



ACCESO A SERVICIOS DE VOZ Y DATOS PUNTO MULTIPUNTO BANDA ANCHA EN LA INDUSTRIA PETROLERA NACIONAL

Access to broadband point to multipoint voice and data services at the national petroleum industry

Endrina Faria
Universidad Rafael Belloso Chacín
Steve Nuñez
Universidad Rafael Belloso Chacín

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue realizar una propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto de banda ancha inalámbrica, que satisfaga las necesidades actuales de comunicación en la IPN, basándose en el estudio de 3 sistemas inalámbricos terrestres de banda ancha punto multipunto para usuarios fijos: Multichannel Multipoint Distribution Service (MMDS), Local Multipoint Distribution Service (LMDS) y Worldwide Interoperability for Microwave Access (WIMAX). El presente estudio es una investigación de campo de la modalidad proyecto factible, no experimental. La población estudiada estuvo conformada por 67 empleados de la Gerencia de Telecomunicaciones de PDVSA Occidente, realizándose un censo poblacional y prescindiéndose de esta manera del uso del muestreo y de muestra alguna. Se utilizó como instrumento de recolección de datos un cuestionario de 18 ítems de preguntas cerradas, a través del cual se lograron conocer los problemas técnicos, económicos y de seguridad que actualmente afectan a la red de telecomunicaciones de PDVSA Occidente y cuáles son sus requerimientos y necesidades más importantes. La metodología utilizada para el presente estudio se basó en el método de Ciclo de Vida para el desarrollo de sistemas de información. Se realizó un análisis sobre las ventajas y desventajas de los 3 sistemas inalámbricos punto multipunto banda ancha estudiados, concluyendo que la mejor alternativa para la IPN es la tecnología WIMAX. Finalmente, se diseñó una propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha para la IPN, basándose en la tecnología escogida.

Palabras clave: banda ancha, Servicios de voz y data, punto multipunto, compañía petrolera



ABSTRACT

The intention of this investigation is to make a proposal of access to wireless broadband point to multipoint voice and data services, that satisfies the present necessities of communication in the NPI, being based on the study of 3 wireless broadband point to multipoint terrestrial systems for fixed users: Multichannel Multipoint Distribution Service (MMDS), Local Multipoint Distribution Service (LMDS) and Worldwide Interoperability for Microwave Access (WIMAX). The studied population was conformed by 67 employees of West PDVSA's Telecommunications Management, having made a population census. It was used as instrument of data collection a questionnaire of 18 items of closed questions in order to know technical, economic and security problems that at the moment affects the telecommunications network of West PDVSA and which are the more important requirements and necessities. The methodology used for the present study was based on the Method of Life's Cycle for the development of information systems. An analysis was made on the advantages and disadvantages of the 3 wireless broadband point to multipoint terrestrial systems studied, concluding that the best alternative for the NPI is WIMAX technology. Finally was designed a proposal of access to wireless broadband point to multipoint voice and data services for the NPI, being based on the selected technology.

Keywords: broadband, point to multipoint, voice and data services, oil industry

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones en la Industria Petrolera Nacional (IPN), sirven de medio de transporte de la información necesaria para el análisis y posterior toma de decisiones de las funciones del negocio petrolero, con la finalidad de aumentar la productividad en todas sus áreas (exploración, explotación, producción, refinación y mercadeo).

Entre sus objetivos principales están: el logro de una empresa donde los medios de comunicaciones ofrezcan todo el potencial del transporte de la información dentro y fuera de la corporación sin restricción de tiempo y lugar, impulsando la transformación y el mejoramiento continuo de los procesos del negocio, fomentando el uso de las tecnologías y servicios disponibles dentro de la corporación, detectando oportunidades para la incorporación de las existentes en el mercado y apoyando en forma general, la evolución de las telecomunicaciones en la industria.



Enmarcado en estos objetivos, la IPN ha proyectado inversiones en los próximos años que ayuden al mantenimiento y actualización tecnológica de la red de telecomunicaciones de la misma, tales como la implantación de una plataforma inalámbrica de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha, que mitigue los actuales problemas de comunicación en la IPN, específicamente en cuanto a ancho de banda se refiere.

En la presente investigación, se estudiaron las distintas tecnologías inalámbricas de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha para usuarios fijos existentes en el mercado, analizando sus ventajas y desventajas, para luego proponer la que más se ajuste a los requerimientos actuales de comunicación de la IPN.

POBLACIÓN

La población estuvo constituida por 67 empleados de la Gerencia de Telecomunicaciones de la empresa Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) de la región Occidente. Las personas pertenecientes a la población, fueron encuestadas a través de un censo poblacional, prescindiéndose del uso del muestreo y de muestra alguna.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La presente investigación nace por la necesidad de proponer una nueva tecnología para el acceso a los servicios de voz y datos en la IPN. Para ello, se aplicó un instrumento con diversas alternativas de respuesta, a fin de determinar el comportamiento de las variables motivos de estudio.

Indicador Problemas Técnicos: según lo observado en relación con el mejoramiento de debilidades técnicas, se evidencia que un porcentaje significativo (73,13%) de la población investigada están totalmente de acuerdo en que el ancho de banda proporcionado por la red de telecomunicaciones de la IPN no es suficiente para satisfacer la demanda actual de comunicación, mientras el 26,87% se encuentra parcialmente de acuerdo.

Asimismo, se constató en relación al mantenimiento correctivo que un alto porcentaje (82,09%) de la población estudiada está parcialmente de acuerdo que el mantenimiento correctivo de los sistemas que proporcionan los servicios de voz y datos en la red de telecomunicaciones de la IPN es muy frecuente y un 17,91% se encuentra parcialmente en desacuerdo.



Indicador Problemas Económicos: según lo constatado en cuanto al gasto presupuestario de mantenimiento preventivo y correctivo, se evidencia que un porcentaje importante (52,24%) del personal encuestado, está parcialmente de acuerdo que actualmente existe un sobre gasto presupuestario en cuanto a mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones que conforman la red de telecomunicaciones de la IPN, en tanto el 38,81% se encuentra parcialmente en desacuerdo, seguido del 5,97% que estuvo totalmente en desacuerdo y el 2,99% se mostró indiferente.

Asimismo, se pudo evidenciar en referencia a la optimización para reducir los costos, que un porcentaje representativo (64,18%) de la población investigada, está totalmente de acuerdo en que la red de telecomunicaciones de IPN pudiera optimizarse de tal manera de reducir los costos por concepto de mantenimiento preventivo y correctivo, en tanto, un 35,82% se encuentra parcialmente de acuerdo.

Indicador Problemas de Seguridad: en relación a las acciones de hurto y sabotaje, se observó que un porcentaje importante (52,24%), de la población estudiada está totalmente de acuerdo que las acciones de hurto y sabotaje a las instalaciones petroleras es muy frecuente, mientras que el 44,78% se encuentra parcialmente de acuerdo, seguido del 2,99% que estuvo parcialmente en desacuerdo.

De igual manera, se pudo observar en cuanto a la implementación de un sistema de vigilancia remoto, que casi la totalidad (91,04%) del personal investigado, está totalmente de acuerdo que es necesaria la implementación de un sistema de vigilancia remoto de las instalaciones petroleras, a fin de disminuir producción diferida y el 8,96% se mostró indiferente.

Indicador Requerimientos Técnicos: en lo observado en cuanto al ancho de banda, se determinó que un porcentaje importante (91,04%) de la población investigada, está de acuerdo en que el ancho de banda requerido por la red de telecomunicaciones de la IPN debe ser igual o mayor a 384 kbps y el 8,96% opina que debe ser mayor a 256 kbps y menor a 384 kbps.

En lo relacionado a las áreas que se deberán cubrir, se evidenció que un porcentaje muy significativo (79,10%), del personal estudiado está totalmente de acuerdo en que el área de cobertura requerido por la red de telecomunicaciones de la IPN debe ser mayor o igual a 20 km, mientras que el 20,90% está opina que el mismo podría estar entre 10 y 20 km.



En lo asociado con los costos de implementación, un alto porcentaje (88,06%), de la población investigada está totalmente de acuerdo en que los costos de implementación y mantenimiento de una nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha deben ser menores o iguales a 2,5 MM\$, mientras que el 11,94% opina que los mismos podrían estar entre 2,5 y 5 MM\$.

De acuerdo a lo relacionado con la capacidad de usuarios, se observó que un alto porcentaje (85,07%), del personal investigado está totalmente de acuerdo en que la cantidad mínima de usuarios que debería contemplar una nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos es mayor a 300 usuarios, en tanto que el 14,93% piensa que el mismo podría estar entre 200 y 300.

Indicador Requerimientos Funcionales: Se evidencia en relación con lo vinculado a la línea de vista entre estación base y usuario, se observó que un alto porcentaje (79,10%), de la población investigada está totalmente de acuerdo en que es necesario que una nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto-multipunto no requiera línea de vista, en tanto el 20,90% está de acuerdo en que no es necesario que una nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos cumpla con esta característica.

Según lo constatado en cuanto a la estandarización, se evidencia que un porcentaje importante (73,13%), del personal encuestado están totalmente de acuerdo en que la tecnología de acceso de voz y datos a ser utilizada en la IPN debe estar estandarizada por normas internacionales como el IEEE ó ETSI, en tanto el 23,88% se encuentra parcialmente de acuerdo, seguido del 2,99% que se mostró indiferente.

En relación a la compatibilidad de equipos, se observó que un porcentaje importante (76,12%), de la población estudiada está totalmente de acuerdo una nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos para la Red de telecomunicaciones de la IPN, sea compatible con equipos de distintos fabricantes, mientras que el 23,88% se encuentra parcialmente de acuerdo.

En lo observado respecto a la escalabilidad de una nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos para la red de Telecomunicaciones de la IPN, se evidenció que un alto porcentaje (64,18%), del personal estudiado opina que es necesario que ésta tenga posibilidad de crecimiento a bajo costo, mientras que el 35,82% piensa que se puede aceptar esta posibilidad de crecimiento a un costo moderado.



En relación con la facilidad de incorporación de nuevos usuarios, se evidenció que la totalidad del personal estudiado (100,00%), está totalmente de acuerdo en que una nueva tecnología de acceso a servicios de voz y datos debe cumplir con esta característica, por lo que debe considerarse como un requerimiento fundamental para su diseño.

Indicador Requerimientos Operacionales: en lo asociado con los niveles de permisología, un alto porcentaje (61,19%), de la población investigada está totalmente de acuerdo en que una nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos debe tener contar con jerarquía o niveles de permisología por usuario, mientras que el 35,82% está parcialmente de acuerdo, seguido de un 2,99% que está parcialmente en desacuerdo.

De acuerdo a lo relacionado con la calidad de la señal ante cambios atmosféricos, se observó que la totalidad del personal encuestado (100,00%) está totalmente de acuerdo en que se debe mantener la calidad de la señal transmitida ante cambios atmosféricos. De acuerdo a estos resultados vinculados con la calidad de la señal, se evidenció que este es un aspecto de vital importancia para la nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos.

Indicador Requerimientos de Seguridad: se evidenció en relación con la seguridad de la información transmitida, que la totalidad de la población investigada (100,00%) piensa que una nueva propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto-multipunto banda ancha, debe tener un nivel muy alto de seguridad en la información transmitida, por lo que debe considerarse este requerimiento para el diseño de la propuesta.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Con el propósito de realizar la propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha para la IPN, se indica a continuación la discusión de los resultados presentados en el punto anterior. De este modo, en torno al objetivo referente a describir la problemática de comunicación actual en la Red de Telecomunicaciones de la IPN, se tiene lo siguiente:

En lo que respecta los problemas técnicos, se aprecia que el ancho de banda no es suficiente para satisfacer la necesidades actuales de comunicación en la IPN, lo que concuerda con lo planteado por [15], quien indicó que los problemas de ancho de banda en la Red de telecomunicaciones de la IPN, tienen su origen en la integración de las ex - filiales Maraven y Lagoven en una sola empresa, cuando se produjo un incremento de los servicios de transporte de datos, voz y video, trayendo



como consecuencia continuas expansiones de capacidad de la red, las cuales no eran óptimas desde el punto de vista técnico, afectándose de esta manera el ancho de banda.

Así mismo, los resultados obtenidos en cuanto al mantenimiento correctivo de la red de telecomunicaciones de la IPN, concuerda con lo expresado por [10], cuyo objetivo era optimizar el funcionamiento de la red de telecomunicaciones de la IPN de tal manera de disminuir el tiempo de reposición de fallas, las cuales afectan frecuentemente la transmisión de datos en la red, convirtiéndose en otro problema de tipo técnico.

Con relación al sobregasto presupuestario en mantenimiento preventivo y la optimización de la red para reducir costos, se demostró lo expresado por [15] respecto a la obsolescencia de la red de telecomunicaciones de la IPN, lo que trae como consecuencia un sobregasto en cuanto a mantenimiento preventivo y correctivo, lo que representa un problema de tipo económico y que hace inferir que es necesaria la optimización de la red, de tal manera de reducir dichos costos.

En cuanto a los problemas de seguridad, se constató que en las instalaciones petroleras, existen problemas de esta índole, lo cual concuerda con lo expuesto por [4] quienes comprueban la ausencia de una infraestructura de telecomunicaciones adecuada que permita establecer comunicación de una instalación a otra en caso de contingencias o paralización de los procesos (como por ejemplo en casos de hurtos en las instalaciones de PDVSA, los cuales son muy frecuentes), para así disminuir el impacto económico por pérdidas de gas asociadas.

Basándose en lo expuesto por [19] e Ingeniería de Requerimientos (2005), el primer paso para realizar el diseño de un sistema es comprenderlo conocer todas las características que deben incluirse en el nuevo sistema (requerimientos). En este sentido, de la propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha para la IPN, se deben conocer las características que deben incluirse en dicho diseño, conociendo las necesidades de la red de telecomunicaciones de la IPN.

Igualmente cabe destacar que a través de los resultados obtenidos de los indicadores de la variable referente a los requerimientos de la IPN, se aplica lo establecido por [6] para el diseño efectivo y eficiente de redes: estimación del tiempo de tránsito y de respuesta (que depende del ancho de banda), estimación del número medio de usuarios que estarán en comunicación al mismo tiempo, estimación del tiempo que le cueste al enlace recuperarse de fallas, robustez de la red frente a catástrofes (descargas atmosféricas,

fuego, terremotos, hurtos, etc.) y protección de la red frente a accesos no autorizados.

Igualmente, se aplica lo propuesto por [19] en cuanto a las características que buscan proporcionar los analistas para el diseño de redes locales: bajo costo de instalación, mantenimiento y manejo, ancho de banda amplio, facilidad de interconexión de una variedad de computadoras (usuarios) y entre equipos de comunicación (compatibilidad entre equipos de distintos fabricantes), siempre ajustándose a las reglas y prácticas establecidas por la organización.

DISEÑO DEL SISTEMA

Considerando los resultados obtenidos a través del instrumento de recolección de datos y basándose en la investigación documental realizada, se seleccionó la tecnología que más se adaptaba a los requerimientos de la IPN.

En el Cuadro 1 se muestra un cuadro comparativo técnico-económico entre las distintas tecnologías estudiadas en el presente estudio.

Cuadro 1. Comparación técnico-económica entre las tecnologías inalámbricas punto multipunto banda ancha.

TECNOLOGÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
LMDS	Capacidad de Transmisión (8 Mbps) Fácil escalabilidad y reubicación	Se requiere línea de vista franca Es necesario tener licencia Tecnología no estandarizada Altos Costos Radio de Cobertura reducida (3-9 km / 1-3 km)
MMDS	Capacidad de Transmisión (3-10 Mbps) Capacidad para un gran número de suscriptores Tamaño de Celda hasta de 15 a 25 Km Costos moderados	Se requiere línea de vista franca Es necesario tener licencia Tecnología no estandarizada
WIMAX	Alta Capacidad de transmisión (70-124 Mbps) Radio de Cobertura de 5 a 50 Km No requiere Línea de Vista Trabaja en bandas licenciadas y no licenciadas Tecnología estandarizada Tecnología IP extremo a extremo Costos moderados	Tecnología nueva que se encuentra en periodo de desarrollo.

Fuente: Faria (2006)



Fundamentándose en dicha comparación, se consideraron 8 criterios para la selección de la tecnología a proponer, cada uno con una ponderación de acuerdo a su importancia.

La escala de evaluación es de 1 a 4, donde 1 es la mínima calificación y 4 la máxima y los criterios para asignar el puntaje correspondiente a cada evaluación se definieron de acuerdo a los requerimientos exigidos por la IPN.

Los resultados de este análisis se muestran en el Cuadro 2.

Es importante mencionar que a pesar que MMDS cumple con la mayoría de los requerimientos exigidos por la IPN, ésta presenta la desventaja de que es una tecnología que no está estandarizada (lo que hace que no todos los equipos de diferentes fabricantes sean compatibles) y además requiere línea de vista entre la antena del proveedor de servicio y el suscriptor (lo que limita la transmisión de datos, ya que en un entorno con obstáculos la señal se verá distorsionada).

Cuadro 2. Análisis de alternativas entre tecnologías inalámbricas punto multipunto banda ancha.

Aspecto a Evaluar	Peso (%)	Tecnología		
		LMDS	MMDS	WIMAX
Ancho de Banda	25	4	4	4
Cobertura por Celda	10	2	4	4
Costos de Implementación y Mantenimiento	15	1	3	2
Capacidad de Usuarios	10	4	4	4
Sin Línea de Vista (NLOS)	10	-	-	4
Estandarización	10	-	-	4
Escalabilidad	10	4	4	4
Seguridad de Información	10	2	2	2
Total Puntaje	100	2,4	2,9	3,5

Fuente: Faria (2006)

WIMAX, por su parte, ofrece las siguientes ventajas para la IPN:

Cuadro 3. Ventajas de Wimax

Características de WIMAX	Requisitos de la tecnología a seleccionar (según la IPN)
Ancho de banda de hasta 70 Mbps.	Ancho de banda mayor a 384 kbps.
Radio de cobertura de hasta 50 km.	Radio de cobertura mayor a 30 km.
Capacidad de hasta 500 usuarios por sector.	Capacidad mayor a 300 usuarios.
No requiere Línea de Vista.	No debe requerir Línea de Vista.
Tecnología estandarizada por el IEEE.	La tecnología debe estar estandarizada.
Alta capacidad de crecimiento.	Alta capacidad de crecimiento.
Cuenta con mecanismos de autenticación y encriptado de la información.	Debe garantizar la seguridad de la información transmitida.

Fuente: Faria (2006)

Basándose en lo anteriormente descrito y de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis realizado (mostrados en el Cuadro 2), la opción que ofrece mayores ventajas y que se adapta a los requerimientos actuales de la IPN es la tecnología WIMAX, por lo que se recomienda su implantación como acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha.

En el gráfico 1, se muestra la arquitectura típica de la red de telecomunicaciones de la IPN, usando WIMAX como tecnología de acceso a los servicios de voz y datos punto multipunto.

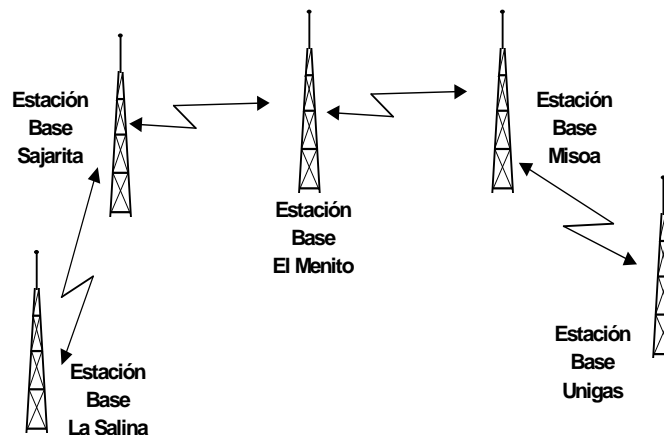


Gráfico 1. Diagrama de diseño de la propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha para la IPN.

Fuente: Faria (2006)



La frecuencia de trabajo para la propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto es de 5,8 Ghz (banda libre) [2] y la ubicación de las estaciones base se realizó considerando un área de cobertura máxima de 50 km [13], para frecuencias de trabajo menores a 11 Ghz, tomando como área de cobertura total para la propuesta, las instalaciones de la IPN ubicadas en la Costa Oriental del Lago desde La Salina hasta Menegrande, incluyendo las instalaciones ubicadas en el Lago de Maracaibo (prueba piloto).

Específicamente el diseño está conformado por 5 estaciones base donde se instalarán antenas sectoriales u onmidireccionales sin línea de vista [13], cuyas características se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Antenas de la propuesta de acceso a servicios de voz y datos punto multipunto banda ancha para la IPN.

Estaciones Base	Tipo de Antena	Número de Antenas	Altura de la Antena (m)
La Salina	Onmidireccional	1 de 360�	40
Sajarita	Onmidireccional	1 de 360�	60
El Menito	Sectorial	2 de 60�	40
Misoa	Onmidireccional	1 de 360�	45
Unigas	Onmidireccional	1 de 360�	40

Fuente: Faria (2006)

CONCLUSIONES

Una vez obtenidos los resultados de la investigación y basándose en los objetivos planteados, se llegó a las siguientes conclusiones:

El ancho de banda proporcionado por la red de telecomunicaciones de la IPN no es suficiente para satisfacer la demanda actual de comunicación. Por otra parte, existe un sobregasto presupuestario en cuanto a mantenimiento correctivo, lo cual es consecuencia de la obsolescencia de los equipos actualmente instalados en la red de telecomunicaciones de la IPN. Estos dos aspectos representan debilidades técnicas y económicas, lo cual trae consigo problemas de seguridad, ya que debido a la incapacidad de ancho de banda en la red, aún no es posible implementar un sistema de vigilancia remota que controle los constantes hurtos en las instalaciones de la IPN (lo que a su vez se traduce en pérdidas económicas).

En cuanto a las necesidades detectadas en la red de telecomunicaciones de la IPN, es evidente que ésta requiere de una tecnología con un ancho



mayor al existente, con alta capacidad de usuarios, sin requerimiento de línea de vista (NLOS), no estandarizada bajo algún organismo internacional reconocido, ofreciendo escalabilidad, facilidad de incorporación de nuevos usuarios, que mantenga la calidad de la señal ante cambios atmosféricos y presentando un nivel de seguridad muy alto para la transmisión de información.

Finalmente, si se comparan las tres tecnologías estudiadas (LMDS, MMDS y WIMAX) y se pudo observar que si bien MMDS pudiera adaptarse a los requerimientos actuales de comunicación de la IPN, ésta presenta la desventaja de que es una tecnología no estandarizada, trayendo como consecuencia que los equipos de diferentes fabricantes no sean compatibles entre sí. Además tanto LMDS como MMDS requieren línea de vista, por lo tanto no hay cobertura en entornos con obstáculos.

WIMAX por su parte, presenta una serie de ventajas que cubren los requerimientos actuales de comunicación de la IPN, entre éstas una tecnología estandarizada, por lo que se supone que los precios a futuro serán más bajos y habrá compatibilidad entre distintos fabricantes, además no requiere licencia, por lo tanto la velocidad de despliegue es mayor (en comparación con LMDS y MMDS, las cuales requieren licencia. Sin embargo a pesar que WIMAX parece ser una tecnología muy prometedora, se puede mencionar como desventaja, por cuanto ésta es una tecnología que no se ha comercializado en su totalidad y aún se encuentra en desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]CANTERO, Y. (2005). **Infraestructuras Comunes de Telecomunicación: nuevos servicios y tecnologías emergentes.** www.bibliotecna.upc.es/PFC/arxius/migrats/35735-1.pdf (Visitada el 13/06/05).
- [2]CHACÓN E., J. (2002). **Resolución Nro. 145. Ministerio de Infraestructura. Comisión Nacional de Telecomunicaciones.** Caracas, 11 de Junio de 2002.
- [3]COMÍN, M. (2005). **WIMAX, más rápido, más lejos, más móvil.** http://www.iese.edu/es/files/5_13661.pdf. (Visitada el 03/05/05).
- [4]ESPARZA Y HERRERA, M. (2001). **Propuesta de un Sistema de Comunicación basado en Tecnología Banda Ancha para la Interconexión de los Sistemas Supervisores de Control de las Plantas de Gas pertenecientes al Complejo Virtual Lagunillas. Caso: PDVSA**



Producción Occidente". Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.

[5]FERRER Y SALADO (2005). **IEEE 802.16: La próxima revolución Wireless.** <http://www.laflecha.net/canales/wireless/200406051/> (Visitada el 13/06/05).

[6]FOROUZAN, B. (2001). **Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones.** México: Mc Graw-Hill.

[7]FRANCO, A. (2005). **LMDS como tecnología de acceso a redes de banda ancha.** <http://dis.eafit.edu.co/cursos/st780/material/bdigital/articulos/2003/LMDS.pdf>. (Visitada el 11/06/05).

[8]GONZALO, L. (2005). **Wimax 802.16. Soluciones R/S para Aplicaciones Banda Ancha.** www.tsc.uniovi.es/catedra-telefonica/archivos/WiMAX.pdf. (Visitada el 08/06/05).

[9]GRAJALES, G. (2005). Metodología de la investigación I. <http://tgrajales.net> (Visitada el 21/03/05).

[10]GUERRERO, N. (2000). **Optimización de la Red Wan TDMI Newbridge de PDVSA Occidente con Tecnología de Conmutación ATM**". Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.

[11]HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (2000). **Metodología de la Investigación (2ª Edición Ampliada).** México: MC Graw Hill.

[12]HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (2003). **Metodología de la Investigación (3ª Edición).** México: MC Graw Hill.

[13]IEEE 802.16 (2004). **IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems.** <http://www.ieee.org/portal/site> (Visitada el 13/05/06).

[14]INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS (2005). **Especificación de Software. Presentación III.** http://www.tevasoft.com/UMSA-UMSS/SpecSoft/es_iii.ppt. (Visitada el 03/06/06).



[15]MARTÍNEZ, N. (1998). **Optimización de la Red de Área Extensa de PDVSA Occidente.** Universidad Nacional Experimental del Táchira. Coordinación de Ingeniería Electrónica.

[16]MUNIZ, I. (2005). **WIMAX: El Nuevo Acceso Inalámbrico a Internet.** <http://www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=31>. (Visitada el 28/04/05).

[17]QUILEZ Y NAVARRO, J. (2005). **Accesos de banda ancha vía radio.** <http://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=219338>_. (Visitada el 22/07/05).

[18]SABINO, C. (1992). **El proceso de Investigación.** <http://paginas.ufm.edu/sabino/PI.htm>. (Visitada el 10/08/05).

[19]SENN, J. (2005). **Análisis y Diseño de Sistemas de Información.** México: Mc Graw-Hill.

[20]SIERRA BRAVO, C. (1995). **Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios.** Madrid: Paraninfo.

[21]SIERRA BRAVO, C. (1999). **Cómo hacer una tesis doctoral. Métodos y técnicas de investigación.** Madrid: Paraninfo.

[22]TELEFÓNICA (2005). **Tecnología.** <http://www.telefonica.com.es> (Visitada el 10/08/05).

[23]VALLE, L. (2005). **Nuevos Servicios Wireless Multimedia.** http://www.palermo.edu.ar/ingenieria/downloads/Clase_Abierta_3_de_mayo2005.pdf (Visitada el 13/06/05).