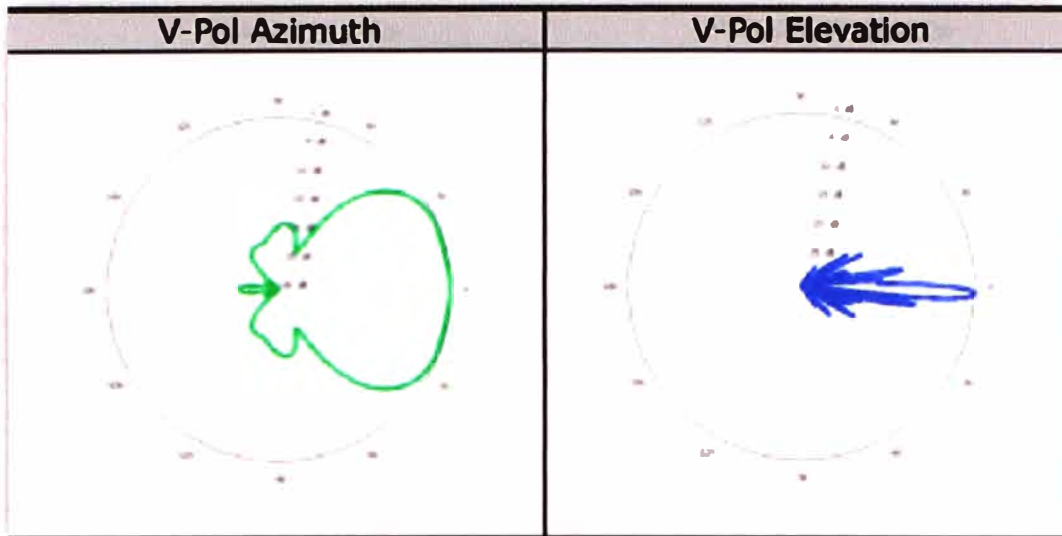
#### b) AirMax 5G-20-90 - Antena 5.8GHz (Maestro)



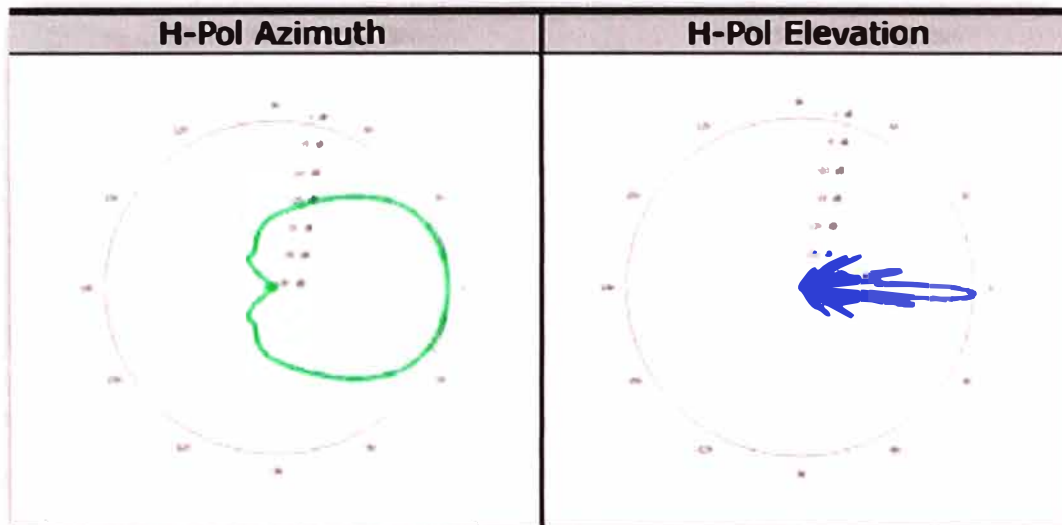
- ▶ Ganancia: 20 dbi
- ▶ Rango de Frecuencia: 5.15-5.85Ghz
- ▶ Polarización Dual Lineal
- ▶ Ángulo de Azimuth (H): 91°
- ▶ Ángulo de Azimuth (V): 85°
- ▶ Ángulo de Elevación : 4°

### b.1) Diagrama de Radiación

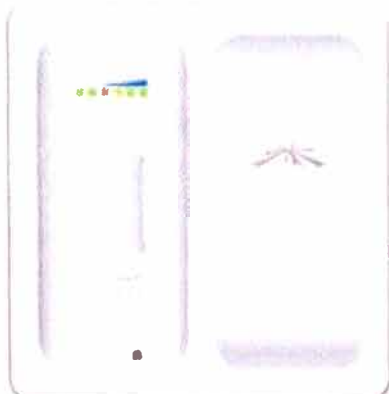
Polarización Vertical



Polarización Horizontal



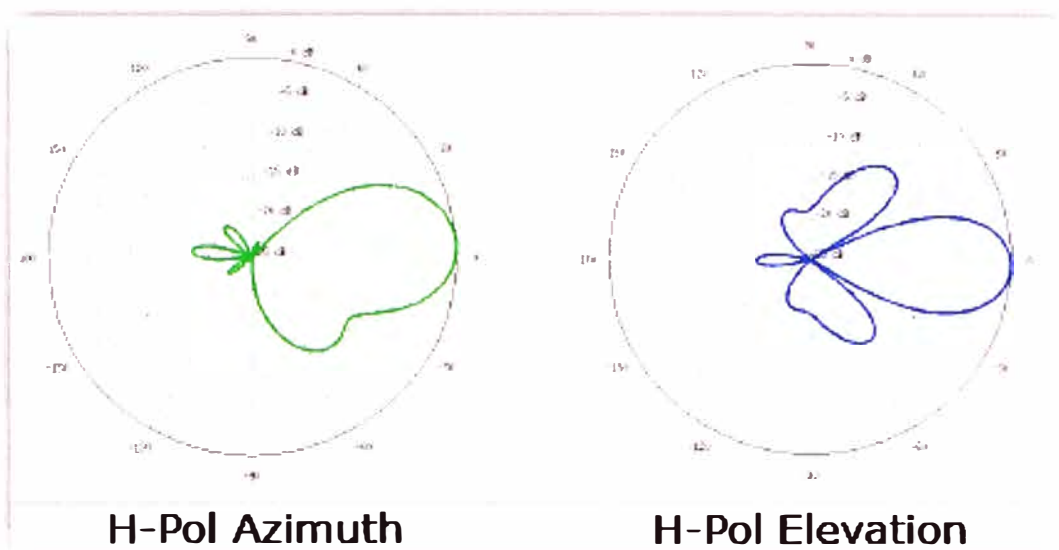
### c) NanoLoco M5 - Antena 5.8GHz (Esclavo)



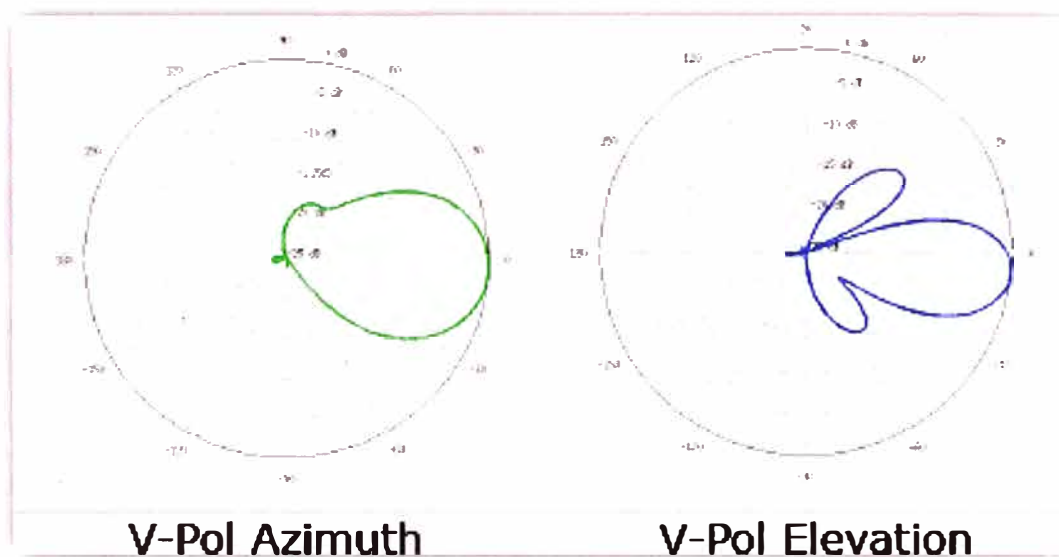
- ▶ Radio CPE de 5Ghz
- ▶ Potencia de Tx 23dBm +/-2dBm
- ▶ Sensibilidad de Rx -96dBm +/-2dBm
- ▶ Antena integrada de doble polaridad con una ganancia de 13dBi
- ▶ Ángulo de haz H/V de 45°/45°.
- ▶ Interfaz Lan 10/100Mbps Tx – POE

### c.1 ) Diagrama de Radiación

#### Polarización Horizontal



#### Polarización Vertical



### 5.3.- Distribución de Puntos de Accesos

A continuación se mostrará el desarrollo de cada playa:

#### 5.3.1 Playa Arenas

Se aprovecha la altura del pozo de Agua para poder receptionar las consultas hacia internet captadas por los AP y poder reenviarla hacia el Router de Borde del ISP.

Debido a la presencia de el Cerro Culebra; la cual no permite contar con LOS hacia el Nodo POP; se utiliza la BTS instalada en dicho cerro para poder transportar las consultas hacia el Nodo POP.



### Equipos de radio Instalados:

- 06 Sectores de cobertura inalámbrica de internet en 2.4GHz
- 04 equipos subscritores PMP en 5.8GHz
- 01 sector maestro PMP en 5.8GHz
- 02 equipos para enlace PTP en 5.8GHz

En la Figura 5.1 se aprecia la Red Topológica de la Playa Arenas

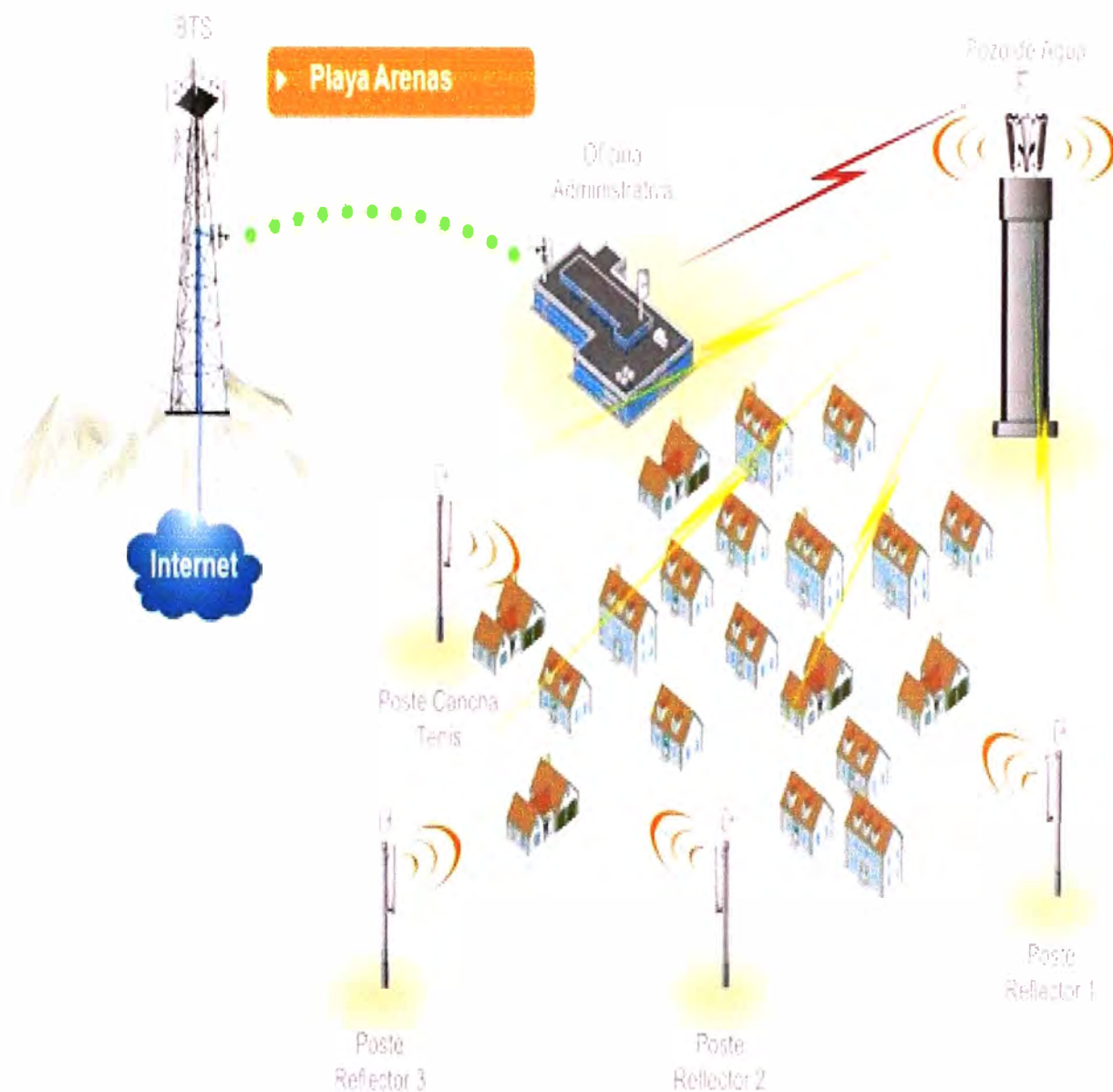


Figura 5.1. Playa Arenas – Red Topológica

En la Figura 5.2 se aprecia la Vista Panorámica del enlace de radio de la Playa Arenas

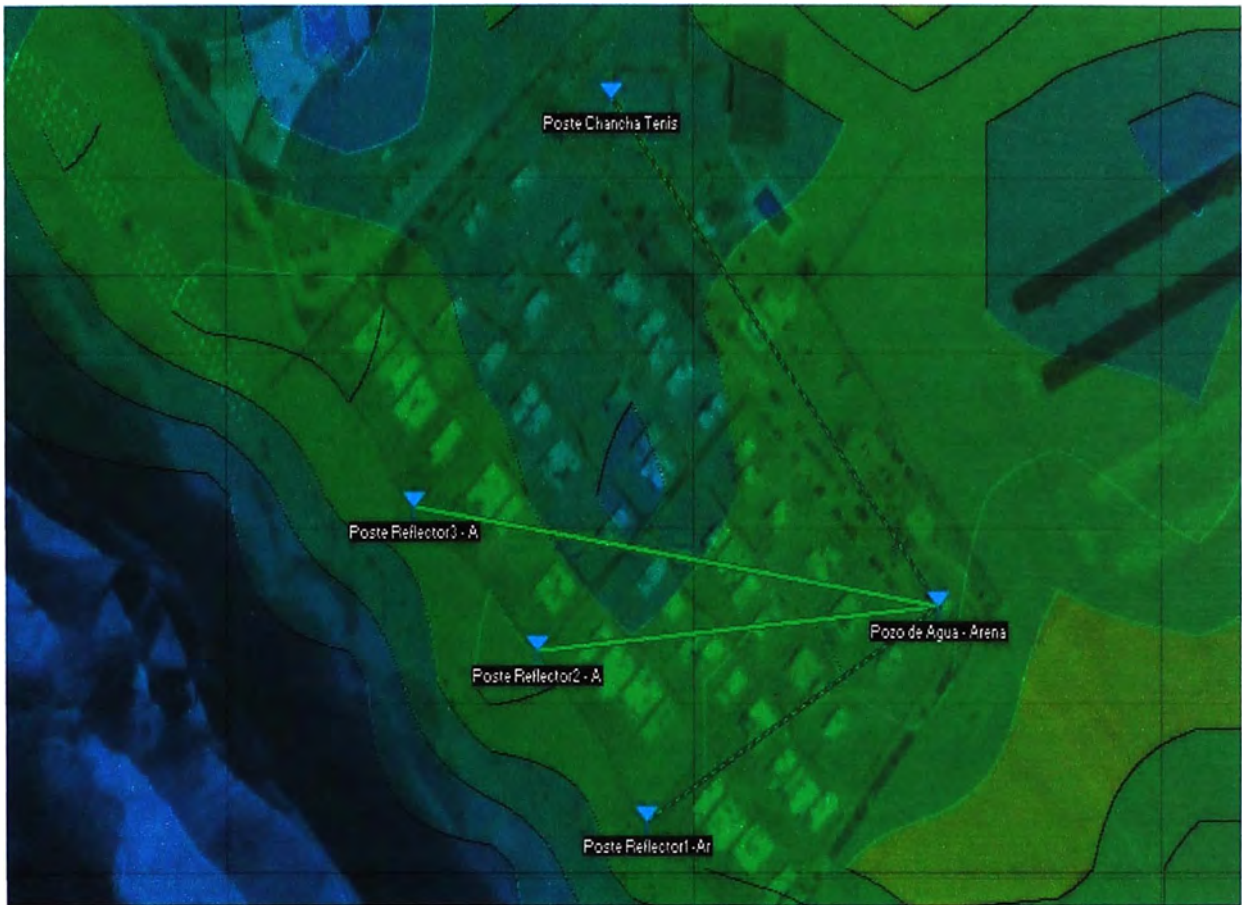


Figura 5.2. Playa Arenas – Vista Panorámica de Enlace de Radio

En la Tabla N°5.1 se aprecia las coordenadas de los Nodos ubicados en la Playa Arenas.

Tabla N°5.1 – Playa Arenas – Coordenadas de Nodos

Nro.	Ubicación	Sectores Presentes	Coordenadas Geográficas	
a	Pozo de Agua	Sector 1 y 2	12°44'46.77"S	76°37'41.49"O
b	Poste Reflector 1	Sector 3	12°44'50.23"S	76°37'47.68"O
c	Poste Reflector 2	Sector 4	12°44'47.48"S	76°37'49.99"O
d	Poste Reflector 3	Sector 5	12°44'45.16"S	76°37'52.59"O
e	Poste Cancha de Tenis	Sector 6	12°44'38.58"S	76°37'48.41"O

En la Figura 5.3 se aprecia la ubicación de los Nodos en la Playa Arenas.



Figura 5.3. Playa Arenas – Ubicación de Nodos

**a) Nodo Pozo de Agua / Oficina Administrativa**

- Número de Sectoriales 2.4 Ghz: 2
- Número de Sectoriales 5.8 Ghz: 1
- Número de Suscriptores PMP: 0
- Números de equipos PTP: 2
- Infraestructura Montada: 04 mástiles de 2 m

En este punto se busca cubrir las zonas de la tercera y cuarta línea de casas cercanas al pozo de Agua, la Of. Administrativa y piscina.

En la Figura 5.4 se aprecia el área de cobertura del Nodo ubicado en el Pozo de Agua.

**b) Nodo Poste Reflector 1 (lado derecho)**

- Número de Sectoriales 2.4 Ghz: 1
- Número de Sectoriales 5.8 Ghz: 0
- Número de Suscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de 12 m.

En este punto se busca cubrir las zonas de la primera y segunda línea de casas mirando hacia el mar del bloque del lado derecho de la playa

En la Figura 5.5 se aprecia el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Reflector 1 (Lado Derecho).



Figura 5.4 Playa Arenas – Pozo de Agua - Sector 1 y 2



Figura 5.5. Playa Arenas – Reflector 1 - Sector 3

### c) Nodo Poste Reflector 2 (lado central)

- Número de Sectoriales 2.4 Ghz: 1
- Número de Sectoriales 5.8 Ghz: 0
- Número de Suscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de 12 m.

En este punto se busca cubrir las zonas de la primera y segunda línea de casas mirando hacia el mar del bloque del lado central de la playa

En la Figura 5.6 se aprecia el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Reflector 2 (Lado Central)



Figura 5.6. Playa Arenas – Reflector 2 - Sector 4

### d) Nodo Poste Reflector3 (lado izquierdo)

- Número de Sectoriales 2.4 Ghz: 1
- Número de Sectoriales 5.8 Ghz: 0
- Número de Suscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de 12 m.

En este punto se busca cubrir las zonas de la primera y segunda línea de casas mirando hacia el mar del bloque del lado derecho de la playa.

En la Figura 5.7 se aprecia el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Reflector 3 (Lado Izquierdo).



Figura 5.7. Playa Arenas – Reflector 3 - Sector

**e) Nodo Poste Cancha Tenis**

- Número de Sectoriales 2.4 Ghz: 1
- Número de Sectoriales 5.8 Ghz: 0
- Número de Suscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de 12 m.

En este punto se busca cubrir las zonas de la tercera y cuarta línea de casas mirando hacia el mar del bloque del lado derecho de la playa y el Club House

En la Figura 5.8 se aprecia el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Cancha Tenis..



Figura 5.8. Playa Arenas – Reflector Cancha - Sector 6

### 5.3.2 Playa Bonita

Se aprovecha la altura de Torre montada en Of.Administrativas para poder receptionar las consultas hacia internet captadas por los AP y poder reenviarla hacia el Router de Borde del ISP.

#### Equipos de radio instalados:

- 07 Sectores de cobertura inalámbrica de internet en 2.4GHz.
- 03 equipos subscritores PMP en 5.8GHz
- 01 sectores maestro PMP en 5.8GHz

En la Figura 5.9. Se aprecia la Red Topológica de la Playa Bonita.

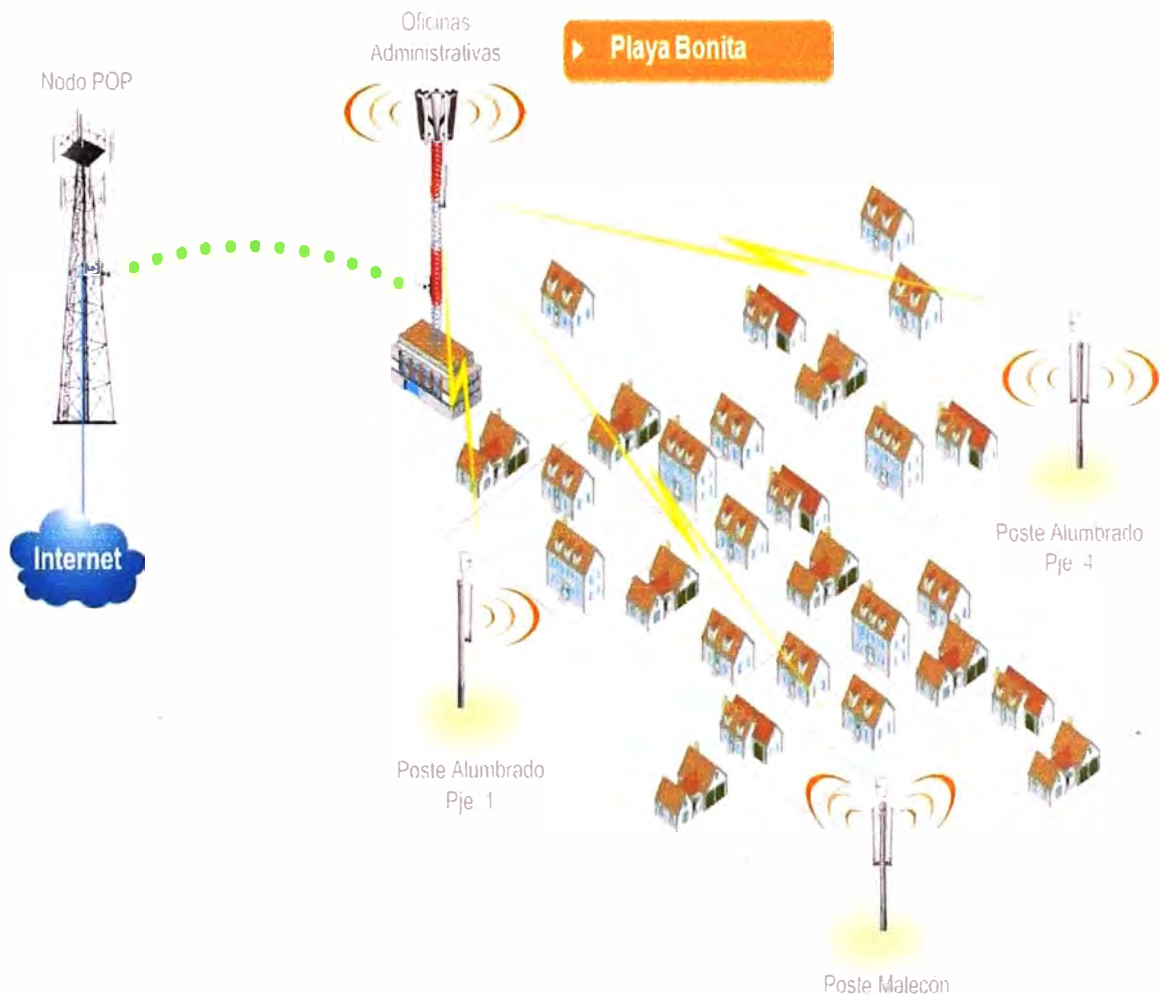


Figura 5.9. Playa Bonita – Red Topológica

En la Figura 5.10. Se aprecia una Vista Panorámica del enlace de Radio de la Playa Bonita.

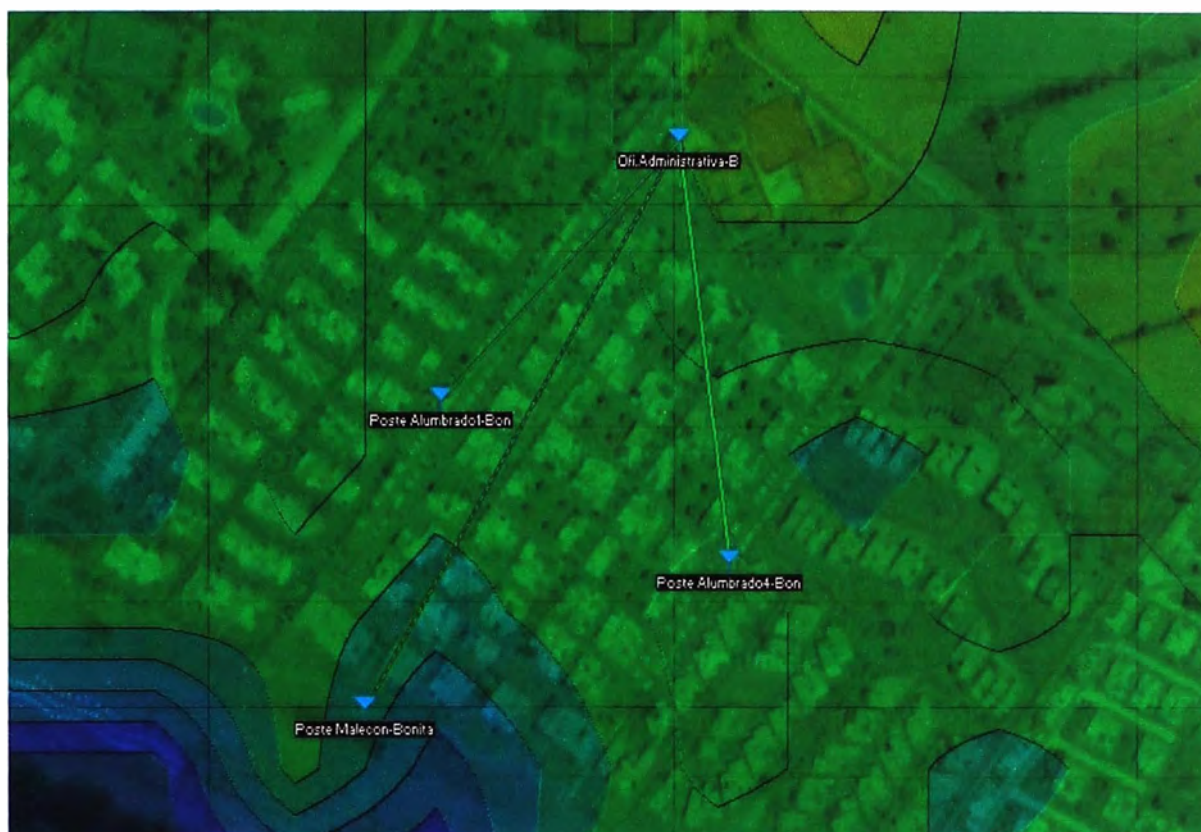


Figura 4.10. Playa Bonita –Panorámica de Enlace de Radio

En la Tabla N°5.2 se muestra el cuadro de coordenadas de los Nodos ubicados en la Playa Bonita.

Tabla N°5.2 Playa Bonita – Coordenadas de Nodos

Nro.	Ubicación	Sectores Presentes	Coordenadas Geográficas	
a	Oficina Administrativa	Sector 1, 2	12°46'35.92"S	76°35'57.80"O
b	Poste Malecón	Sector 3,4	12°46'46.83"S	76°36'4.50"O
c	Poste Alumbrado Pasaje 4	Sector 5,6	12°46'44.01"S	76°35'56.72"O
d	Poste Alumbrado Pasaje 1	Sector 7	12°46'40.88"S	76°36'2.88"O

En la Figura 5.11 se aprecia la ubicación de los Nodos de la Playa Bonita





Figura 5.11. Playa Bonita – Ubicación de Nodos

#### a) Nodo Oficina Administrativa

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 2
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 1
- Número de suscriptores PMP: 0
- Infraestructura Montada: Torre de 15 m

En este punto se busca cubrir las zonas de casas de la fila H, I y J hasta el límite de la calle H, la piscina y ambientes externos de uso público.

En la Figura 5.12 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en la Oficina Administrativa.

#### b) Nodo Poste Malecón

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 2
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de suscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Existente de 12m

En este punto se busca cubrir las zonas de casas de la fila A, B y parcialmente la fila C y D, el malecón y ambientes externos de uso público.

En la Figura 5.13 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Malecón.

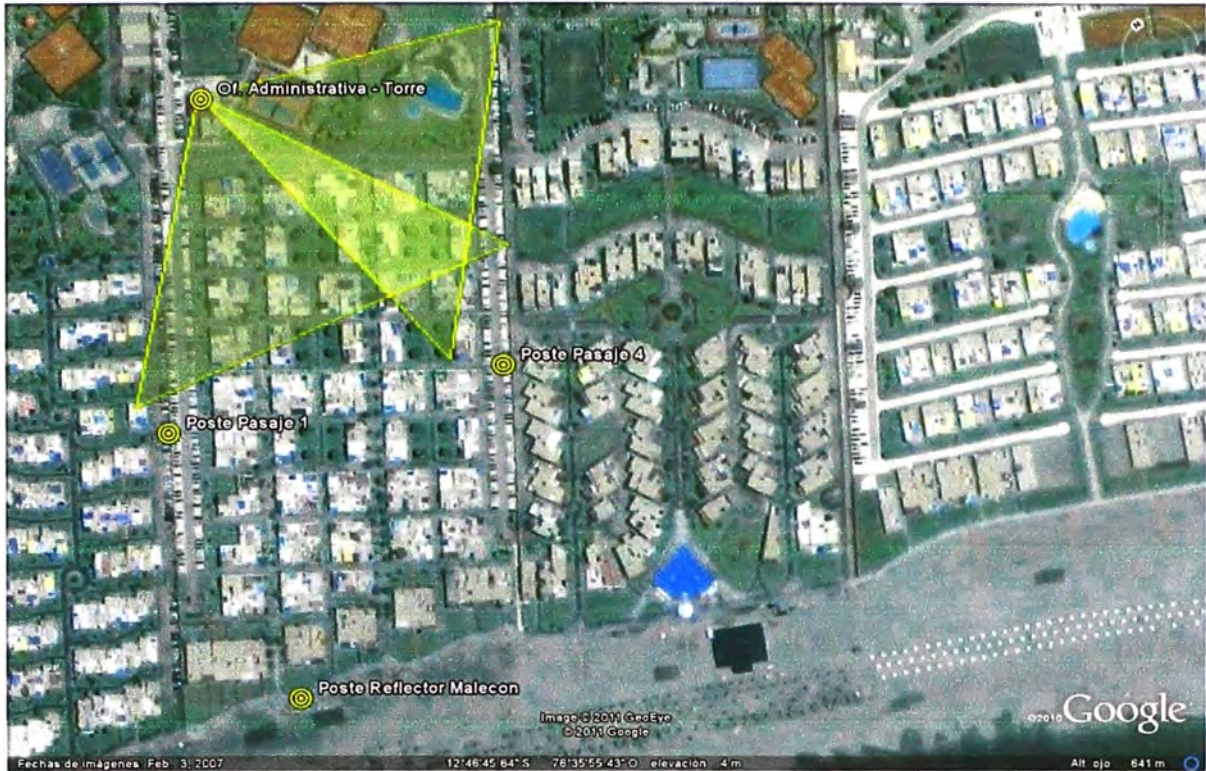


Figura 5.12. Playa Bonita – Of. Administrativa - Sector 1 y 2



Figura 5.13. Playa Bonita –Poste Malecón - Sector 3 y 4

### c) Nodo Poste Alumbrado Pasaje 4

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 2
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Existente de alumbrado de 6m

En este punto se busca coberturar las zonas de casas de la fila C, D, E, F, G, H, I y J hasta el límite de la calle pasaje 2 y ambientes externos de uso público

En la Figura 5.14 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Alumbrado Pasaje 4.

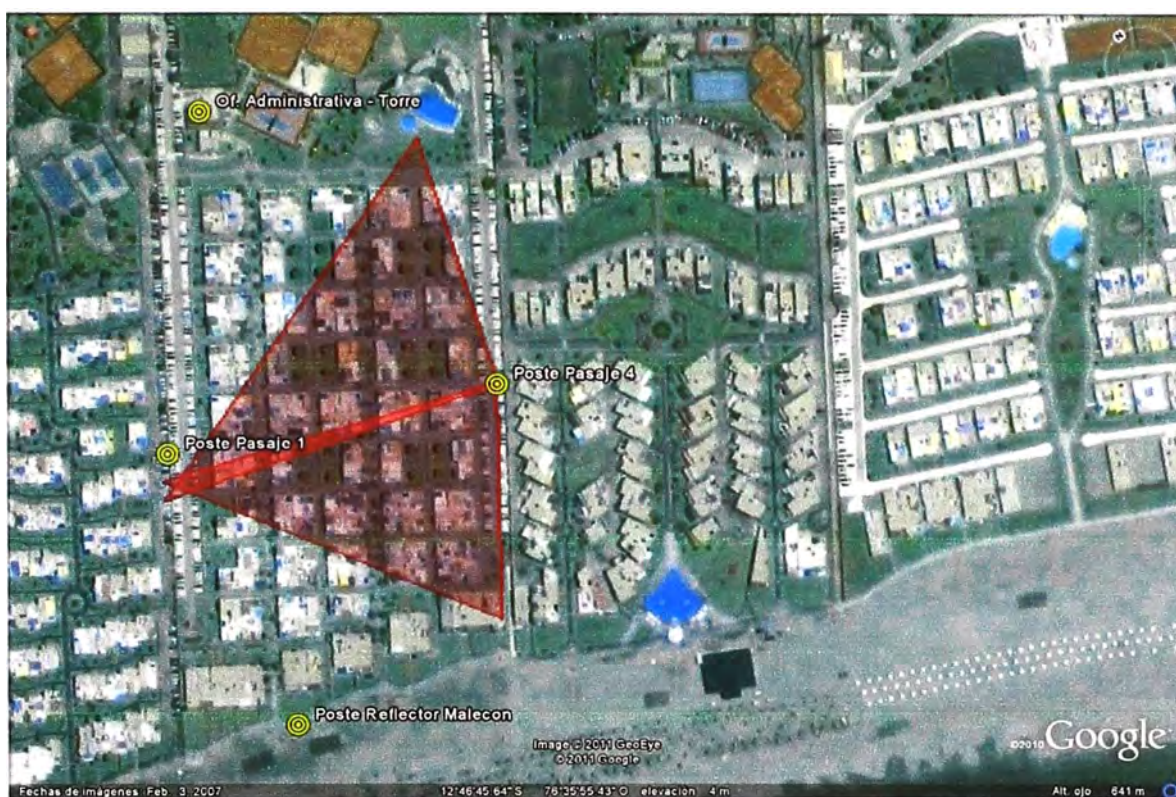


Figura 5.14. Playa Bonita –Poste Pasaje 4 – Sector 5 y 6

### d) Nodo Poste Alumbrado Pasaje 1

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 1
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Existente de alumbrado de 6m

En este punto se busca coberturar las zonas de casas de la fila C, D, E, F, G, H, I hasta el límite de la calle alameda sur y ambientes externos de uso público.

En la Figura 5.15 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Alumbrado Pasaje 1.

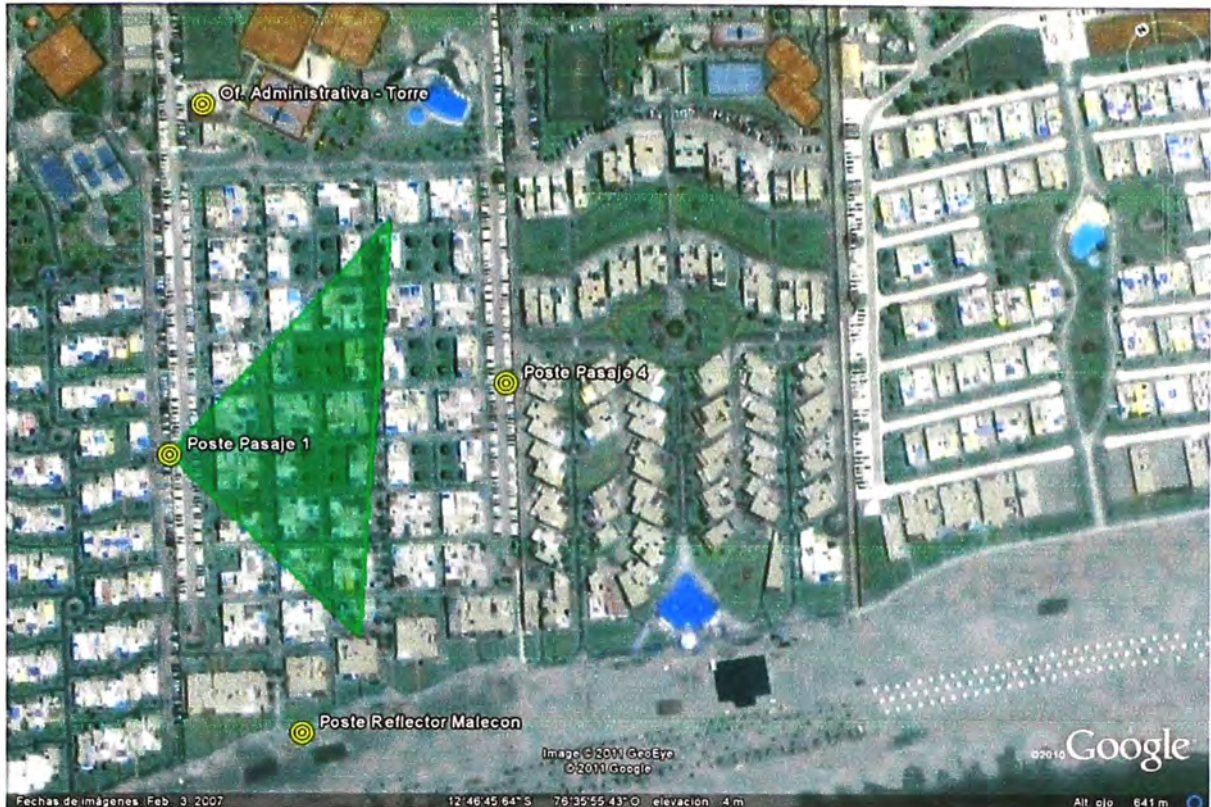


Figura 5.15. Playa Bonita –Poste Pasaje 1 – Sector 7

### 5.3.3 Playa El Sol

Se aprovecha la altura del pozo de Agua para poder recepcionar las consultas hacia internet captadas por los AP y poder reenviarla hacia el Router de Borde del ISP.

#### Equipos de radio instalados:

- 13 Sectores de cobertura inalámbrica de internet en 2.4GHz.
- 05 equipos subscriptores PMP en 5.8GHz
- 02 sectores maestro PMP en 5.8GHz

En la Figura 5.16. Se aprecia la Red Topológica de la Playa El Sol.

En la Figura 5.17. Se aprecia una Vista Panorámica del enlace de Radio de la Playa El Sol.

En la Tabla N°5.3 se aprecia el cuadro de coordenadas de los Nodos ubicados en la Playa El Sol.

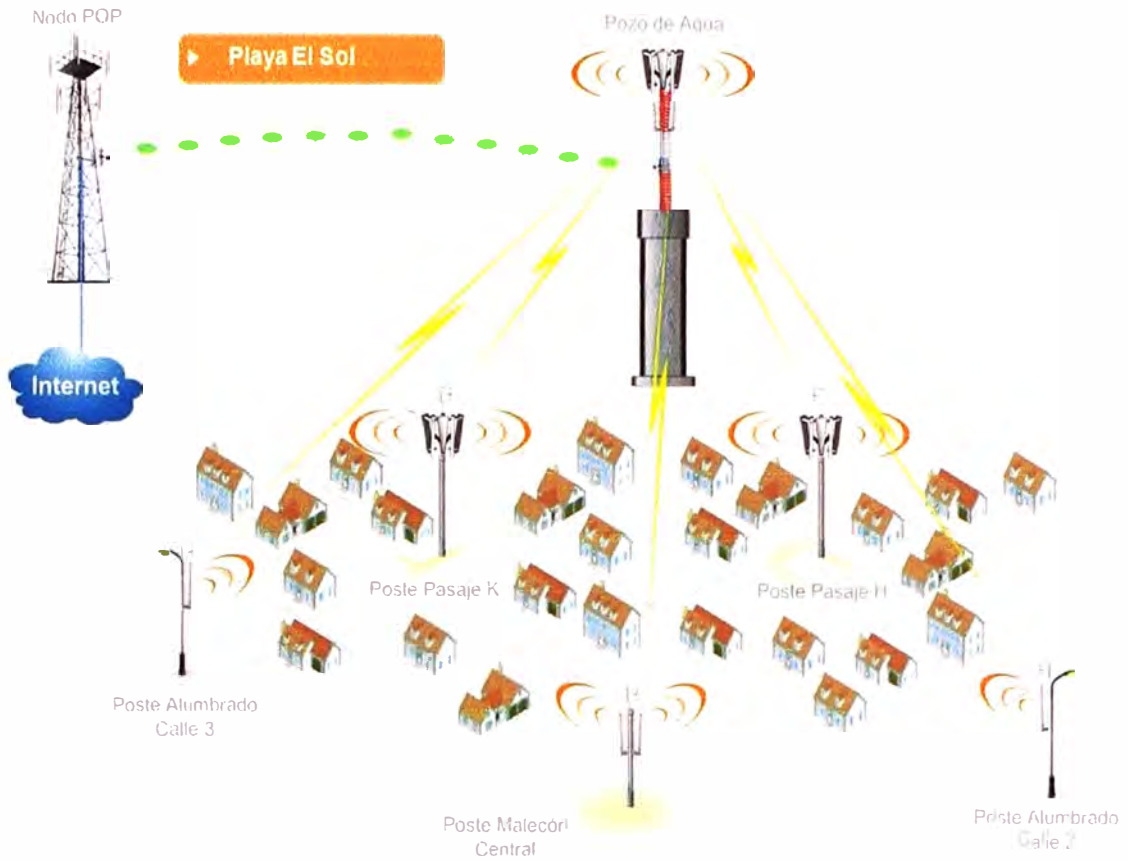


Figura 5.16. Playa El Sol – Red Topológica



Figura 5.17. Playa El Sol – Vista Panorámica de Enlace de Radio

Tabla N°5.3 Playa El Sol - Coordenadas de Nodos

Nro.	Ubicación	Sectores Presentes	Coordenadas Geográficas	
a	Pozo de Agua	Sector 1, 2, 3	12°45'20.40"S	76°36'58.15"O
b	Poste Pasaje H	Sector 4,5,6	12°45'30.51"S	76°36'58.95"O
c	Poste Pasaje K	Sector 7,8,9	12°45'20.92"S	76°37'7.21"O
d	Poste Malecón Central	Sector 10,11	12°45'27.85"S	76°37'6.32"O
e	Poste Alumbrado 1	Sector 12	12°45'36.64"S	76°36'59.64"O
f	Poste Alumbrado 2	Sector 13	12°45'19.32"S	76°37'14.01"O

En la Figura 5.18 se aprecia la ubicación de Nodos de la Playa El Sol.



Figura 5.18. Playa El Sol - Ubicación de Nodos

#### a) Nodo Pozo de Agua

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 3
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 2
- Número de subscriptores PMP: 0

- Infraestructura Montada: Torre de 6m

En este punto se busca cubrir las zonas de la fila D de casas, el Club House y ambientes externos de uso público.

En la Figura 5.19 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Pozo de Agua.



Figura 5.19 Playa El Sol – Pozo de Agua – Sector 1, 2 y 3

#### b) Nodo Poste Pasaje 'H'

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 3
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Nuevo de 11m

En este punto se busca cubrir parcialmente las zonas de la fila B, C y D de casas del lado pegado a playa Blanca y ambientes externos de uso público.

Adicionalmente, se realizó el cableado eléctrico subterráneo de energía hacia el punto indicado por administración de la playa.

En la Figura 5.20 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste pasaje H.



Figura 5.20. Playa El Sol – Poste Pasaje ‘H’ – Sector 4, 5 y 6

### c) Nodo Poste Pasaje ‘K’

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 3
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Nuevo de 11m

En este punto se busca cubrir parcialmente las zonas de la fila B, C y D de casas del lado pegado a playa Bora-Bora y ambientes externos de uso público.

Adicionalmente, se realizó el cableado eléctrico subterráneo de energía hacia el punto indicado por administración de la playa.

En la Figura 5.21 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste pasaje K.

### d) Nodo Poste Alameda Central

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 2
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Nuevo de 11m



En este punto se busca coberturar parcialmente las zonas de la fila A y B de casas del lado central de la playa, el malecón y ambientes externos de uso público.

Adicionalmente, se realizó el cableado eléctrico de aprox. 10m subterráneo hacia el cableado de energía existente indicado por la administración. Del mismo modo, se reinstaló el farol del poste retirado haciendo su cableado eléctrico por dentro del poste.

En la Figura 5.22 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Alameda Central.



Figura 5.21. Playa El Sol – Poste Pasaje 'K' – Sector 7, 8 y 9

#### e) Nodo Poste Alumbrado 1 (Limite Playa Blanca)

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 1
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de alumbrado de 6m

En este punto se busca coberturar parcialmente las zonas de la fila A y B de casas del lado del límite con playa Blanca, el malecón y ambientes externos de uso público.

Adicionalmente, se realizó el cableado eléctrico subterráneo de energía hacia el punto indicado por administración de la playa.

En la Figura 5.23 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Alumbrado 1..



Figura 5.22. Playa El Sol – Poste Malecón Central – Sector 10 y 11



Figura 5.23. Playa El Sol – Poste de Alumbrado 1 – Sector 12

#### f) Nodo Poste Alumbrado 2 (Limite Playa Bora Bora)

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 1
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de alumbrado de 6m

En este punto se busca coberturar parcialmente las zonas de la fila A y B de casas del lado del límite con playa Bora-Bora, el malecón y ambientes externos de uso público.

Adicionalmente, se realizó el cableado eléctrico subterráneo de energía hacia el punto indicado por administración de la playa

En la Figura 5.24 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Alumbrado 2.



Figura 5.24. Playa El Sol – Poste de Alumbrado 2 – Sector 13

#### 5.3.4 Playa Palabritas

Se aprovecha la altura de Torre Montada en Of.Administrativa para poder recepcionar las consultas hacia internet captadas por los AP y poder reenviarla hacia el Router de Borde del ISP.

Equipos de radio instalados:

- 08 Sectores de cobertura inalámbrica de internet en 2.4GHz.
- 03 equipos subscritores PMP en 5.8GHz
- 01 sectores maestro PMP en 5.8GHz

En la Figura 5.25. Se muestra la Red Topológica de la Playa Palabritas.



Figura 5.25. Playa Palabritas – Red Topológica

En la Figura 5.26. Se muestra una Vista Panorámica del enlace de Radio de la Playa Palabritas.

En la Tabla N°5.4 se muestra el cuadro de coordenadas de los Nodos ubicados en la Playa Palabritas.

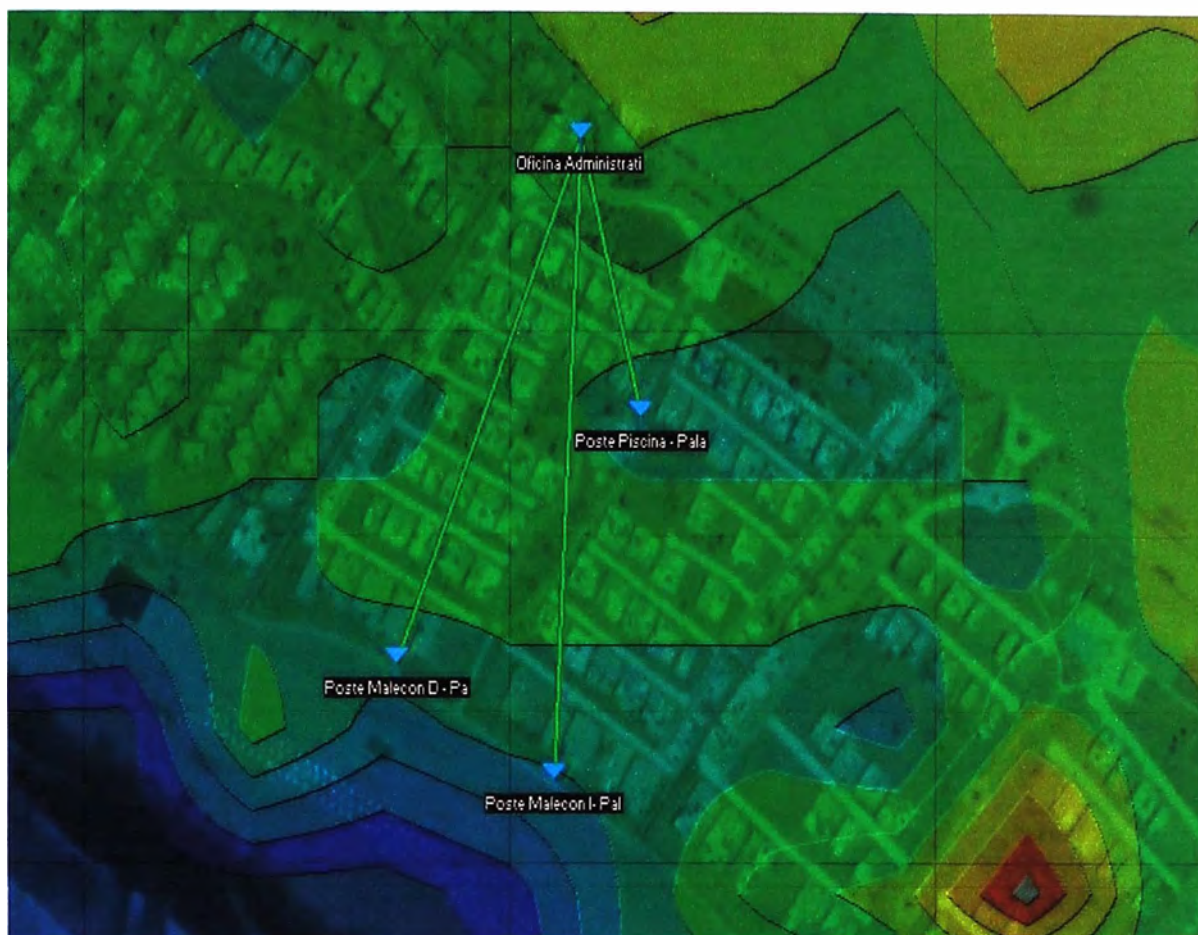


Figura 5.26. Playa Palabritas – Vista Panorámica de Enlace de Radio

Tabla N°5.4 Playa Palabritas - Coordenadas de Nodos

Nro.	Ubicación	Sectores Presentes	Coordenadas Geográficas	
a	Oficina Administrativa	Sector 1, 2	12°46'43.29"S	76°35'46.39"O
b	Poste Piscina	Sector 3,4,5	12°46'48.32"S	76°35'45.02"O
c	Poste Malecón Izquierda – 1	Sector 6,7	12°46'54.89"S	76°35'46.99"O
d	Poste Malecón Derecha – 2	Sector 8	12°46'52.77"S	76°35'50.65"O

En la Figura 5.27 se muestra la ubicación de Nodos de la Playa Palabritas.



Figura 5.27. Playa El Sol - Ubicación de Nodos

#### a) Nodo Oficina Administrativa

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 2
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 1
- Número de subscriptores PMP: 0
- Infraestructura Montada: Torre de 15 m

En este punto se busca cubrir las zonas de casas de la fila E, F y G, el restaurant y ambientes externos de uso público.

En la Figura 5.28 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Oficina Administrativa

#### b) Nodo Poste Piscina

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 3
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Nuevo de 11m

En este punto se busca cubrir las zonas de casas de la fila B, C, D y E, la piscina y ambientes externos de uso público.

En la Figura 5.29 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Piscina.



Figura 5.28 Playa Palabritas – Of.Administrativa – Sector 1 y 2



Figura 5.29. Playa Palabritas – Poste Piscina – Sector 3, 4 y 5

### c) Nodo Poste Malecón Izquierda - Poste Malecón 1

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 2
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Existente de alumbrado de 12m

En este punto se busca cubrir las zonas de casas de la fila A, B y C, el malecón y los ambientes externos de uso público.

En la Figura 5.30 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Malecón Izquierda.

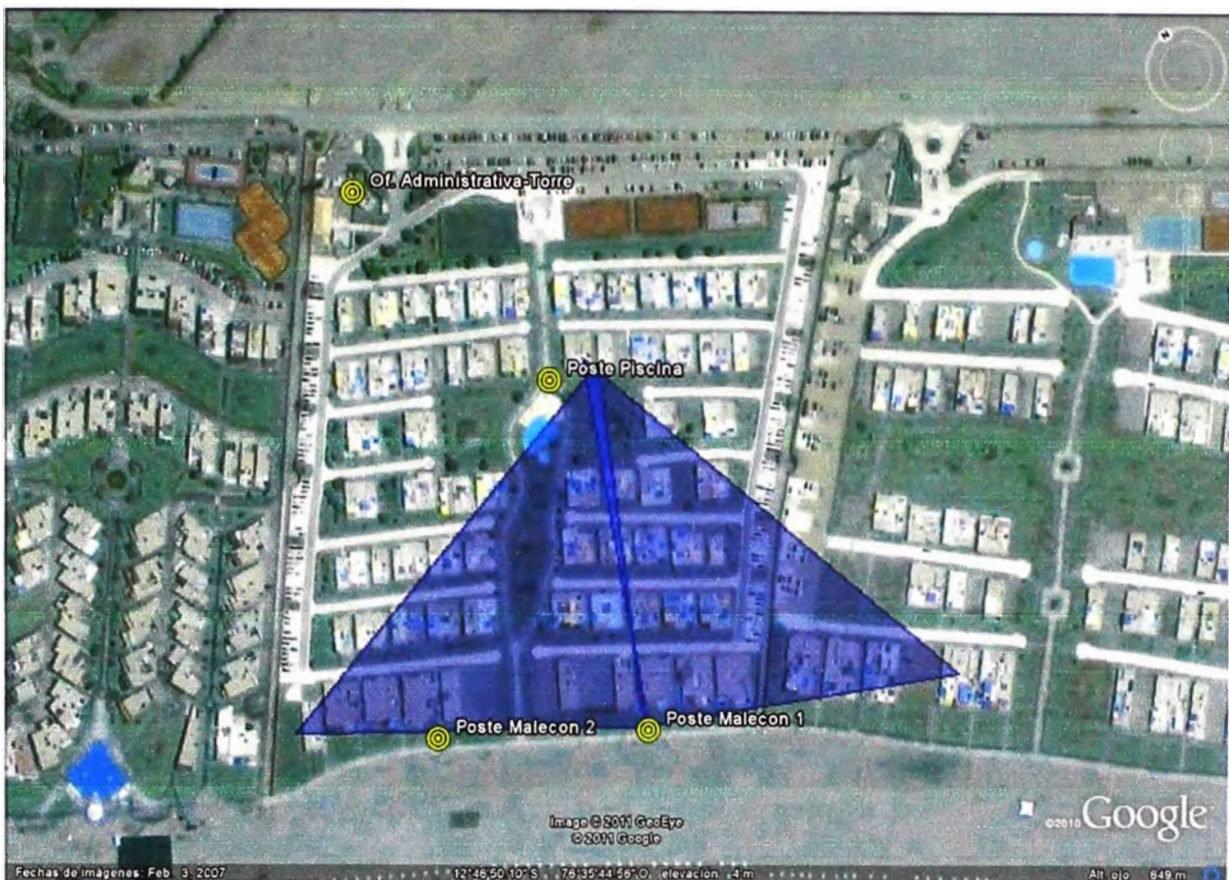


Figura 5.30. Playa Palabritas – Poste Malecón 1 – Sector 6 y 7

### d) Nodo Poste Malecón Derecha – Poste Malecón 2

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 1
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de alumbrado de 12m

En este punto se busca cubrir las zonas de casas de la fila A, B, C y D, el malecón y los ambientes externos de uso público



En la Figura 5.31 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Malecón Derecha.



Figura 5.31. Playa Palabritas – Poste Malecón 2 – Sector 8

### 5.3.5 Playa Totoritas

Se aprovecha la altura del pozo de Agua para poder recepcionar las consultas hacia internet captadas por los AP y poder reenviarla hacia el Router de Borde del ISP.

Debido a la presencia de el Cerro Culebra; la cual no permite contar con LOS hacia el Nodo POP; se utiliza la BTS instalada en dicho cerro para poder transportar las consultas hacia el Nodo POP.

#### Equipos de radio instalados:

- 13 Sectores de cobertura inalámbrica de internet en 2.4GHz.
- 06 equipos subscriptores PMP en 5.8GHz
- 01 sector maestro PMP en 5.8GHz

En la Figura 5.32 se muestra la red Topológica Wi-Fi de la Playa Totoritas

En la Figura 5.33. se muestra una Vista Panorámica del enlace de Radio de la Playa Totoritas

En la Figura 5.34 Se muestra una la ubicación de los Nodos de la Playa Totoritas

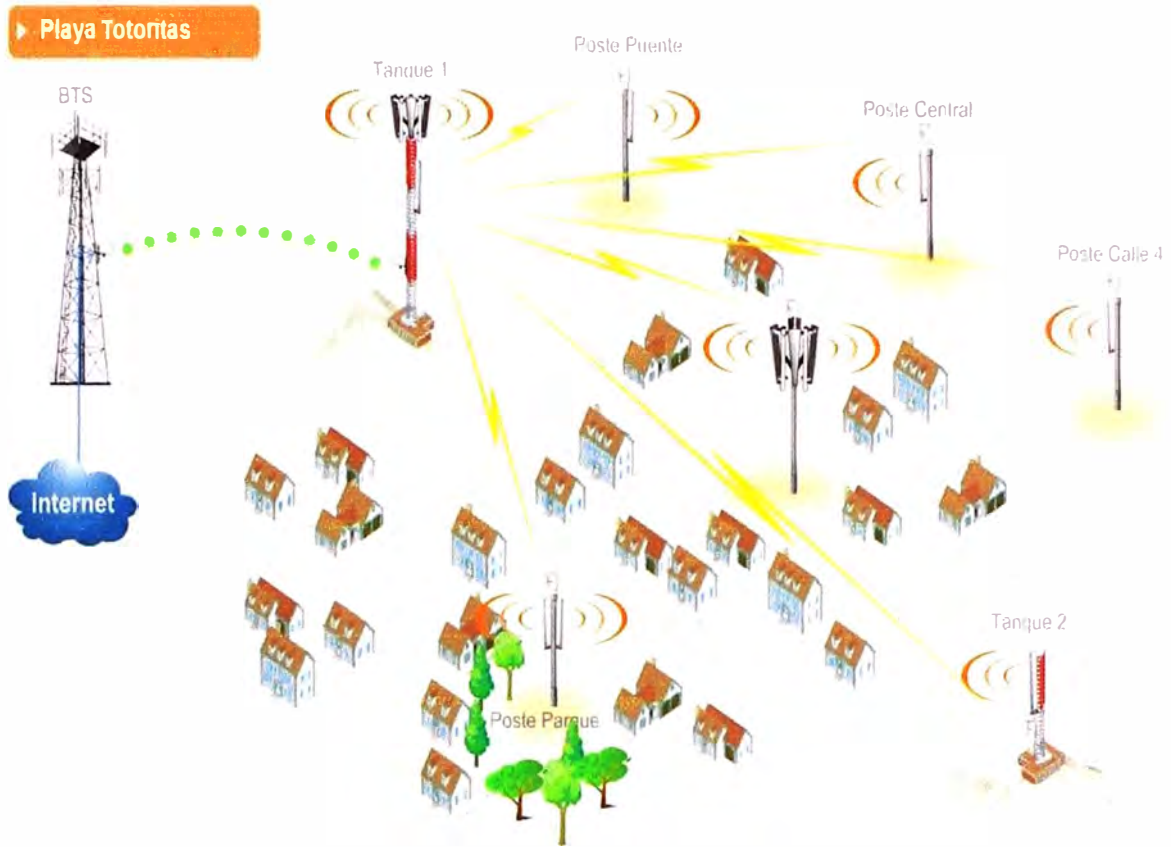


Figura 5.32. Playa Totoritas – Red Topológica

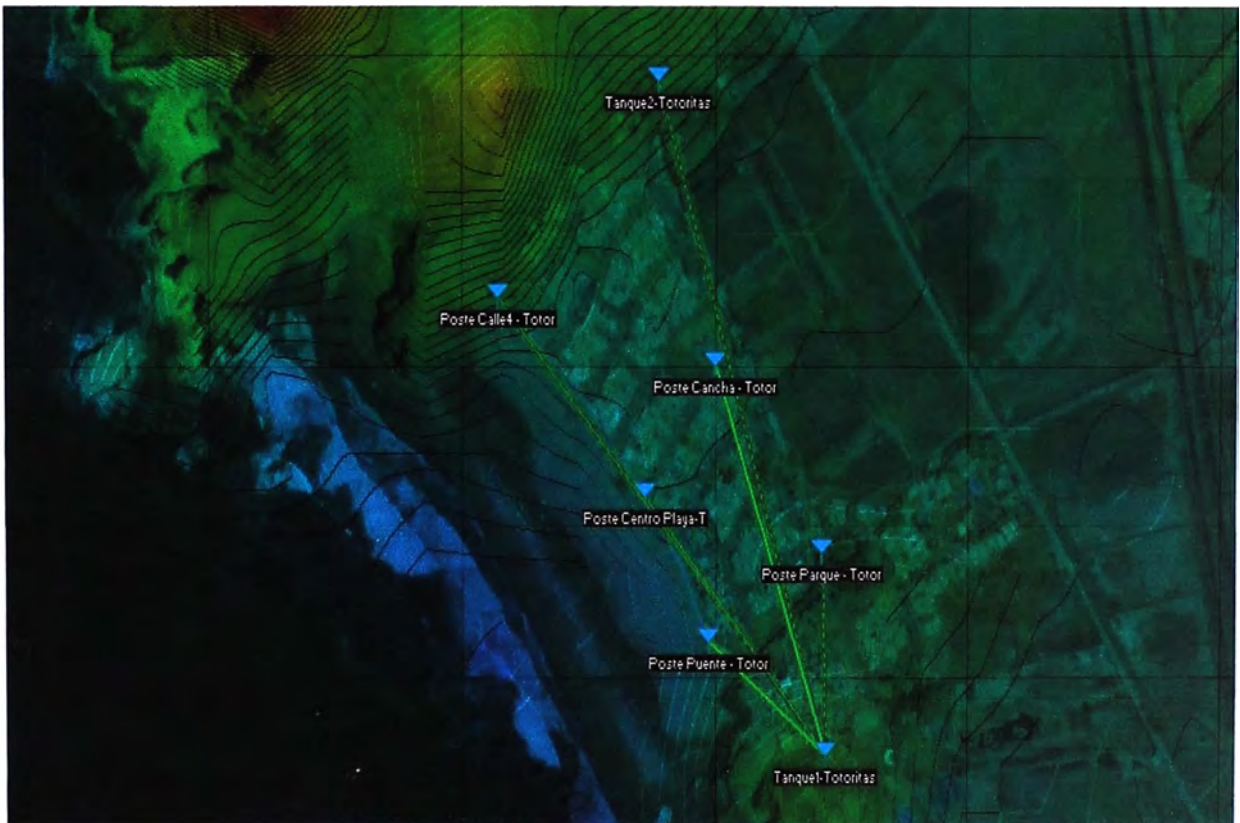


Figura 5.33. Playa Totoritas – Vista Panorámica de Enlace de Radio



Figura 5.34. Playa Totoritas - Ubicación de Nodos

En la Tabla N°5.5 se muestra el cuadro de coordenadas de los Nodos de la Playa Totoritas.

Tabla N°5.5 Playa Totoritas - Coordenadas de Nodos

Nro.	Ubicación	Sectores Presentes	Coordenadas Geográficas	
a	Tanque 1	Sector 1,2 y 3	12°41'11.63"S	76°39'11.38"O
b	Tanque 2	Sector 4	12°40'50.70"S	76°39'17.91"O
c	Poste Cancha Fulbito	Sector 5,6,7 y 8	12°40'59.51"S	76°39'15.66"O
d	Poste Calle 4	Sector 9	12°40'57.40"S	76°39'24.17"O
e	Poste Puente	Sector 10	12°41'8.10"S	76°39'15.94"O
f	Poste Centro Playa	Sector 11	12°41'3.57"S	76°39'18.42"O
g	Poste Parque	Sector 12 y 13	12°41'5.31"S	76°39'11.51"O

#### a) Nodo Tanque 1

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 3
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 1

- Número de subscriptores PMP: 0

En este punto se busca cubrir las zonas del Club House, la piscina, las zonas del lote A, B, M y parcialmente las zonas de los lotes N y C.

En la Figura 5.35 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Tanque 1.



Figura 5.35. Playa Totoritas – Tanque 1 – Sector 1, 2 y 3

#### b) Nodo Tanque 2

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 1
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Torre de 3m

En este punto se busca cubrir las zonas de la administración, ingreso, zonas de los lotes N (del ingreso), R, L y parcialmente las zonas de los lotes O y J

En la Figura 5.36 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Tanque 2.

#### c) Nodo Poste Cancha de Fulbito

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 4
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de 12m

En este punto se busca cubrir las zonas de los lotes P, Q, G, H, I, J, R y parcialmente las zonas de los lotes L y K

En la Figura 5.37 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Cancha.

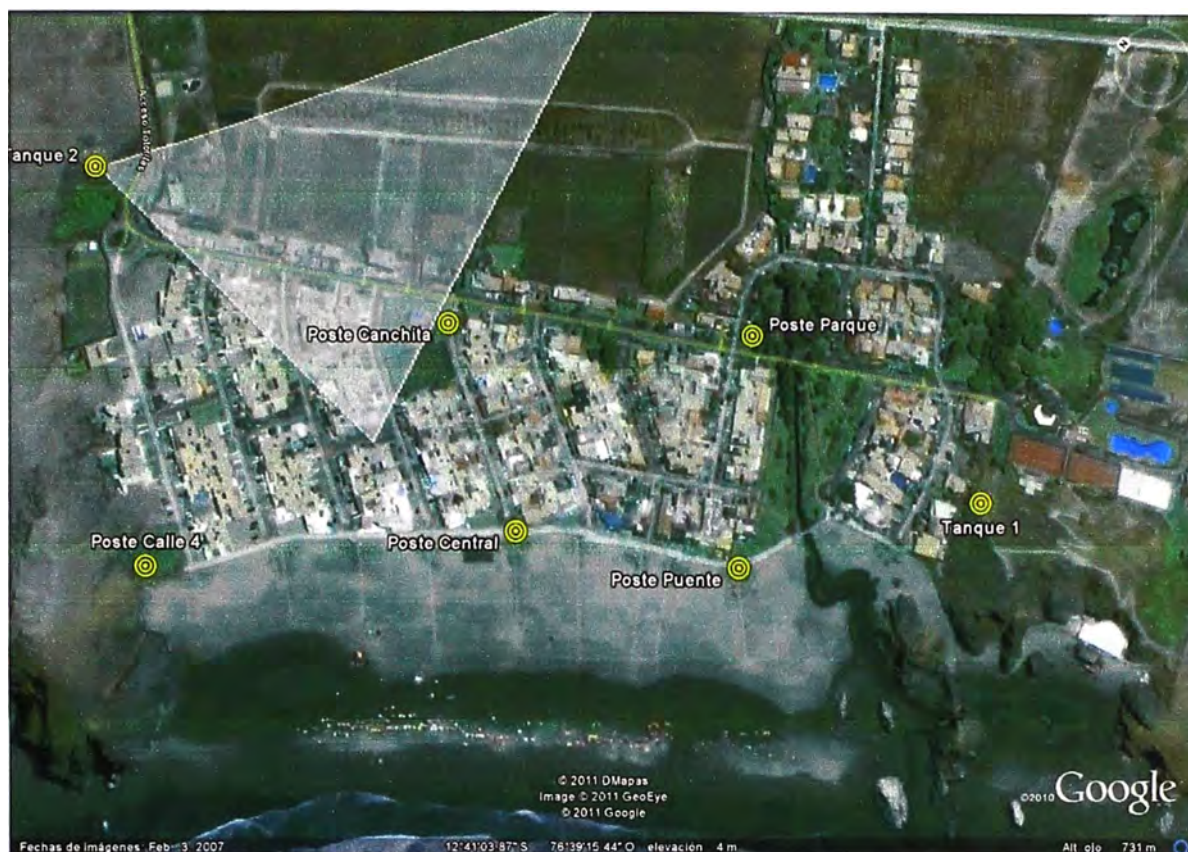


Figura 5.36. Playa Totoritas – Tanque 2 – Sector 4



Figura 5.37. Playa Totoritas – Poste Canchita – Sector 5, 6, 7 y 8

#### d) Nodo Poste Calle 4

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 1
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de 12m

En este punto se busca cubrir el malecón y las zonas de los lotes K, M, N y parcialmente las zonas de los lotes L y O.

Adicionalmente, se realizó la instalación de fotoceldas a toda la línea de postes del malecón para poder asegurar el abastecimiento de energía las 24 horas del día.

En la Figura 5.38 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Calle 4.

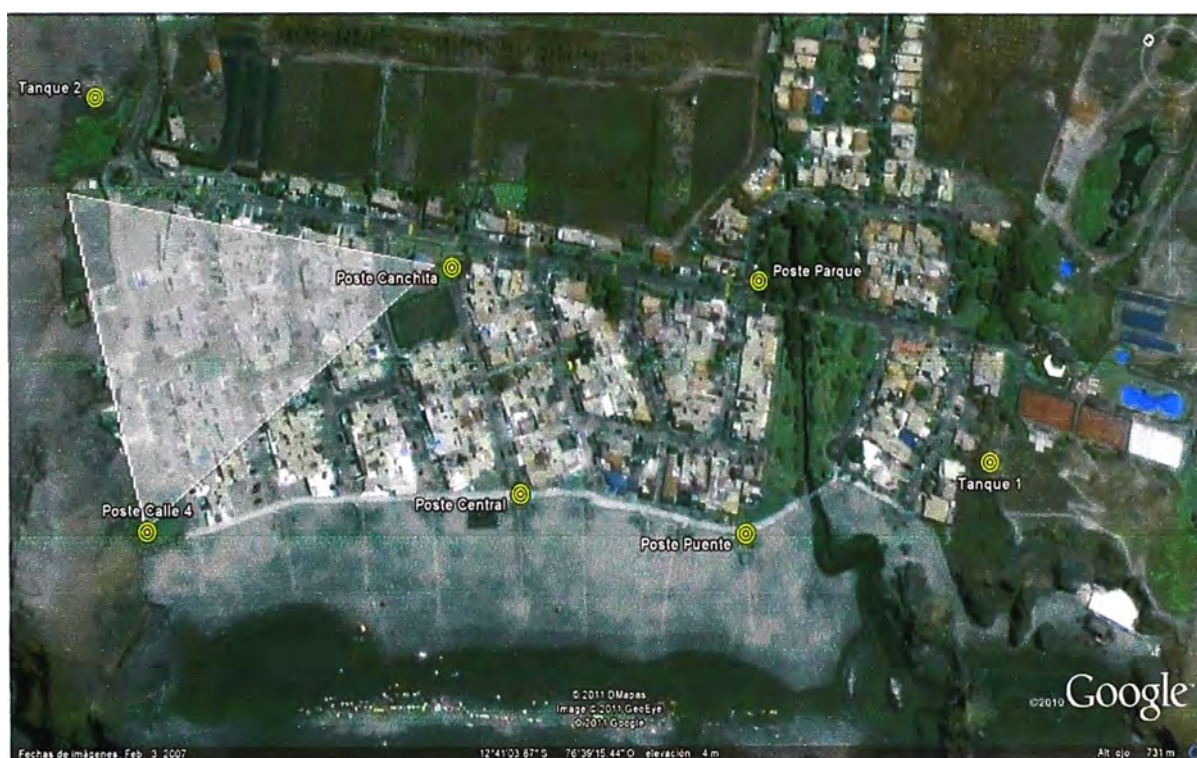


Figura 5.38. Playa Totoritas – Poste Calle 4 – Sector 9

#### e) Nodo Poste Puente Peatonal

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 1
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1

- Infraestructura Montada: Poste existente de 12m

En este punto se busca cubrir el malecón y las zonas de los lotes C, D, E y parcialmente las zonas de los lotes F y G.

Adicionalmente, se realizó la instalación de fotoceldas a toda la línea de postes del malecón para poder asegurar el abastecimiento de energía las 24 horas del día.

En la Figura 5.39 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Puente Peatonal.

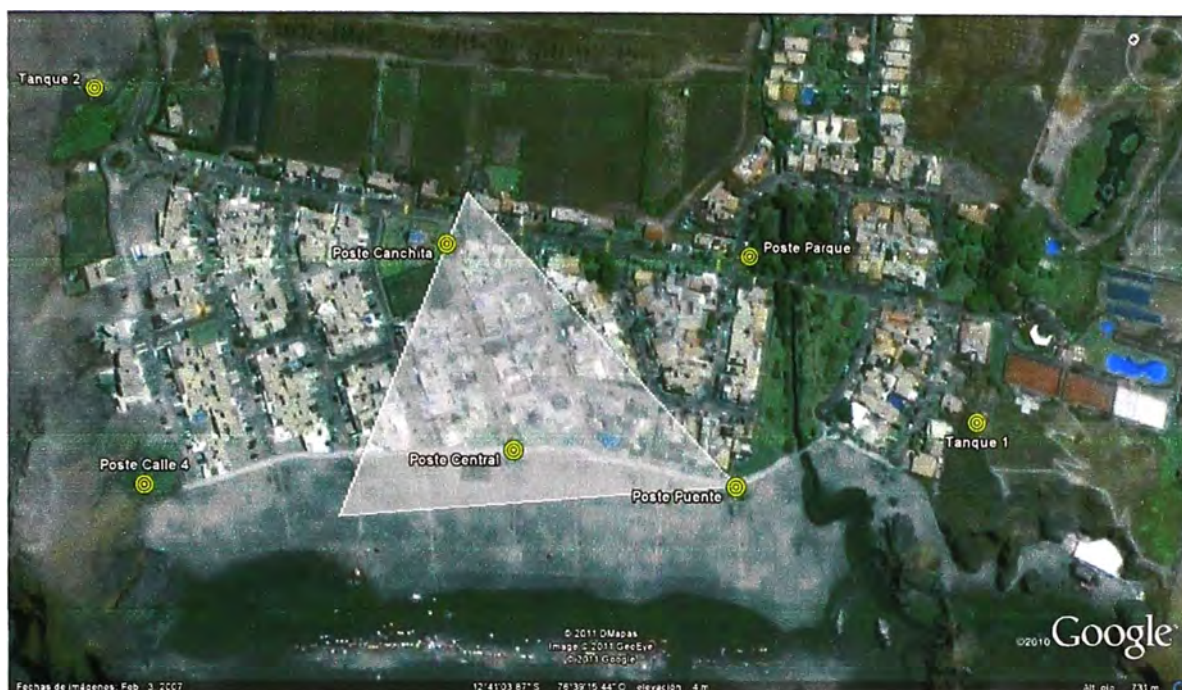


Figura 5.39. Playa Totoritas – Poste Puente Peatonal – Sector 10

#### f) Nodo Poste Centro Malecón

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 1
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste existente de 12m

En este punto se busca cubrir el malecón, la playa y parcialmente las zonas de los lotes G, H y I

Adicionalmente, se realizó la instalación de fotoceldas a toda la línea de postes del malecón para poder asegurar el abastecimiento de energía las 24 horas del día.

En la Figura 5.40 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Centro Malecón.

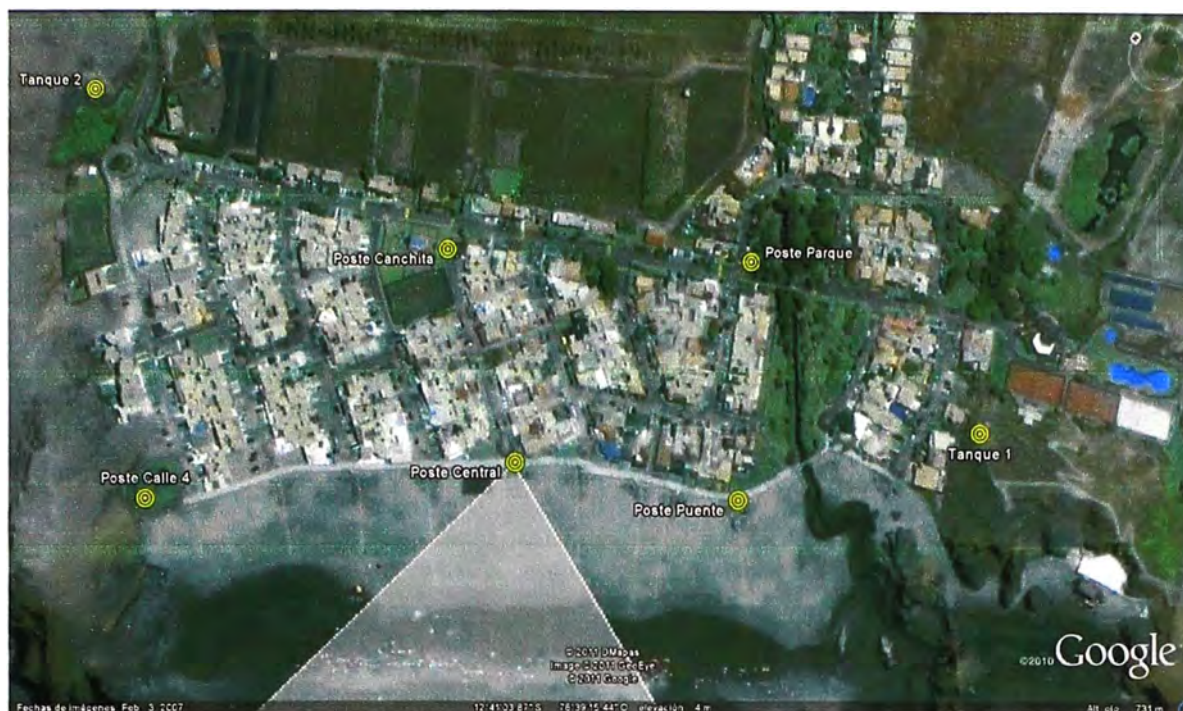


Figura 5.40. Playa Totoritas – Poste Centro Malecón – Sector 11

#### g) Nodo Poste Parque

- Número de Sectoriales 2.4GHz: 2
- Número de Sectoriales 5.8GHz: 0
- Número de subscriptores PMP: 1
- Infraestructura Montada: Poste Nuevo de 11m

En este punto se busca cubrir las zonas de los lotes C, N, O, P y parcialmente las zonas de los lotes D y F.

Adicionalmente, se realizó el cableado eléctrico de aprox. 10m subterráneo hacia el medidor de energía..

En la Figura 5.41 se muestra el área de cobertura del Nodo ubicado en el Poste Parque.

#### 5.4.- Plantilla de Configuración del Equipamiento

La configuración de los equipos no cuenta con un patrón a seguir. Se suele considerar un orden y/o estructura elegida por la Empresa; esto por motivos de poder realizar el troubleshooting requerido del caso ante una posible avería en el servicio Wi-Fi brindado.

Las configuraciones de IPs asignadas a la integridad del sistema inalámbrico se detalla a continuación en el siguiente orden:



- Tabla N°5.6 Playa Palabritas
- Tabla N°5.7 Playa Bonita
- Tabla N°5.8 Playa Sol
- Tabla N°5.9 Playa Arenas
- Tabla N°5.10 Playa Totoritas

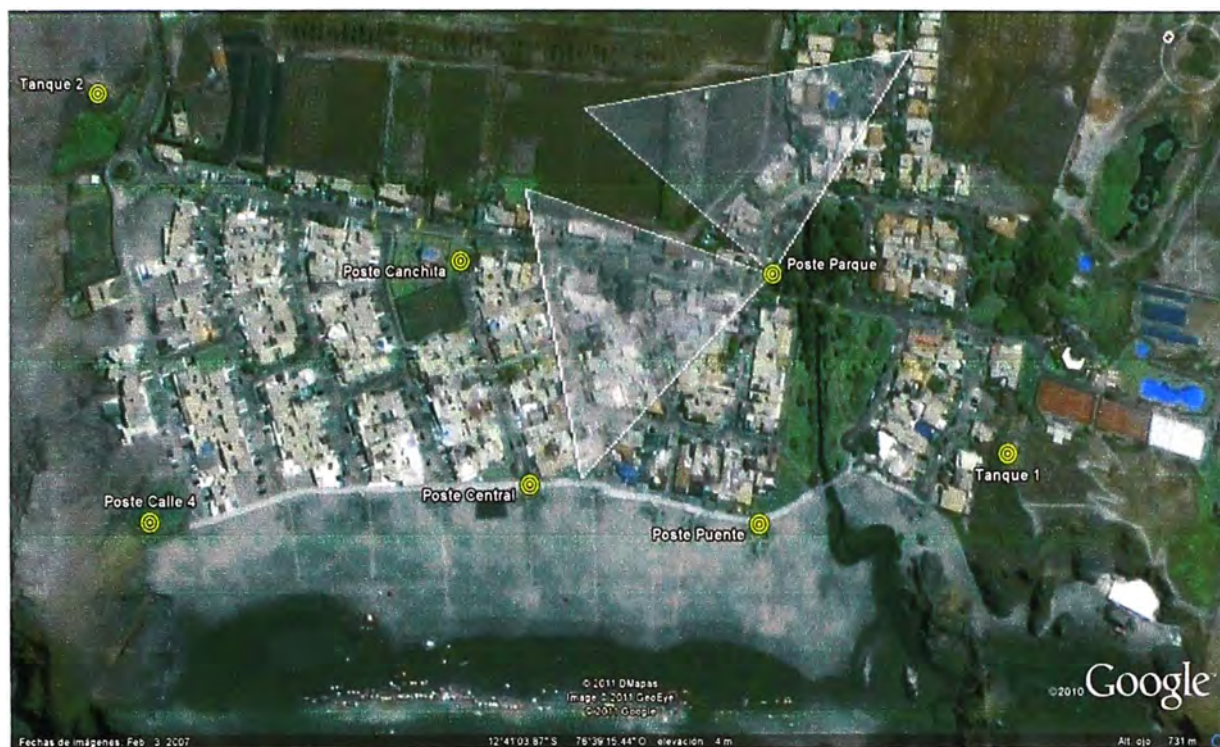


Figura 5.41. Playa Totoritas – Poste Parque – Sector 12 y 13

Playa Palabritas									
Item	Ubicación	Nro Sector	Dirección IP Pública	Dirección IP Privada	Mascara de Red	Modo Wireless	SSID	MAC	Frecuencia/ canal
Cobertura en 2.4GHz									
1	Of.Adm – Izquierda	Sector 1	190.223.23.2	10.233.18.2	255.255.255.224	Access Point	Internet_Palabritas	00:15:6d:fe:95:46	2462(Canal 11)
2	Of.Adm – Derecha	Sector 2	190.223.23.3	10.233.18.3	255.255.255.224	Access Point	Internet_Palabritas	00:15:6d:fe:96:f6	2412(Canal 1)
3	Poste Piscina - Mirando al Sur	Sector 3	190.223.23.36	10.233.18.36	255.255.255.224	Access Point	Internet_Palabritas	00:15:6d:fe:96:3c	2437(Canal6)
4	Poste Piscina - Mirando al Norte	Sector 4	190.223.23.37	10.233.18.37	255.255.255.224	Access Point	Internet_Palabritas	00:15:6d:fe:96:3a	2462(Canal 11)
5	Poste Piscina - Mirando Malecón	Sector 5	190.223.23.38	10.233.18.38	255.255.255.224	Access Point	Internet_Palabritas	00:15:6d:fe:96:3b	2462(Canal 11)
6	Poste Malecón Izquierda - Sur	Sector 6	190.223.23.39	10.233.18.39	255.255.255.224	Access Point	Internet_Palabritas	00:15:6d:fe:96:a0	2437(Canal6)
7	Poste Malecón Izquierda - Norte	Sector 7	190.223.23.40	10.233.18.40	255.255.255.224	Access Point	Internet_Palabritas	00:15:6d:fe:96:f5	2412(Canal 1)
8	Poste Malecón - Lado Administración	Sector 8	190.223.23.45	10.233.18.45	255.255.255.224	Access Point	Internet_Palabritas	00:15:6d:82:8c:88	2412(Canal 1)
Enlace PMP en 5.8GHz									
9	Of.Administrativa (Maestro)	Sector A	190.223.23.41	10.233.18.41	255.255.255.224	Access Point WDS	PMPPalabritas	00:15:6d:16:e5:5f	5765(Canal 153)
10	Poste Piscina	Sector A	190.223.23.42	10.233.18.42	255.255.255.224	Station WDS	PMPPalabritas	00:15:6d:82:84:9a	5765(Canal 153)
11	Poste Malecón 1	Sector A	190.223.23.43	10.233.18.43	255.255.255.224	Station WDS	PMPPalabritas	00:15:6d:82:84:98	5765(Canal 153)
12	Poste Malecón 2	Sector A	190.223.23.44	10.233.18.44	255.255.255.224	Station WDS	PMPPalabritas	00:15:6d:82:84:7b	5765(Canal 153)

Tabla N°5.6 Playa Palabritas - Asignación de IPs

Playa Bonita									
Item	Ubicación	Nro Sector	Dirección IP Pública	Dirección IP Privada	Mascara de Red	Modo Wireless	SSID	MAC	Frecuencia/ canal
Cobertura en 2.4GHz									
1	Of.Administrativa - Izquierda	Sector 1	190.223.23.2	10.233.18.2	255.255.255.224	Access Point	Internet_Bonita	00:15:6d:82:8c:44	2412(Canal 1)
2	Of.Administrativa - Derecha	Sector 2	190.223.23.3	10.233.18.3	255.255.255.224	Access Point	Internet_Bonita	00:15:6d:82:8c:79	2437(Canal6)
3	Poste Malecón - Derecha	Sector 3	190.223.23.7	10.233.18.7	255.255.255.224	Access Point	Internet_Bonita	00:15:6d:82:8c:cf	2462(Canal 11)
4	Poste Malecón - Izquierda	Sector 4	190.223.23.8	10.233.18.8	255.255.255.224	Access Point	Internet_Bonita	00:15:6d:82:8c:1c	2437(Canal6)
5	Poste Pasaje 4(Sur) - Mirando Oficina	Sector 5	190.223.23.10	10.233.18.10	255.255.255.224	Access Point	Internet_Bonita	00:15:6d:82:8d:f8	2462(Canal 11)
6	Poste Pasaje 4(Sur) - Mirando Playa	Sector 6	190.223.23.11	10.233.18.11	255.255.255.224	Access Point	Internet_Bonita	00:15:6d:82:8d:cb	2412(Canal 1)
7	Poste Pasaje 1(Norte)	Sector 7	190.223.23.12	10.233.18.12	255.255.255.224	Access Point	Internet_Bonita	00:15:6d:fe:96:80	2437(Canal6)
Enlace PMP en 5.8GHz									
8	Of.Administrativa (Maestro)	Sector A	190.223.23.4	10.233.18.4	255.255.255.224	Access Point WDS	PMPBonita	00:15:6d:fe:11:2c	5765(Canal 153)
9	Poste Malecón	Sector A	190.223.23.5	10.233.18.5	255.255.255.224	Station WDS	PMPBonita	00:15:6d:82:87:60	5765(Canal 153)
10	Poste Alumbrado Sur	Sector A	190.223.23.9	10.233.18.9	255.255.255.224	Station WDS	PMPBonita	00:15:6d:82:85:9c	5765(Canal 153)
11	Poste Alumbrado Norte	Sector A	190.223.23.6	10.233.18.6	255.255.255.224	Station WDS	PMPBonita	00:15:6d:82:86:0a	5765(Canal 153)

Tabla N°5.7 Playa Bonita - Asignación de Ips

Tabla N°5.8 Playa El Sol - Asignación de IPs

Playa El Sol									
Item	Ubicación	Nro Sector	Dirección IP Pública	Dirección IP Privada	Mascara de Red	Modo Wireless	SSID	MAC	Frecuencia/ canal
<b>Cobertura en 2.4GHz</b>									
1	Pozo de Agua -Mirando Entrada	Sector 1	190.223.23.130	10.233.18.130	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8d:13	2442(Canal 7)
2	Pozo de Agua -Mirando Playa	Sector 2	190.223.23.131	10.233.18.131	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8d:16	2427(Canal 4)
3	Pozo de Agua -Mirando Cancha Derecha	Sector 3	190.223.23.132	10.233.18.132	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8c:72	2412(Canal 1)
4	Poste H(Nuevo 1) - Entrada	Sector 4	190.223.23.135	10.233.18.135	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8c:cd	2462(Canal 11)
5	Poste H(Nuevo 1) - Tanque	Sector 5	190.223.23.136	10.233.18.136	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8d:8d	2412(Canal 1)
6	Poste H(Nuevo 1) – Playa	Sector 6	190.223.23.137	10.233.18.137	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:fe:94:ee	2442(Canal 7)
7	Poste K(Nuevo 2) - Tanque	Sector 7	190.223.23.138	10.233.18.138	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8d:34	2462(Canal 11)
8	Poste K(Nuevo 2) - Cancha	Sector 8	190.223.23.139	10.233.18.139	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:fe:96:9d	2427(Canal 4)
9	Poste K(Nuevo 2) - Playa	Sector 9	190.223.23.140	10.233.18.140	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8d:81	2412(Canal 1)
10	Poste Central(Nuevo 3) – Entrada	Sector 10	190.223.23.141	10.233.18.141	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8d:7b	2427(Canal 4)
11	Poste Central(Nuevo 3) - Cancha	Sector 11	190.223.23.142	10.233.18.142	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8d:f5	2462(Canal 11)
12	Poste Alumbrado 1	Sector 12	190.223.23.143	10.233.18.143	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8d:85	2412(Canal 1)
13	Poste Alumbrado 2	Sector 13	190.223.23.144	10.233.18.144	255.255.255.224	Access Point	Internet_ElSol	00:15:6d:82:8c:4d	2442(Canal 7)
<b>Enlace PMP en 5.8GHz</b>									
14	Pozo de Agua - Izquierda	Sector A	190.223.23.133	10.233.16.133	255.255.255.224	Access Point WDS	PMPElSol	00:15:6d:16:e6:9c	5785(Canal 157)
15	Pozo de Agua - Derecha	Sector B	190.223.23.134	10.233.16.134	255.255.255.224	Access Point WDS	PMPElSol2	00:15:6d:fe:11:79	5765(Canal 153)
16	Poste H(Nuevo 1)	Sector A	190.223.23.145	10.233.16.145	255.255.255.224	Station WDS	PMPElSol	00:15:6d:82:87:5b	5785(Canal 157)
17	Poste K(Nuevo 2)	Sector B	190.223.23.146	10.233.16.146	255.255.255.224	Station WDS	PMPElSol2	00:15:6d:82:87:5c	5765(Canal 153)
18	Poste Central(Nuevo 3)	Sector A	190.223.23.147	10.233.16.147	255.255.255.224	Station WDS	PMPElSol	00:15:6d:82:86:a2	5785(Canal 157)
19	Poste Alumbrado 1	Sector A	190.223.23.148	10.233.16.148	255.255.255.224	Station WDS	PMPElSol	00:15:6d:82:86:24	5785(Canal 157)
20	Poste Alumbrado 2	Sector B	190.223.23.149	10.233.16.149	255.255.255.224	Station WDS	PMPElSol2	00:15:6d:82:86:a7	5765(Canal 153)

Playa Arenas									
Item	Ubicación	Nro Sector	Dirección IP Pública	Dirección IP Privada	Mascara de Red	Modo Wireless	SSID	MAC	Frecuencia/ canal
Enlace PTP en 5,8GHz									
1	Of.Administrativa(AP 5.8 Maestro)		190.223.23.66	10.233.18.66	255.255.255.224	Access Point	BH_Arenas	00:15:6d:82:86:6f	5745(Canal 149)
2	Pozo de Agua		190.223.23.67	10.233.18.67	255.255.255.224	Access Point	BH_Arenas	00:15:6d:82:85:f2	5745(Canal 149)
Cobertura en 2.4GHz									
3	Mirando a Lado Izquierdo	Sector 1	190.223.23.68	10.233.18.68	255.255.255.224	Access Point	Internet_Arenas	00:15:6d:82:8c:83	2412(Canal 1)
4	Pozo de Agua - Mirando en Diagonal	Sector 2	190.223.23.69	10.233.18.69	255.255.255.224	Access Point	Internet_Arenas	00:15:6d:82:89:e1	2437(Canal6)
5	Poste Reflector 1	Sector 3	190.223.23.70	10.233.18.70	255.255.255.224	Access Point	Internet_Arenas	00:15:6d:82:8c:64	2462(Canal 11)
6	Poste Reflector 2	Sector 4	190.223.23.71	10.233.18.71	255.255.255.224	Access Point	Internet_Arenas	00:15:6d:82:96:83	2412(Canal 1)
7	Poste Reflector 3	Sector 5	190.223.23.72	10.233.18.72	255.255.255.224	Access Point	Internet_Arenas	00:15:6d:fe:96:0f	2437(Canal6)
8	Poste Reflector Cancha Tenis	Sector 6	190.223.23.73	10.233.18.73	255.255.255.224	Access Point	Internet_Arenas	00:15:6d:fe:94:ce	2462(Canal 11)
Enlace PMP en 5.8GHz									
9	Pozo de Agua	Sector A	190.223.23.76	10.233.18,76	255.255.255.224	Access Point WDS	PMPArenas	00:15:6d:fe:11:e0	5765(Canal 153)
10	Poste Reflector 1	Sector A	190.223.23.74	10.233.18,74	255.255.255.224	Station WDS	PMPArenas	00:15:6d:82:85:a6	5765(Canal 153)
11	Poste Reflector 2	Sector A	190.223.23.75	10.233.18,75	255.255.255.224	Station WDS	PMPArenas	00:15:6d:82:82:54	5765(Canal 153)
12	Poste Reflector 3	Sector A	190.223.23.77	10.233.18,77	255.255.255.224	Station WDS	PMPArenas	00:15:6d:82:85:4f	5765(Canal 153)
13	Poste Reflector Cancha Tenis	Sector A	190.223.23.78	10.233.18,78	255.255.255.224	Station WDS	PMPArenas	00:15:6d:82:85:a2	5765(Canal 153)

Tabla N°5.9 Playa Arenas - Asignación de IPs

Playa Totoritas									
Item	Ubicación	Nro Sector	Dirección IP Pública	Dirección IP Privada	Mascara de Red	Modo Wireless	SSID	MAC	Frecuencia/ canal
Cobertura en 2.4GHz									
1	Tanque 1 - Mirando Playa	Sector 1	190.223.23.98	10.233.16.98	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8a:19	2462(Canal 11)
2	Tanque 1 - Mirando Casas	Sector 2	190.223.23.99	10.233.16.99	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8c:ee	2412(Canal 1)
3	Tanque 1 - Mirando Piscina	Sector 3	190.223.23.100	10.233.16.100	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8c:c6	2437(Canal6)
4	Tanque 2 - Mirando Casas	Sector 4	190.223.23.106	10.233.16.106	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8c:81	2412(Canal 1)
5	Poste Cancha - Mirando Playa Tanque 2	Sector 5	190.223.23.107	10.233.16.107	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8d:52	2412(Canal 1)
6	Poste Cancha - Mirando Tanque 2	Sector 6	190.223.23.108	10.233.16.108	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8b:c1	2462(Canal 11)
7	Poste Cancha - Mirando Tanque 1	Sector 7	190.223.23.109	10.233.16.109	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8c:2b	2437(Canal6)
8	Poste Cancha - Mirando Carretera	Sector 8	190.223.23.110	10.233.16.110	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8b:50	2462(Canal 11)
9	Poste Calle 4	Sector 9	190.223.23.111	10.233.16.111	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:89:d6	2437(Canal6)
10	Poste Puente	Sector 10	190.223.23.112	10.233.16.112	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8d:0f	2462(Canal 11)
11	Poste Centro Malecón	Sector 11	190.223.23.114	10.233.16.114	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:82:8d:44	2462(Canal 11)
12	Poste Parque - Calle Cochrane	Sector 12	190.223.23.115	10.233.16.115	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:fe:96:f4	2412(Canal 1)
13	Poste Parque - Casas Palmeras	Sector 13	190.223.23.116	10.233.16.116	255.255.255.224	Access Point	Internet_Totoritas	00:15:6d:fe:96:6f	2437(Canal 6)
Enlace PMP en 5.8GHz									
14	Tanque 1 (AP 5.8 Maestro)	Sector A	190.223.23.102	10.233.16.102	255.255.255.224	Access Point WDS	Internet	00:15:6d:fe:11:df	5765(Canal 153)
15	Tanque 2	Sector A	190.223.23.113	10.233.16.113	255.255.255.224	Station WDS	Internet	00:15:6d:82:85:1b	5765(Canal 153)
16	Poste Cancha	Sector A	190.223.23.103	10.233.16.103	255.255.255.224	Station WDS	Internet	00:15:6d:82:85:b5	5765(Canal 153)
17	Poste Calle 4	Sector A	190.223.23.104	10.233.16.104	255.255.255.224	Station WDS	Internet	00:15:6d:82:85:7b	5765(Canal 153)
18	Poste Puente	Sector A	190.223.23.101	10.233.16.101	255.255.255.224	Station WDS	Internet	00:15:6d:82:84:e2	5765(Canal 153)
19	Poste Centro Malecón	Sector A	190.223.23.105	10.233.16.105	255.255.255.224	Station WDS	Internet	00:15:6d:fe:85:68	5765(Canal 153)
20	Poste Parque	Sector A	190.223.23.117	10.233.16.117	255.255.255.224	Station WDS	Internet	00:15:6d:3c:cb:85	5765(Canal 153)

Tabla N°5.10 Playa Totoritas - Asignación de IPs

### **5.5.- Cobertura Wi-Fi– Walk Test**

Luego de la implementación, se requiere realizar una captura de información real para conformar un mapa de cobertura.

Se realizó un Walk Test, el cual consiste en ir recorriendo los lugares a monitorizar (lugar donde se busca brindar cobertura de servicio) con una portátil conectada a la red Wi-Fi. En la portátil se podría estar corriendo un analizador y con un receptor GPS se iría recolectando datos de potencia recepción RX (dBm) y SNR con la posición geográfica de los mismos.

En el anexo A se observa algunas muestras tomadas en las playas para medir el nivel de recepción de señal durante el proceso del Walk – Test.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las redes inalámbricas 802.11b/g utilizan la banda de frecuencias ISM (2.4 Ghz Ghz), que permite llegar a 11 Mbps. Son interoperables y permiten una cómoda integración con las redes cableadas.
2. Es importante considerar al momento de realizar el diseño de cobertura de red inalámbrico los canales que no presentan interferencias, que no presentan solapamiento entre ellos, dentro de la banda de frecuencia a utilizar.
3. La banda 2.4Ghz presenta 3 canales sin solapamiento: canal 1 (2412Mhz), canal 6 (2437Mhz) y canal 11 (2462Mhz).
4. La banda 5.8Ghz presenta 4 canales sin solapamiento: canal 149 (5745Mhz), canal 153 (5765Mhz), canal 157 (5785Mhz) y canal 161 (5805Mhz).
5. Al realizar el diseño de cobertura Wi-Fi, se debe considerar: diseño de red, elección y gestión de ubicación de Nodos, instalación eléctrica en los nodos, diseño de la infraestructura inalámbrica y finalmente realizar un análisis de cobertura real.
6. Las redes inalámbricas facilitan la operación en lugares donde el ordenador o PC no puede permanecer en un solo lugar, en lugares donde no se cuenta con una red cableada, siendo ideal para situaciones en que la red estará en funcionamiento por unos días.
7. Una de las ventajas más resaltantes de las redes inalámbricas es la facilidad de movimiento, siendo posible situarse en cualquier punto dentro del área de cobertura de la red sin depender de un cable de conexión.
8. La escalabilidad es un punto importante a considerar en la implementación de las redes, siendo más sencillo agregar una PC a una red inalámbrica que lidiar con las dificultades de expansión de una red alámbrica al momento de agregar a un nuevo usuario a la red.
9. En la actualidad todavía las redes inalámbricas no son tan rápidas ni tan seguras como las redes cableadas, pero gracias a su rápido desarrollo y evolución son una excelente alternativa como solución de comunicaciones para cualquier entorno donde

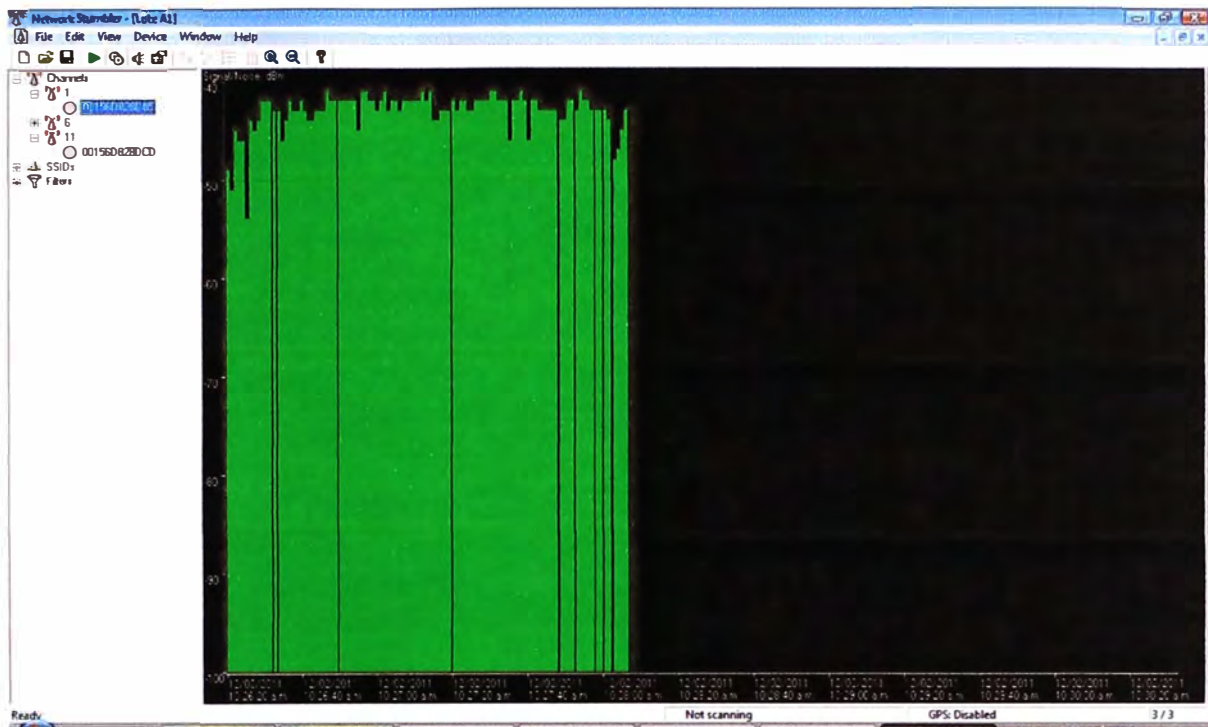


se busque movilidad, sea de difícil acceso, corto periodo de tiempo o muy costoso para considerar una red cableada.

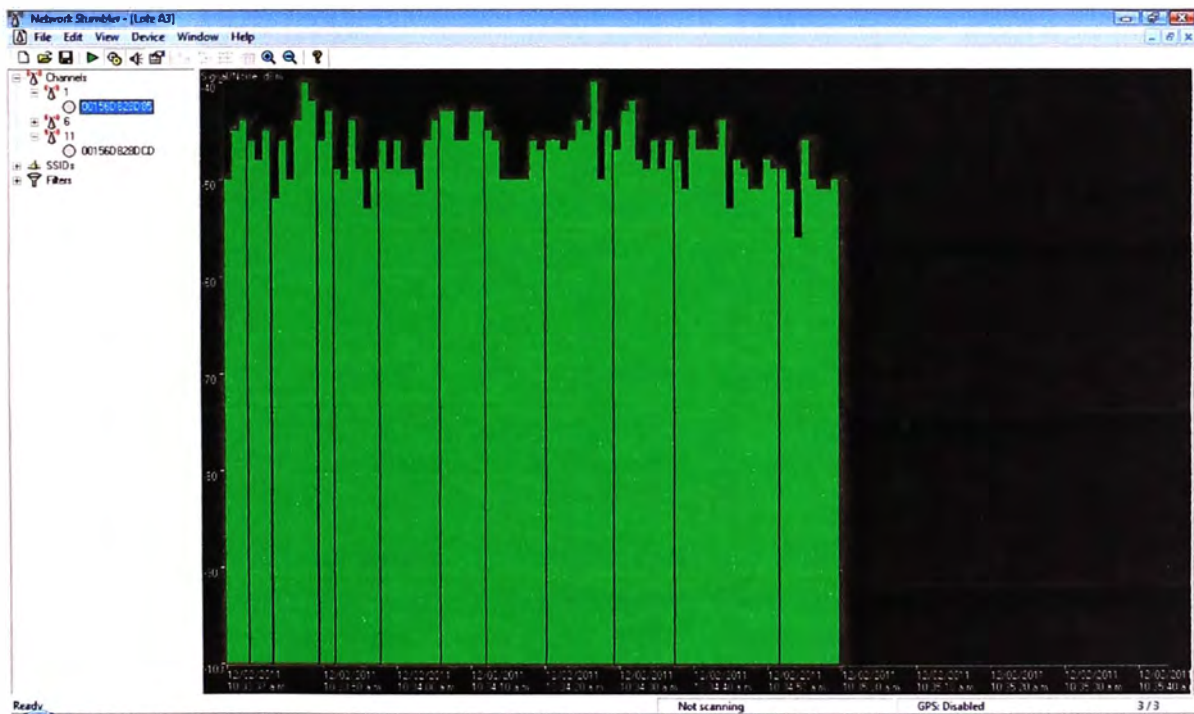
10. Las redes inalámbricas pueden interactuar perfectamente con las redes Ethernet, permitiendo de esta manera aprovechar las ventajas de las redes cableadas junto con la funcionalidad y movilidad de las redes inalámbricas.
11. Las redes inalámbricas en primera instancia son más costosas que las redes cableadas, pero debido a su barato mantenimiento y escalabilidad se convierten en soluciones a considerar frente a las redes Ethernet.
12. Debido que es necesario la implementación de una red inalámbrica en las playas del Sur brindando cobertura Wi-Fi a los usuarios que deseen acceder a Internet, se opta por la implementación de una Red basada en el protocolo TCP/IP combinándose con la tecnología inalámbrica Wi-Fi siendo esta solución más adecuada para nuestra necesidad, pues es de rápida instalación y despliegue; y además representa una tecnología ampliamente difundida en nuestros días.
13. Las frecuencias en las que se trabaja son no licenciadas, por lo que se considera un ahorro económico. El inconveniente de utilizar bandas sin licencias es que tenemos una limitación de potencia de emisión para no interferir con otros sistemas que estén utilizando la misma parte del espectro.
14. El proyecto de despliegue implementado se refiere a un caso real y las fases del proyecto implementado son las usuales en este tipo de proyectos. La metodología de planificación propuesta puede servir para proyectos similares.

**ANEXO A**  
**PRUEBAS DE WALK - TEST**

## 1. Playa El Sol



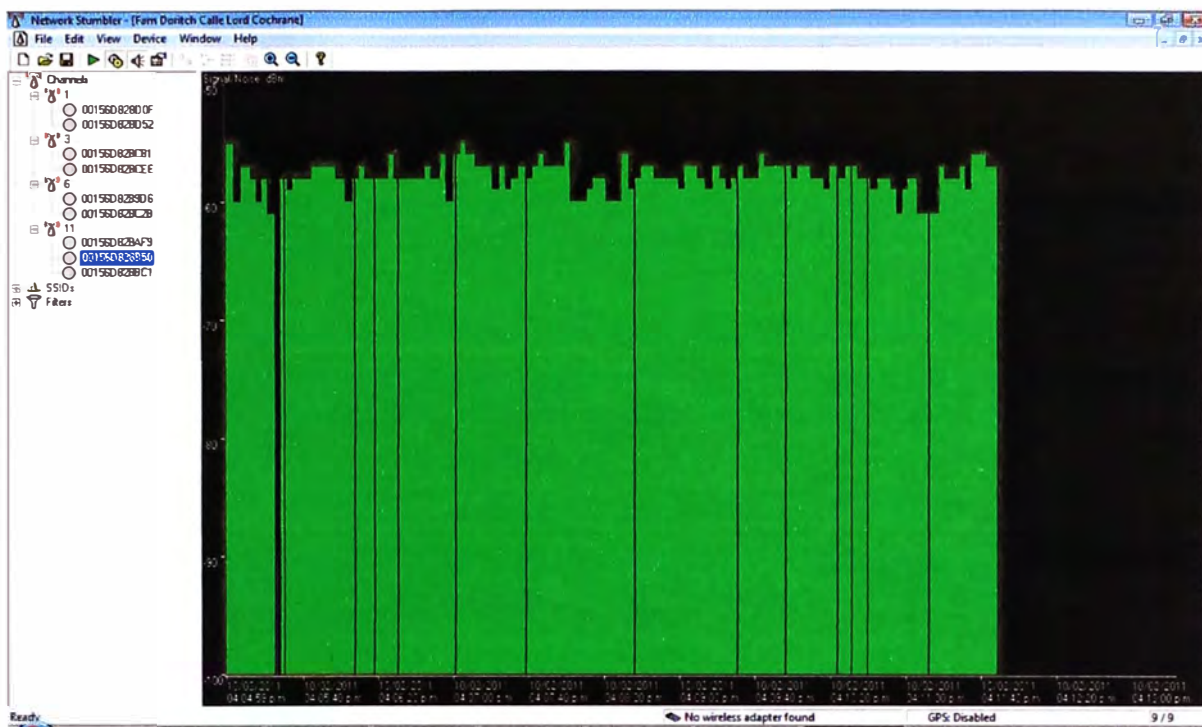
Playa El Sol - Poste Alumbrado 1 - Sector 12 – Canal 1 - Lote A1



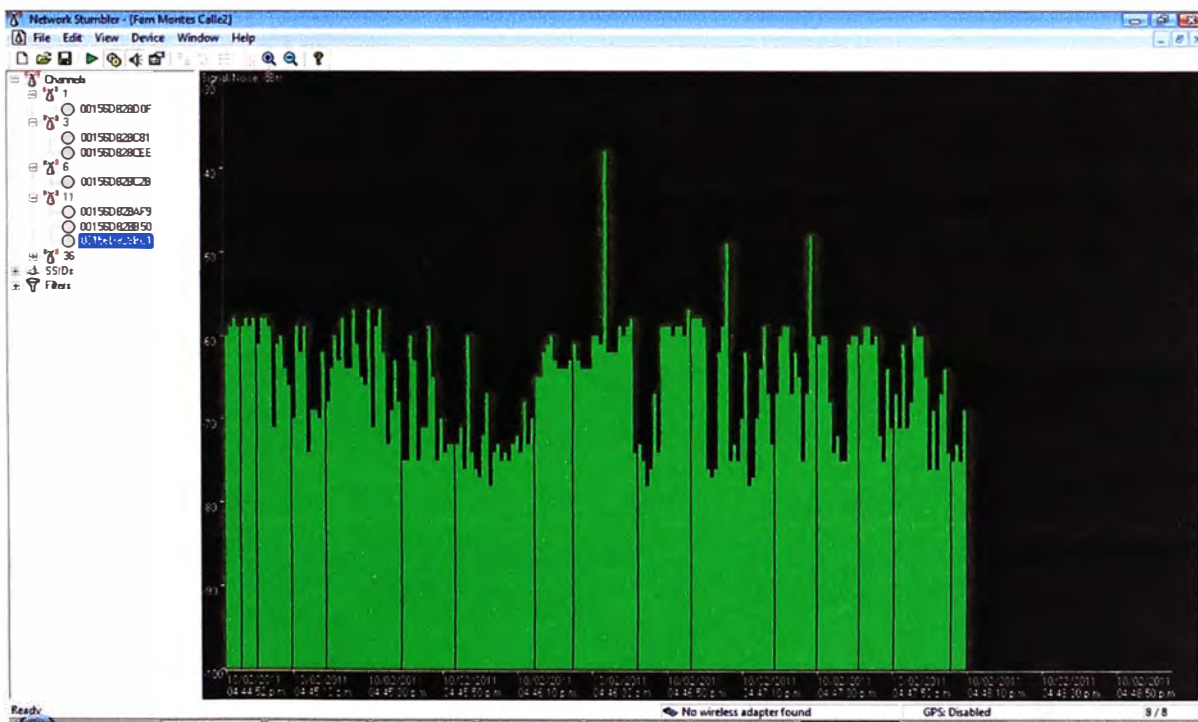
Playa El Sol - Poste Alumbrado 1 - Sector 12 – Canal 1 - Lote A3



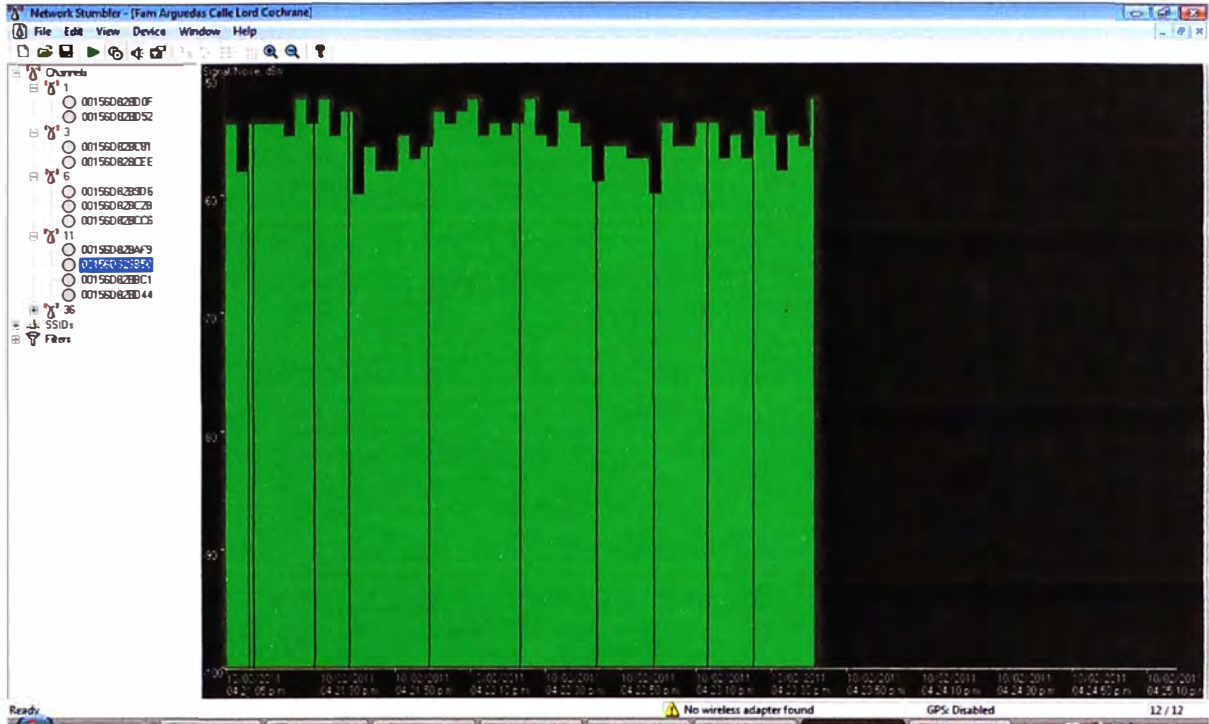
## 2. Playa Totoritas



Playa Totoritas - Poste Cancha Mirando Carretera – Sector 8 – Canal 11- Calle Lord Cochrane

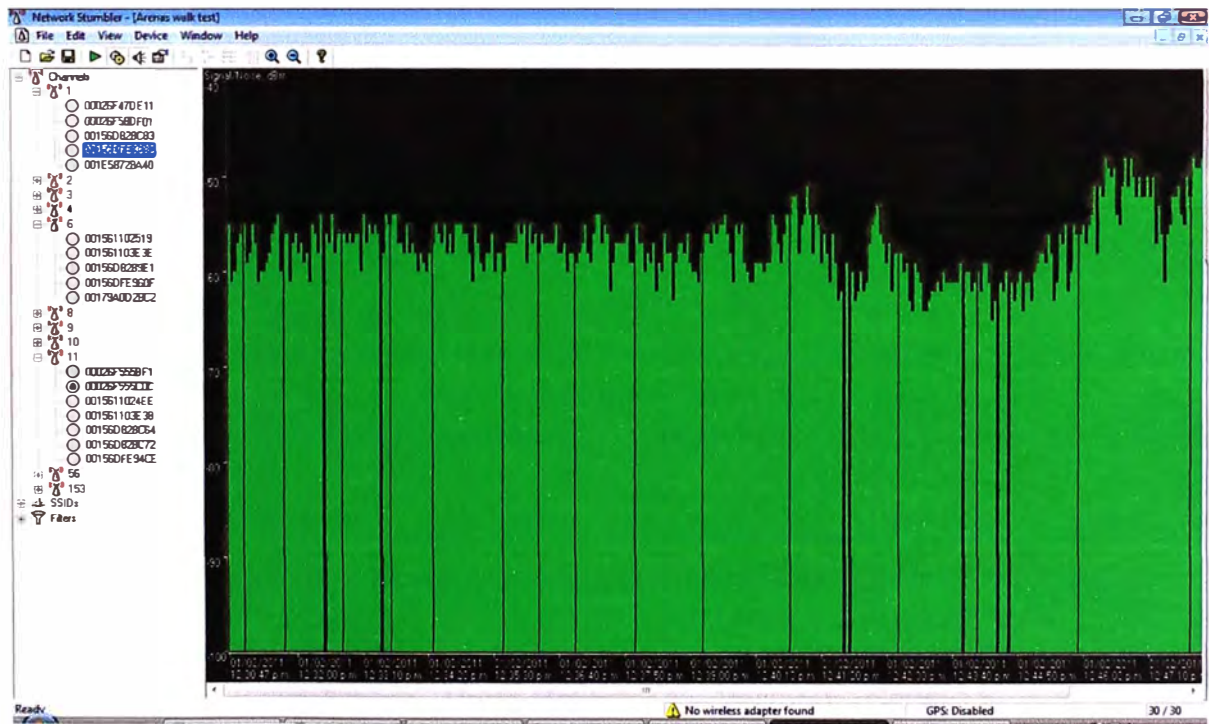


Playa Totoritas - Poste Cancha Mirando Tanque 2 – Sector 6 – Canal 11- Calle 2

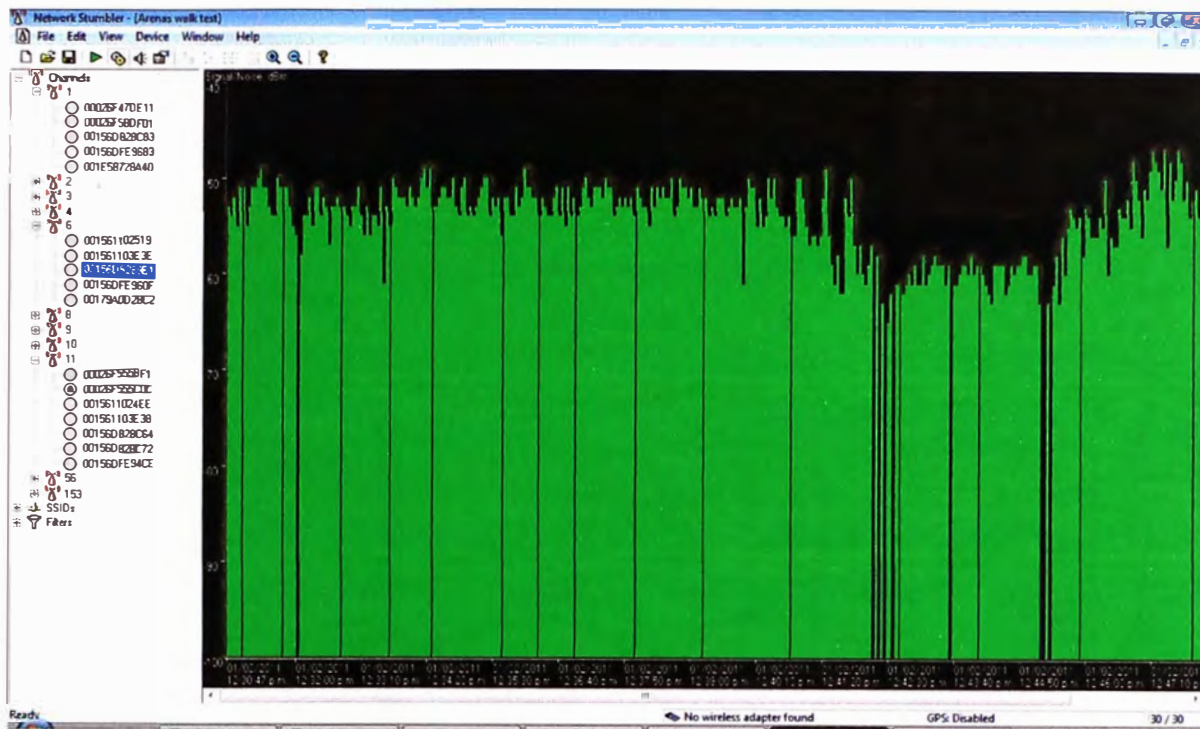


Playa Totoritas - Poste Cancha Mirando Carretera – Sector 8 – Canal 11- Calle Lord Cochrane

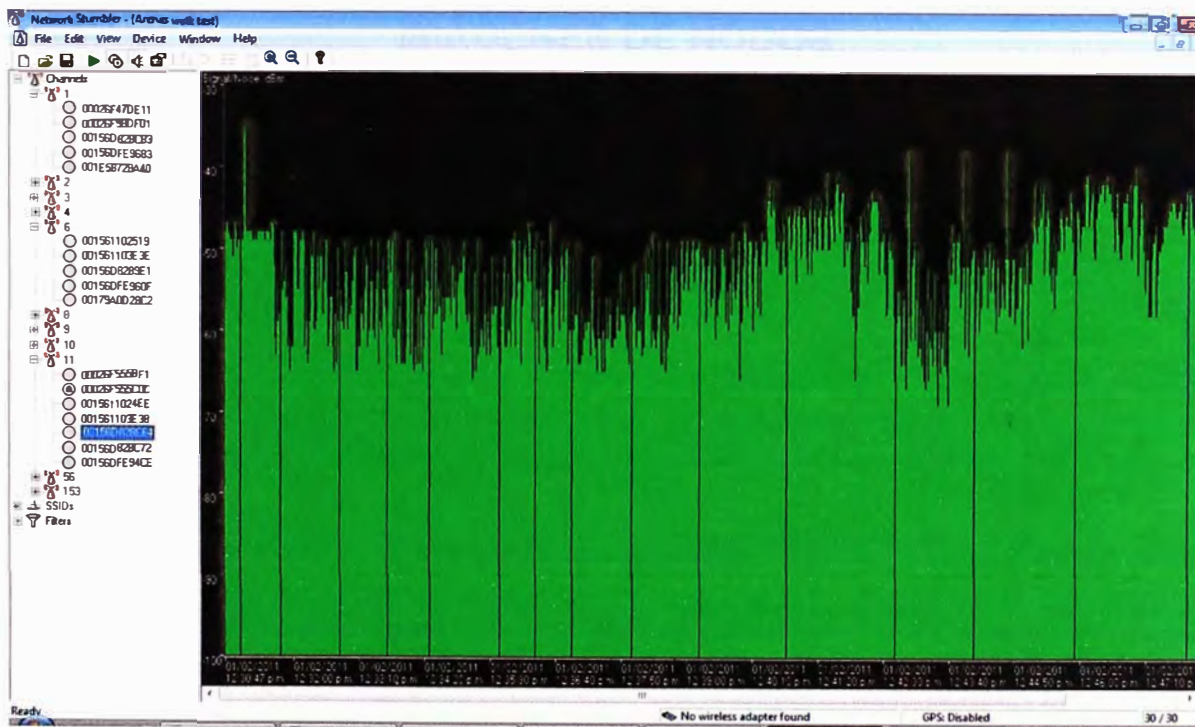
### 3. Playa Arenas



Playa Arenas - Poste Reflector 2 – Sector 4 – Canal 1



Playa Arenas - Pozo de Agua Mirando Diagonal – Sector 2 – Canal 6



Playa Arenas - Poste Reflector 1 – Sector 3 – Canal 11

**ANEXO B**  
**IMÁGENES DE NODOS**



## 1.- Playa Totoritas

### 1.1 Tanque 1



Vista de la Torre de Comunicaciones



Detalle de las Sectoriales

### 1.2 Tanque 2



Vista de la Torre de Comunicaciones



Detalle de las Sectoriales

### 1.3.- Poste Cancha Fulbito



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de las Sectoriales

### 1.4.- Poste Calle 4



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

### 1.5.- Poste Puente Peatonal



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

### 1.6.-Poste Centro Malecón



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

## 1.7.-Poste Parque



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

## 2.- Playa Arenas

### 2.1 Pozo de Agua



Vista de Pozo de Agua que alberga los equipos



Detalle de equipos sectoriales

## 2.2 Poste Reflector 1



Vista del Poste que alberga los equipos

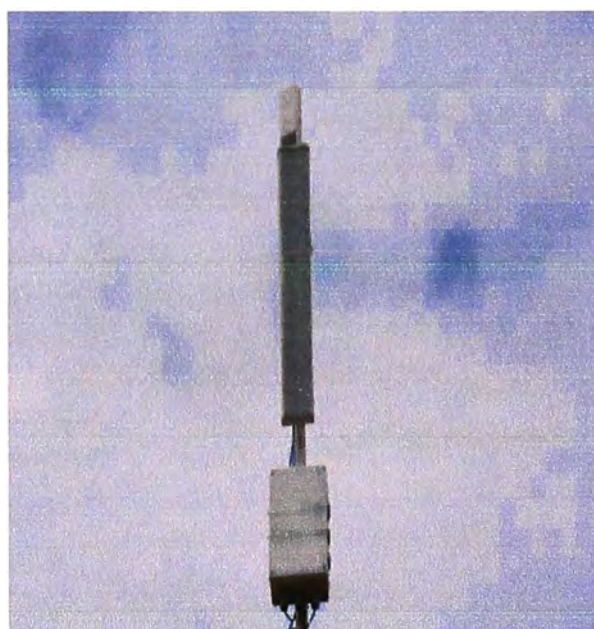


Detalle de Sectorial

## 2.3 Poste Reflector 2



Vista del Poste que alberga los equipos

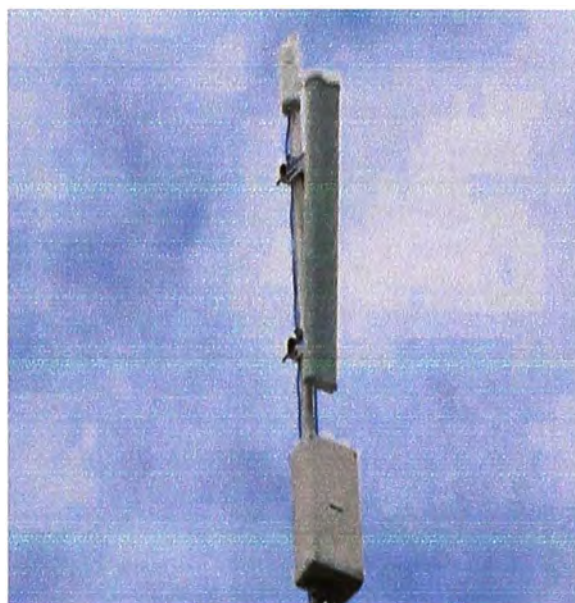


Detalle de Sectorial

### 2.3 Poste Reflector 3



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

### 2.4 Poste Reflector Cancha Tenis



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

### 3.- Playa El Sol

#### 3.1 Pozo de Agua



Vista de Pozo de Agua que alberga los equipos



Detalle de equipos sectoriales

#### 3.2. Poste Pasaje H



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectoriales

#### 4.2 Poste Pasaje K



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectoriales

#### 3.4 Poste Alameda Central



Vista del Poste que alberga los equipos



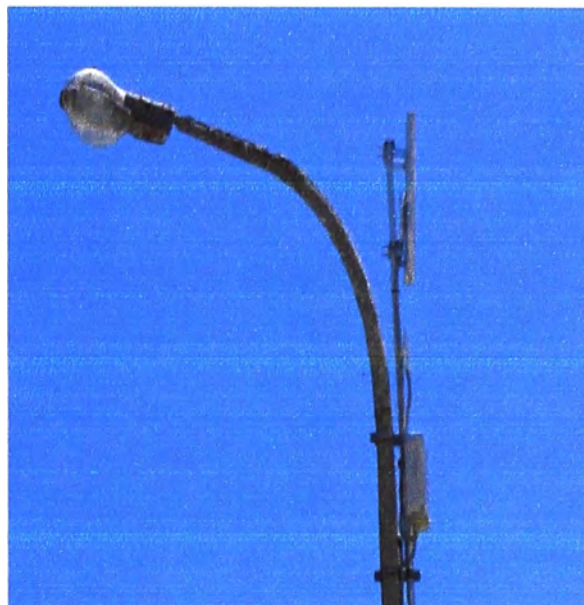
Detalle de Sectoriales



### 3.5 Poste Calle 2 (Limite Playa Blanca)



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

### 3.6 Poste Calle 3 (Limite Playa Bora Bora)



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

## 4.- Playa Bonita

### 4.1 Of.Administrativa

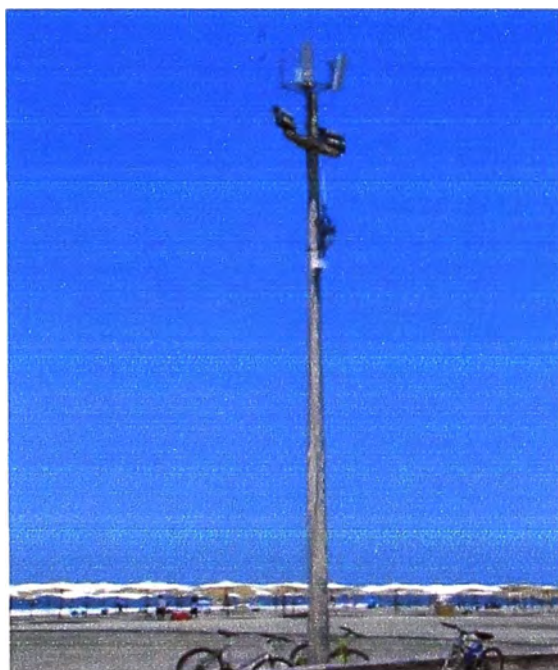


Vista del Torre que alberga los equipos

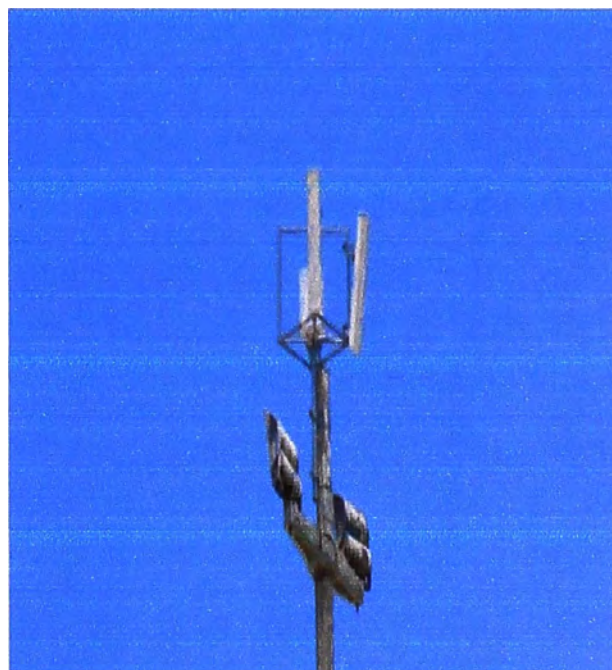


Detalle de Sectoriales

### 4.2 Poste Malecón



Vista del Poste que alberga los equipos

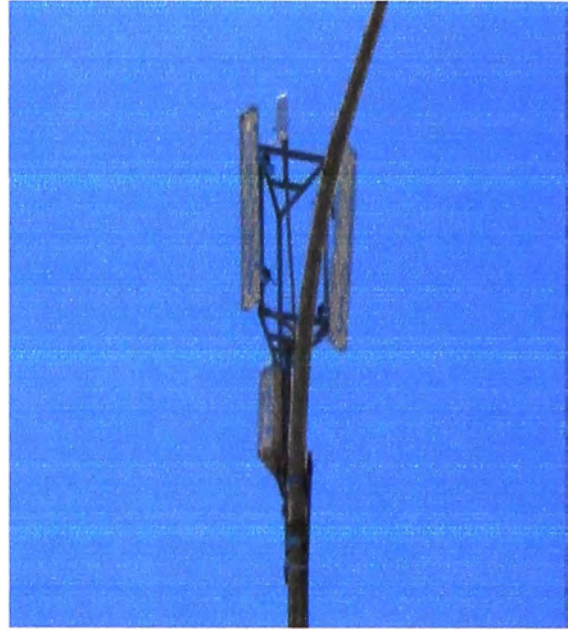


Detalle de Sectoriales

#### 4.2 Poste Alumbrado Pasaje 4



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectoriales

#### 4.4 Poste Alumbrado Pasaje 1



Vista del Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

## 5.-Playa Palabritas

### 5.1 Of.Administrativa



Vista del Torre que alberga los equipos

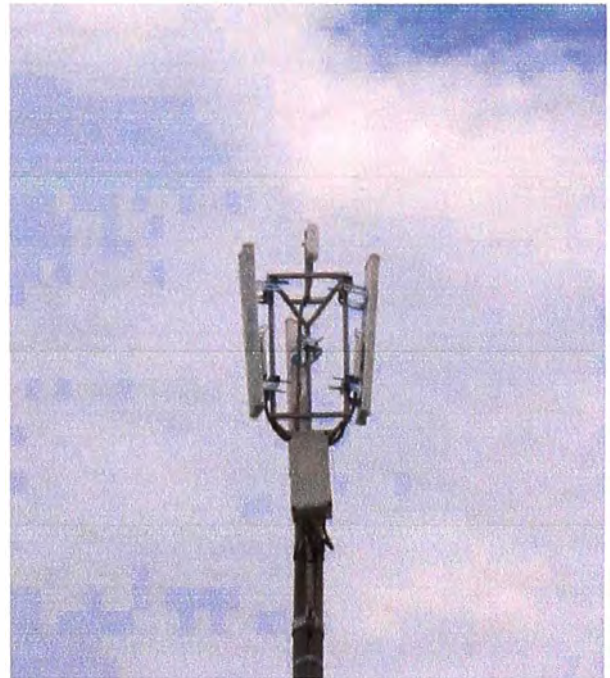


Detalle de Sectoriales

### 5.2 Poste Piscina



Vista de Poste que alberga los equipos

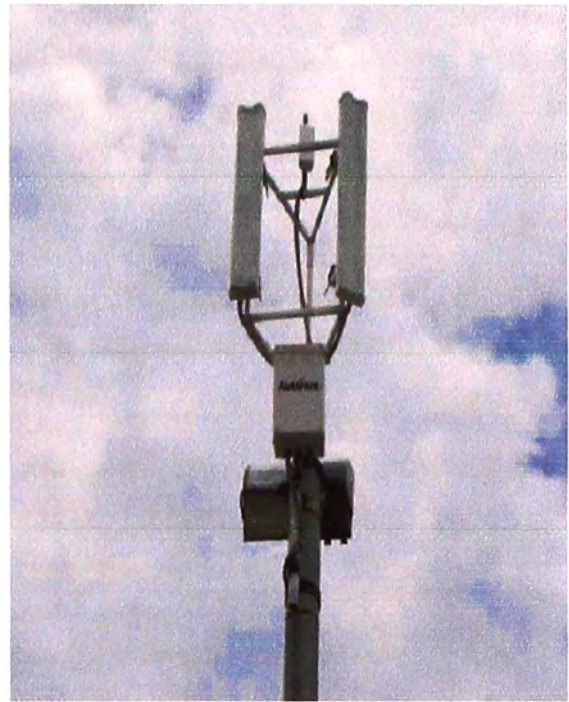


Detalle de Sectoriales

### 5.3 Poste Malecón Izquierda



Vista de Poste que alberga los equipos

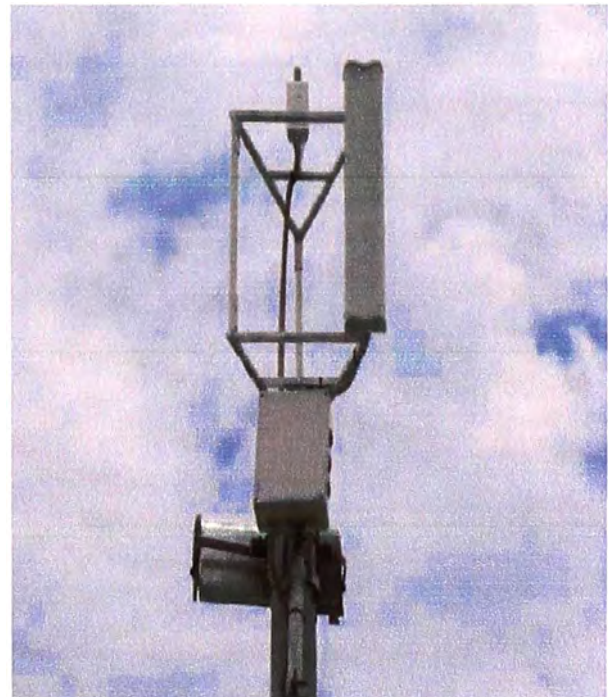


Detalle de Sectoriales

### 5.4 Poste Malecón Derecha



Vista de Poste que alberga los equipos



Detalle de Sectorial

**ANEXO C**  
**ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS**

## ANEXO C ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AES	Advanced Encryption Standard
AP	Access Point
BER	Bit Error Rate
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BSS	Basic Service Set
CCK	Complimentary Code Keying
CMT	Comisión del Mercado de la Telecomunicaciones
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSMA	Carrier Sense Multiple Access
CSMA/CA	CSMA with Collision Avoidance
CSMA/CD	CSMA with Collision Detect
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power
FCC	Federal Communications Commission
FH	Frequency Hopping
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FTP	File Transfer Protocol
FSK	Frequency-Shift Keying
FSL	Free Space Loose
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning Systems
HiperLAN	High PERformance radio Local Area Network
IEEE	Institute of Electrical and Electronical Engineers
IP	Internet Protocol
ISI	InterSymbol Interference
ISM	Industrial, Scientific and Medical
ISO	International Standard Organization
ISP	Internet Service Providers
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network

LOS	Line Of Sight
MAC	Media Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
NIC	Network Interface Card
NLOS	No Line Of Sight
OFDM	Orthogonal Frequency Digital Multiplexing
OSI	Open System Interconnection
OSPF	Open Shortest Path First
PAN	Personal Area Network
PDA	Personal Digital Assistant
PIRE	Potencia isotr3pica radiada equivalente
PMP	Point-To-Multipoint
POE	Power Over Ethernet
PPP	Point to Point Protocol
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying
RF	Radiofrecuencia
RPV	Red Privada Virtual
RSSI	Received Signal Strength Indicator
RTS	Request To Send
SYNC	Synchronization
TKIP	Temporal Key Integrity Protocol
UHF	Ultra High Frequency
UMTS	Universal Mobile Telephony System
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
WECA	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
WEP	Wired Equivalence Privacy
WFA	Wireless Fidelity Alliance
WiFi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WISP	Wireless Internet Service Provider
WLAN	Wireless Local Area Network
WPA	WiFi Protected Access



**ANEXO D**  
**CUADRO RESUMEN – ESTÁNDAR 802.11**

## Anexo D

### CUADRO RESUMEN – ESTÁNDAR 802.11

Estándar 802.11x	Descripción
<b>802.11a</b>	El estándar 802.11 (llamado WiFi 5) admite un ancho de banda superior (el rendimiento total máximo es de 54 Mbps aunque en la práctica es de 30 Mbps). El estándar 802.11a provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.
<b>802.11b</b>	El estándar 802.11 es el más utilizado actualmente. Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps (6 Mbps en la práctica) y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.
<b>802.11c</b>	El estándar combinado 802.11c no ofrece ningún interés para el público general. Es solamente una versión modificada del estándar 802.1d que permite combinar el 802.1d con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos).
<b>802.11d</b>	El estándar 802.11d es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.
<b>802.11e</b>	El estándar 802.11e está destinado a mejorar la calidad del servicio en el nivel de la capa de enlace de datos. El objetivo del estándar es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo.
<b>802.11f</b>	El 802.11f es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Utiliza el protocolo IAPP que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. También se conoce a esta propiedad simplemente como itinerancia.

<b>Estándar 802.11x</b>	<b>Descripción</b>
<b>802.11g</b>	El estándar 802.11g ofrece un ancho de banda elevado (con un rendimiento total máximo de 54 Mbps pero de 30 Mbps en la práctica) en el rango de frecuencia de 2,4 GHz. El estándar 802.11g es compatible con el estándar anterior, el 802.11b, lo que significa que los dispositivos que admiten el estándar 802.11g también pueden funcionar con el 802.11b.
<b>802.11h</b>	El estándar 802.11h tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo (HiperLAN 2, de ahí la h de 802.11h) y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.
<b>802.11i</b>	El estándar 802.11i está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el AES (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.
<b>802.11r</b>	El estándar 802.11r se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas. Este estándar se ha vuelto tecnológicamente obsoleto.
<b>802.11j</b>	El estándar 802.11j es para la regulación japonesa lo que el 802.11h es para la regulación europea.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Cardama Aznar , “Antenas” , Edicion UPC ,1998
- [2] Constantine A. Balanis , “Antena Theory – Analysis and Design” – 3era Edición .
- [3] Kraus , “Antennas” , 2da Edición
- [4] La situación de las Tecnologías WLAN basadas en el estándar IEEE 802.11 y sus variantes (“Wi-Fi”). Documento PDF Telefónica.
- [5] Asociación para el progreso de las comunicaciones (APC) – Redes inalámbricas para el desarrollo en América Latina y el Caribe APC – “Temas Emergentes” – Diciembre 2008
- [6] Iván Bernal Dr., “Comunicaciones Inalámbricas”, Septiembre 2007.
- [7] P. Constatinou, “Properties of Wireless RF Channels,” Wireless LAN Systems, Artech House, pp. 129–63, 1994.
- [8] Nicola Cranley. “Model for Wireless Lan Transmitter Location for Optimal Performance”, 2004.
- [9] Juan Luir Redondo, Jaime Castellano, Vanesa Ruano, “Wi-Fi, Análisis,Diagnóstico y Políticas Públicas”, GAPTEL; Red.es, 2003
- [10]R.S. Saunders, “Antennas and Propagation for Wireless Communication – System” , Ed.Wiley, 1999
- [11]John C. Stein, “Indoor Radio WLAN Performance”, Intersil Corporation, 1998.