

# ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET

Almeida G. Carolina Elizabeth

Ing. Romero Carlos

Ing. Castro Alejandro

## DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

### Resumen

Sin lugar a dudas, la tendencia en muchos ramos de las comunicaciones de audio, video y datos es omitir cables de cobre, fibras ópticas y otros conductores, en aras de la movilidad y omnipresencia. De ahí que el Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electricidad (IEEE) definió las normas de operación de Wi-MAX que integra estándares del mercado: IEEE 802.16a y el Europeo ETSI HyperMan, aprobado en el 2003 con un alcance de 50 km.

El presente artículo describe el diseño de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) con el estándar WiMAX en el Valle de Tumbaco mediante el cual, se analizará la factibilidad de su futura implementación tanto en el orden técnico como en el orden económico.

Esta propuesta constituye una opción de accesibilidad a canales de datos y voz que hoy en el día constituyen herramientas necesarias para la transmisión información en un mundo globalizado.

### 1. Introducción

Las tecnologías de interconexión inalámbrica van desde redes de voz y datos globales, que permiten a los usuarios establecer conexiones inalámbricas a través de largas distancias, hasta las tecnologías de luz infrarroja y radiofrecuencia que están optimizadas para conexiones inalámbricas a distancias cortas.

La función principal de un ISP es proveer al cliente acceso a la Internet, adicionalmente puede ofrecer una serie de servicios de red como: correo electrónico, web hosting, resolución de nombres (DNS), transferencia de archivos, voz sobre IP, etc.

Los objetivos básicos de un ISP son: conservar la conectividad entre el Internet y

los usuarios y mantener alta la disponibilidad en la prestación de servicios.

Este proyecto permitirá atender zonas rurales y de difícil acceso, basándose en los datos arrojados del estudio de demanda efectuado a un segmento de la población, y de cuyo análisis se desprende que los requerimientos del mercado justifican su implementación, aún tomando en cuenta los costos de operación y de mantenimiento del nuevo WISP (Wireless Internet Service Provider).

La solución planteada para este Proyecto pretende interconectar, la Estación Base de la Red de Acceso WiMAX a una red de radio dedicada, donde a más del servicio de Internet, mediante un Softswitch, se podría enlazar a los usuarios del Valle de Tumbaco a la Red de Telefonía Pública Switchheada (PSTN).

### 2. IEEE 802.16 WMAN/WiMAX

El estándar 802.16x, conocido como WiMAX, que es una especificación para redes metropolitanas inalámbricas (WMAN, Wireless Metropolitan Area Network) de banda ancha, que está siendo desarrollado y promovido por el grupo de la industria WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), cuyos dos miembros más representativos son Intel y Nokia. WiMAX garantiza la interoperabilidad entre distintos equipos del mismo estándar.

IEEE 802 es un comité y grupo de estudio de estándares perteneciente al Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers), que actúa sobre Redes de Ordenadores concretamente, y, según su propia definición sobre redes de área local (LAN) y redes de área metropolitana (MAN). También se usa el nombre IEEE 802 para referirse a los estándares que proponen, y algunos de los cuales son muy conocidos: Ethernet (IEEE 802.3), Wi-Fi (IEEE 802.11), incluso está estandarizando Bluetooth en el 802.15.

---

Ing. Romero Carlos e-mail: [caromero@fie-espe.edu.ec](mailto:caromero@fie-espe.edu.ec)

Ing. Castro Alejandro e-mail: [acastro@alfasat.com.ec](mailto:acastro@alfasat.com.ec)

Almeida G. Carolina e-mail: [carito\\_almeida@hotmail.com](mailto:carito_almeida@hotmail.com)

IEEE 802.16 es el nombre de un grupo de trabajo que trata de una especificación para las redes de acceso metropolitana inalámbricas de banda ancha fijas publicada inicialmente el 8 de abril de 2002. Está organizado en cinco grupos de trabajo: Certificación, Técnico, Regulatorio, Provisión de Servicios y Marketing.

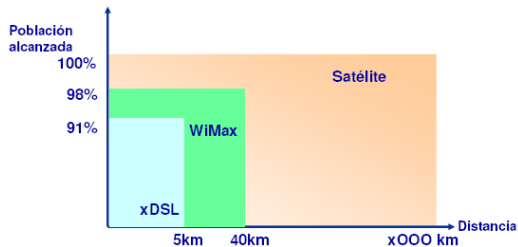


Figura. 1. Cobertura WiMAX

WiMAX utiliza la tecnología LMDS o Sistema de Distribución Local Multipunto que permite, gracias a su ancho de banda, el despliegue de servicios fijos de voz, acceso a internet, comunicaciones de datos en redes privadas, y video bajo demanda. WiMAX no requiere de torres LOS sino únicamente del despliegue de estaciones base (BS) formadas por antenas emisoras/receptoras. Su instalación es muy sencilla, rápida y su precio competitivo.

Esta tecnología de acceso transforma las señales de voz y datos en ondas de radio dentro de la citada banda de frecuencias. Está basada en OFDM con 256 subportadoras, cubriendo áreas de hasta 50 kilómetros sin línea de vista, con capacidades para transmitir datos a una tasa de hasta 75 Mbps con una eficiencia espectral de 5.0 bps/Hz. Este estándar soporta niveles de servicio (SLAs) y calidad de servicio (QoS).

El pasado 7 de diciembre de 2005, el IEEE aprobó el estándar del WiMAX MÓVIL, el 802.16e, que permite utilizar este sistema de comunicaciones inalámbricas con terminales en movimiento.

En condiciones de no visión directa, se basa en una arquitectura que aprovecha las más modernas técnicas de procesamiento de señal y diseño de antenas, que le permiten utilizar los rebotes de la señal y conseguir mantener la conectividad. En estos casos se consiguen conexiones hasta 3-5 kilómetros. WiMAX emplea una arquitectura punto a multipunto (PMP) con

velocidades prometidas de cientos de Mbps.

En general se dispone de tres bandas de frecuencias: 2,4 Ghz, 3,5 Ghz y 5,4/5,8 Ghz.

Se divide básicamente en dos partes:

- a. Estaciones base (EB) con sus elementos radiantes.
- b. Terminales de usuario (CPE) que consisten de una unidad exterior (antena) y un módem interior.

Las principales aplicaciones de WiMAX son: Acceso banda ancha sobre todo en áreas donde el servicio no está disponible (zonas rurales), es posible evitar complicados cableados y evitar las restricciones de cobertura, establecer conexiones troncales de sistemas de acceso de esta tecnología u otras.

Adicionalmente WiMAX presenta las siguientes ventajas: es barato, de largo alcance, excelentes velocidades de transmisión de datos, mejora, simplifica y abarata el acceso a Internet, pudiera crear una red de comunicación inalámbrica alternativa a la telefonía celular en muchos países, no es requisito indispensable contar con línea de vista directa, QoS (Calidad de Servicio) diseñados para voz, video y servicios diferenciados.

Entre las desventajas encontramos que requiere permisos otorgados por el CONATEL, coordinación y planificación a nivel nacional que garantice, la interoperabilidad de las redes y el control de interferencias, así como un estudio de Ingeniería Radioeléctrico para su implementación, la limitación de potencia para prever interferencias y que a mayor distancia de la estación proveedora, menor velocidad.

WiMAX soporta un robusto throughput (procesamiento de datos). Teóricamente esta tecnología podría soportar aproximadamente 75 Mbps por canal (en un canal de 20 MHz usando 64QAM). El funcionamiento real será quizá con un máximo de 45 Mbps/canal en algunas aplicaciones de banda ancha fijas. Sin embargo, este servicio sería compartido por múltiples clientes.

Con respecto a QoS, se puede decir que las características de servicio determinan el grado de satisfacción de un usuario ante los servicios, para WiMAX, la calidad de servicio implica la operación sin línea de vista y, por otro lado, en cuanto a seguridad, por el momento WiMAX incorpora 3DES (Triple Data Encryption Standard) y RSA (1024 bits), pero se prevé que se incorpore AES (Advanced Encryption Standard).

### 3. Investigación de Mercado

Se utiliza para definir la necesidad que tienen los actuales y potenciales consumidores del servicio en un área delimitada; las empresas proveedoras de Internet en el sitio y las condiciones en que se está suministrando el servicio; y el régimen de formación del precio y de la manera como llega el servicio de las empresas portadoras a los usuarios finales.

Una muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística y se obtienen con la intención de inferir propiedades de la totalidad de la población, para lo cual deben ser representativas de la misma. Para cumplir esta característica la inclusión de sujetos en la muestra debe seguir una técnica de muestreo. En tales casos, puede obtenerse una información similar a la de un estudio exhaustivo con mayor rapidez y menor coste.

Se requieren realizar 100 encuestas a nivel residencial y 24 a nivel empresarial para obtener la estimación con un nivel de confianza adecuado.

Se presentan los resultados más importantes del estudio realizado a la población de Tumbaco:

#### Usuarios Residenciales

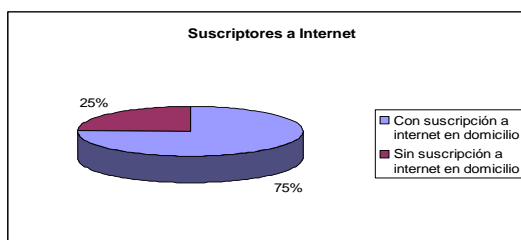


Figura. 2. Suscriptores a Internet

El 75% de la población de Tumbaco posee suscripción a Internet en su domicilio,

mientras que el 25% restante no poseen suscripción a Internet en su domicilio.

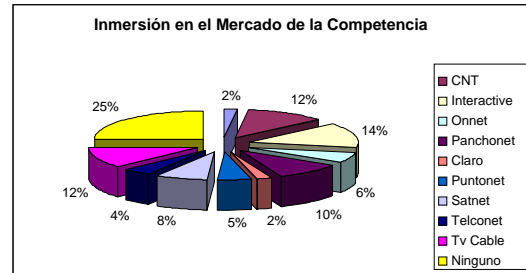


Figura. 3. Posicionamiento de la Competencia

El mayor proveedor de servicios de Internet en la Parroquia de Tumbaco es Interactive con el 14% del mercado, seguido de Tv Cable y Andinanet con el 12% de los suscriptores, Panchonet abarca un 10% de los suscriptores. Con menores porcentajes encontramos proveedores como Satnet, Onnet, Puntonet, Telconet, Porta y Alegro.

#### Usuarios Empresariales

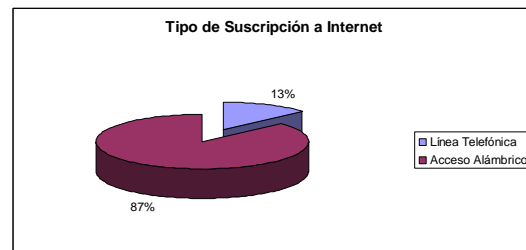


Figura. 4. Tipo de Suscripción a Internet

El 13% de las empresas motivo de este estudio posee suscripción a Internet por medio de Línea Telefónica (Dial-up), mientras que el 87% restante posee suscripción vía Cable Modem.

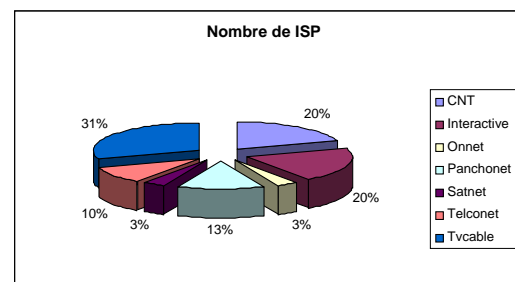


Figura. 5. Penetración del ISP

El ISP con mayor penetración en el mercado de las pequeñas y medianas empresas es TV Cable, seguido de Andinanet e Interactive, Panchonet tiene un 13% del mercado, mientras que Telconet tiene un 10% del mercado, Onnet y Satnet tan solo poseen el 3% del total del mercado.

#### **4. Criterios de Diseño de una Red WLAN**

Aunque las especificaciones técnicas hablen de 50 kms de cobertura a 70Mbps, la realidad es distinta puesto que en la práctica se obtiene que los productos comerciales con los cuales se trabaja tienen un alcance de entre 10 y 15 km con línea de vista (LOS, por sus siglas en inglés).

Si no existe línea de vista (NLOS, por sus siglas en inglés), la cobertura disminuye a un máximo de 2km con modulación BPSK y hasta 800m con modulación 64QAM, lo que refleja la gran diferencia de los cálculos teóricos con la puesta en práctica del servicio.

#### **Criterios de elección de equipos**

##### **Estación Base**

Calidad de Servicio: Servicio concedido sin solicitud (Unsolicited Grant Service – UGS), Servicio por interrogación en tiempo real (Real-time polling service) (rt-PS), Servicio por interrogación en tiempo no real (Non real-time polling service - nrt-PS), Mejor Esfuerzo (Best Effort- BE)

Parámetros de tráfico de QoS configurables: Tasa mínima de tráfico reservado para UGS, Tasa mínima de tráfico reservado para rt-PS y nrt-PS, Tasa máxima sostenida de tráfico.

Realización de cambios dinámicamente al perfil de servicios.

Asignación de prioridades de tráfico administrado a través de los siguientes criterios:

- Seguridad: Con base en la gestión de certificaciones X.509, gestión de seguridad basada en intercambio de claves y encriptación (PKMv1).
- Autenticación de usuario: Método de Acceso Universal (Universal Access Method - UAM), PPP sobre Ethernet (PPPoE).
- El sistema debe poder comunicarse con el sistema de O&M a través de protocolos SSH y SNMPv3 y debe poder informar intentos fallidos de registro al sistema.
- Trabajo en Red: interfaz de red Gigabit Ethernet (10/100/1000 BaseT) con conector RJ45 y conector óptico.

- El sistema debe soportar Sub-capas de Convergencia Ethernet y VLAN 802.1Q.
- El sistema debe poder realizar etiquetado /des- etiquetado de VLAN (IEEE802.1q).

##### **Terminal de Suscriptor**

Se pueden proporcionar Terminales de Suscriptor para interiores o para exteriores.

El Terminal de Suscriptor para interiores tendrá diferentes tipos de antenas: una antena de escritorio con una ganancia de 9,5 dBi a 3,5 GHz y una antena para exteriores con una ganancia de 18dBi a 3,5 GHz.

El CPE debe poder trabajar en los siguientes modos: Modo bridge: el CPE es transparente a la red y también a los usuarios conectados a ella; el tráfico local (entre usuario conectados al mismo ST) siempre debe pasar a través de la estación base; o en el Modo router, donde el CPE funciona como un enrutador; el tráfico local es administrado por el CPE sin congestionar la interfaz aérea hacia la estación base.

#### **5. Diseño del ISP**

Las consideraciones que se tomarán en cuenta para el diseño de la red inalámbrica son:

- Requerimientos de Seguridad y Calidad de Servicio
- Características topográficas de la zona.
- Número de usuarios.
- Requerimientos de usuarios

Los objetivos de seguridad en un ISP son:

- Protegerse a si mismos de las amenazas: internas, de usuarios, y de Internet.
- Ayudar a proteger a los usuarios de amenazas de Internet
- Disminuir los riesgos y amenazas hacia Internet que se puedan presentar mediante el acceso de los clientes del ISP.

##### **Seguridad Física de la Infraestructura de la red**

Sistema de Recuperación Anti-catástrofes  
Sistema de aire acondicionado  
Sistema de Protección de Energía

## Seguridad en la Red

Calidad de Servicio: La disponibilidad que se va a ofrecer a los usuarios es del 99,8%.

## Cálculo de Coordenadas de la Antena

Tomando como referencia las cartas topográficas del IGM, se procedió al cálculo de coordenadas del punto donde se encuentra la antena, mismos que quedan entre 78° grados 20' minutos y 78° grados 25' minutos, lo cual nos obliga a realizar los cálculos para determinar el punto exacto donde se encuentra la antena.

Tabla. 1. Coordenadas Antena WiMAX Cerro Ilalo

	Latitud	Longitud
Antena	0° 15' 47.70" S	78° 24' 52.28" W

## Topología de la red

Consta de dos partes, el primer enlace (punto a punto) por radio, desde la Antena del Cerro Ilalo hasta la Estación del Portador de Datos (ENLACE 1), para poder acceder a la red del Proveedor y poder brindar todos los servicios integrados. El segundo enlace, (enlace WiMAX), será PMP de última milla, desde la antena ubicada en el cerro Ilaló hacia cada uno de los usuarios en el sector del Valle de Tumbaco (ENLACE 2), como se muestra en la figura.

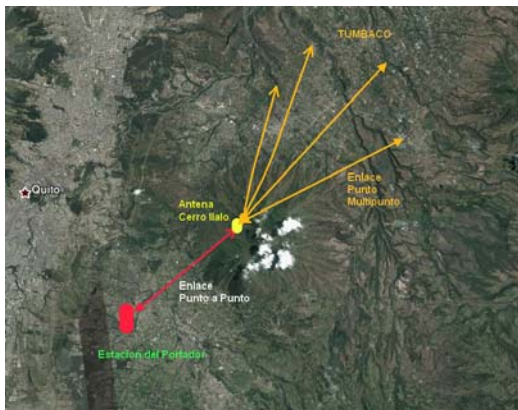


Figura. 6. Topología de la red WiMAX

## Parámetros del enlace

Cálculos

$$k=4/3 \quad h_2=2576m$$

$$h_1=3184m \quad d=7Km$$

## Cálculo de línea de vista (Factor de Tolerancia C)

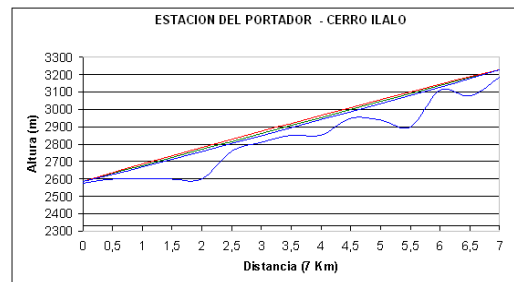


Figura. 7. Levantamiento de zona de Fresnel Enlace 1

La elevación más pronunciada donde se podría presentar una obstrucción y perder la línea de vista sería en:

D1=6 km Estación Terrena a obstáculo  
D2=1 km Cerro Ilaló a obstáculo

$$C = 19 \sqrt{\lambda \frac{d1 * d2}{d} + \frac{d1 * d2}{39}}$$

$$C = 19 \sqrt{0.085 \frac{6 * 1}{7} + \frac{6 * 1}{39}}$$

$$C = 5.28m$$

## Zona de Fresnel

### Pérdidas totales

$$L_T = L_e + L_g + L_c$$

Donde:

$L_T$  = Perdidas Totales

$L_e$  = Perdidas en el Espacio Libre

$L_g$  = Perdidas en las Guía de Onda

$L_c$  = Perdida en los Circuladores

$L_e$

$$L_e (dB) = 92.44 + 20 \log(F(GHz)) + 20 \log(D(Km))$$

$$L_e (dB) = 92.44 + 20 \log(3.5) + 20 \log(7)$$

$$L_e (dB) = 120,18dB$$

$L_c$  Pérdidas en circuladotes, se toma 2dB.

$L_g$  Altura de antenas

$$h_1=10m$$

$$h_2=30m$$

Atenuación guía de onda = 5.58 dB/100m

Se supone que la guía de onda es de 10 m.

## Tumbaco-Cerro Ilalo (Enlace 2)

Frecuencia GHz = 3.5 Distancia km = 5

K=4/3 H Antena Cerro Ilaló= 30m

H antena usuario Tumbaco = 1m

Cerro Ilalo (m) = 3.184

**Zonas de Fresnel** Conforme el ejemplo anterior.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$f = 3.5GHz$$

$$\Rightarrow \lambda = 0.086$$

Ejemplo de cálculo para todas la distancias:

D1=0,5 km

D2=6,5 km

$$h_o = \sqrt{0.086 \frac{0.5 \times 10^3 * 6.5 \times 10^3}{7 \times 10^3}}$$

$$h_o = 6.3m$$

$$L_g = (h + d) * At / m * 2$$

$$L_g = (10 + 10)0.58 * 2$$

$$L_g = 23,2dB$$

Para el otro caso

$$L_g = (h + d) * At / m * 2$$

$$L_g = (30 + 10)0.58 * 2$$

$$L_g = 46.4dB$$

$$L_g = 23.2 + 46.4 = 69.6dB$$

Pérdida total:

$$L_T = L_e + L_g + L_c$$

$$L_T = 120,18 + 69.2 + 2$$

$$L_T = 191,38dBm$$

**Margen de desvanecimiento**

$F_m = 30 \log(D(Km)) + 10 \log(6ABf(GHz)) - 10 \log(1 - R) - 70$   
 A= 0.25 terrenos montañosos con muchas ondulaciones  
 B=0.25 para áreas continentales  
 R= 0.9999 confiabilidad

$$F_m = -3,44$$

Con los datos podemos verificar que existe línea de vista y que la primera zona de Fresnel se encuentra libre.

**Análisis de Cobertura**

En este diseño se plantea cubrir 10 km con línea de vista, para asegurar una alta QoS a los usuarios. Con lo que se puede cubrir el valle de Tumbaco, sus alrededores, Cumbayá y el Valle de Los Chillos.

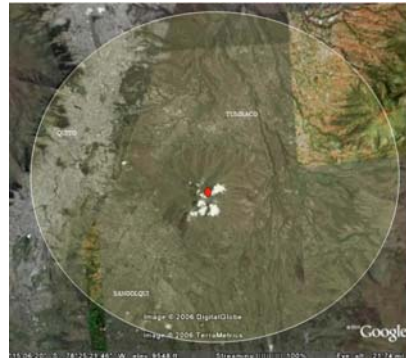


Figura. 8. Cobertura prevista

**6. Análisis Financiero**

Se ha determinado dentro de la implementación de proyecto la utilización de los siguientes equipos e infraestructura.

Tabla. 2. Costo referencial del Proyecto WIMAX

Descripción	Cant	Costo Unitario	TOTAL
Estación Base	1	\$ 21.000,00	\$ 21.000,00
CPEs	2.500	\$ 280,00	\$ 700.000,00
Software de Administración	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
Radio Truepoint	2	\$ 48.000,00	\$ 96.000,00
Antenas	2	\$ 17.240,00	\$ 34.480,00
Guías de onda	20	\$ 58,00	\$ 1.160,00
Torre de 30mts	1	\$ 21.648,00	\$ 21.648,00
Caseta de Equipos	1	\$ 5.241,00	\$ 5.241,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 884.529,00</b>

**Costo de Mantenimiento de la Red**

Se asigna el 1.50% del valor de la inversión, para el rubro de mantenimiento equivalente a \$ 13.267,94 para cada año del proyecto, se estiman 5 años

**Costos de Operación**

Se han tomado en cuenta los siguientes rubros:

**Remuneraciones:** Con detalles como el control de las áreas técnicas, de ventas y de atención al cliente, con un monto de \$192.000.

**Servicios:** Tales como pago por el servicio del Carrier de Datos, contratación de servicio de call center, arriendo de un local para ubicación de personal y algunos equipos que se incluyan para prestar servicios; además limpieza del local, obteniendo un valor de \$147.600.

**Materiales y Suministros:** Se calcula un valor de \$34.800

### Estudio de Rentabilidad

Cuando se realiza un estudio de rentabilidad de un proyecto originado por la utilización de recursos tecnológicos, se deben tomar en cuenta los costos originados por la puesta en funcionamiento de dicho proyecto, la operación, el mantenimiento, y además se debe efectuar una planificación de ingresos originados por los servicios que van a darse dentro del proyecto, con lo que se puede obtener la utilidad bruta de la resta de los egresos con los ingresos del ISP.

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

Determina si se debe o no realizar una inversión para un proyecto en particular con relación a la tasa de interés y el rendimiento que se obtendría dentro del curso de dicha inversión. Se utilizan los siguientes indicadores:

Tabla. 3. Tasa de Descuento para cálculo del TIR<sup>1</sup>

TASA DE DESCUENTO	
Inflación	8,36%
Riesgo País	39,28%
Tasa Pasiva	5,44%
Rentabilidad esperada	10,00%
<b>TMAR</b>	<b>63,08%</b>

<b>TIR</b>	<b>98%</b>
------------	------------

Como podemos observar el valor del TIR es mayor a la variable de la Tasa de Descuento es decir de la Tasa de Interés por lo cual se determina que la inversión es

la mejor alternativa por lo tanto se recomienda realizar la inversión.

### Valor Actual Neto (VAN)

Por Valor Actual Neto de una inversión se entiende por la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

<b>VA</b>	<b>\$ 1.258.822</b>
-----------	---------------------

<b>VAN</b>	<b>\$ 374.293</b>
------------	-------------------

Al poseer un VAN positivo se determina que el proyecto es rentable dentro de los márgenes de ganancia y que se encuentran en escala superior que la tasa de interés que involucraría ubicar los mismos fondos de inversión dentro de una entidad bancaria.

### Análisis Costo – Beneficio

Para proceder a realizar un análisis basado en la relación del Costo contra el Beneficio es necesario calcular la Razón Costo Beneficio, basado en los datos anteriormente expuestos y en relación con los periodos de inversión tenemos la siguiente tabla que especifica la relación del costo y del beneficio.

Tabla. 4. Razón Costo – Beneficio para el Proyecto WISP - WiMAX

RAZON COSTO/BENEFICIO		
PERIODOS	FLUJO FONDOS	VA FLUJO
1	1.020.686	\$ 625.887
2	738.354	\$ 277.634
3	879.424	\$ 202.773
4	524.338	\$ 74.136
5	904.184	\$ 78.393
<b>Total</b>		<b>\$ 1.258.822</b>

<b>RAZON COSTO/BENEFICIO</b>	<b>1,42</b>
------------------------------	-------------

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

Después de haber investigado las posibles soluciones para la provisión de Internet

<sup>1</sup> Valores registrados por el Banco Central del Ecuador

para el sector de Tumbaco, podemos decir que la factibilidad de implementación del sistema Wimax es totalmente viable. Del análisis realizado se puede concluir lo siguiente:

Desde el punto de vista Tecnológico:

- Menor tiempo de implementación del proyecto, como el acceso es inalámbrico el tiempo de implementación es mucho más rápido que la construcción de soluciones con tendido de red.
- Mayores posibilidades de crecimiento para atención de los servicios de telecomunicaciones con mayor gama de servicios de valor agregado
- Mejor calidad de servicio.
- Bajos costos de mantenimiento y redistribución de la red de planta externa
- Bajo impacto de condiciones ambientales como humedad, entre otras
- Radio de cobertura de alrededor de 30 a 50 Km que permitirá ofrecer un gran ancho de banda para una mayor gama de servicios.

Desde el punto de vista Financiero:

- El proyecto de Diseño de un ISP basado bajo el estándar WIMAX para el sector del Valle de Tumbaco es factibles ya que genera una utilidad a partir del primer año, lo cual lo hace rentable ante otras alternativas.
- El Valor de la variable TIR es superior a 1 y es de un 98%, lo que quiere decir que al termino de 5 años el rendimiento sobre el capital invertido es superior a poner dinero en un inversión a plazo fijo en una institución bancaria que solo paga anualmente sobre el 5.44%.
- Finalmente el Costo Beneficio tiene un valor de 1.42 lo que indica que el WISP tiene por cada dólar gastado un excedente de 40 ctvs, para cubrir cualquier otra deuda.

### Referencias Bibliográficas

- Finneran, Michael F., *WiMax versus Wi-Fi dBm Associates Inc.*, Año 2004

- Crozier, Eugene, "WiMAX NLOS Features", *WiMax Forum*, 2004
- Kitroser, Itzik, *Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems (Draft Revision)*, (IEEE P802.16-REVd Chief Technical Editor), 2004
- White Paper: "Broadband Wireless Access", INTEL Corporation, 2003
- De León, Omar, [www.teleconsult.us](http://www.teleconsult.us)
- López Calderón, Mauricio, Aspectos Económicos y de competencia, *Foro WIMAX*
- EL ESTANDAR VOIP - VOZ SOBRE IP, Periódico COMPUTERWORLD, Edición XV,

### Biografías



**Carolina Elizabeth Almeida García.**

Egresada de la Facultad de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (2005) en la Escuela Politécnica del

Ejército. Trabaja en CELEC E.P. – TRANSELECTRIC donde ha diseñado, gestionado e implementado más de 1.500 km de la red de fibra óptica de esta empresa misma que brinda servicio de Telecomunicaciones a casi todo el Ecuador. Sus áreas de interés son la administración y gestión de proyectos de Telecomunicaciones.



**Carlos Gabriel Romero Gallardo.**

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica del Ejército (2002) y Especialista en

Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica en la Universidad Complutense de Madrid (2006). Es profesor de la Escuela Politécnica del Ejército. Sus áreas de interés e investigación son Networking con TCP/IP e Implementación de servicios y aplicaciones con software libre.





**Alejandro Castro C.**

Realizó sus estudios de pregrado en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica del Ejército. Realizó un curso de Redes de Telecomunicaciones en la Pontificia Universidade Católica do Río de Janeiro (PUC-Río). Actualmente se desempeña como Gerente Técnico de la empresa ALFASAT Comunicaciones Cía. Ltda. y Asesor Técnico en el Área de Telecomunicaciones. Es Docente a tiempo parcial del DEEE desde el año 2005. Sus áreas de interés abarcan las Redes de Comunicaciones, Internetworking, Radiocomunicaciones y Sistemas Electrónicos de Seguridad.