

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**TRABAJO PREVIO LA OBTENCION DEL TÍTULO DE:  
MASTER EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**TEMA:  
“PROPUESTA DE APLICACIONES FUTURAS EN HOGARES DIGITALES  
UTILIZANDO EL PROTOCOLO IPv6 ”**

**AUTOR**

Marco Antonio Proaño Garay

**DIRECTOR**

Ing. Carlos Egas

Quito – 2014

## **Agradecimiento.**

Agradezco a Dios maravilloso que me dio fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar, a mi madre por ser la inspiración diaria de fuerza, amor, voluntad y perseverancia ante las adversidades que se presentan y aquellas personas que aportaron su grano de arena en el desarrollo de esta tesis.

## **Dedicatoria.**

Principalmente quiero dedicar este trabajo a Dios, por haberme regalado el don de la vida, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de mucho aprendizaje, felicidad y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi padre, hermanos y familia les dedico este esfuerzo para que sepan que todo es posible cuando uno decide proponérselo.

# Contenido del Trabajo

Agradecimiento.....	a
Dedicatoria.....	a
Resumen.....	f
Abstract.....	g
Introducción.....	h
Justificación.....	j
Antecedentes.....	k
Objetivos.....	l
Objetivo General.....	l
Objetivos Específicos.....	l
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE.....	1
1.1.1. Estado del Arte y Conectividad.....	1
1.1.1.1. Conectividad de Hogares Digitales.....	2
1.1.1.2. La Conectividad en el Ecuador.....	4
1.1.1.2.1. Antecedentes.....	4
1.1.1.2.2. Importancia.....	8
1.1.1.2.3. Tipos de conectividad.....	10
1.1.1.2.4. Principales tecnologías.....	11
1.1.1.3. La conectividad en hogares digitales del Ecuador.....	15
1.1.1.3.1. Antecedentes.....	15
1.1.1.3.2. Beneficios.....	17
1.1.1.3.3. Ventajas y desventajas.....	18
1.1.1.3.4. Limitaciones.....	21
1.1.2. Diagnóstico.....	21
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>23</b>
<b>ANALISIS DE TECNOLOGIAS DE ACCESO A SERVICIOS DE VOZ, DATOS Y VIDEO.....</b>	<b>23</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	23

2.2. TECNOLOGIAS DE ACCESO A INTERNET.....	25
2.2.1. Análisis de Tecnologías de Conectividad.....	26
2.2.1.1. Tecnología Alámbrica o Cable.....	26
2.2.1.2. Tecnología inalámbrica WIFI o Wireless LAN (WLAN).....	27
2.2.1.3. Calidad de Servicio QoS.....	32
2.2.2 Análisis de acceso a internet con Red Telefónica.....	33
2.2.2.1. Tecnologías XDSL y ADSL.....	33
2.2.2.2. Topología.....	35
2.2.3. Análisis de acceso a internet con Tecnologías de Posicionamiento Global - GPS y celulares.....	39
2.2.3.1. Acceso a Internet con GPS.....	40
2.2.3.2. Sistema GSD.....	41
2.2.3.3. Acceso con Tecnologías para telefonía celular.....	45
2.2.3.4. Topología GPS.....	47
2.2.4. Aplicaciones que utilizan Redes Celulares.....	51
2.2.5. Aplicaciones que utilizan Dispositivos de Video.....	53
2.3. TECNOLOGIAS DE REDES EN EL HOGAR.....	57
2.3.1. Red Domótica.....	58
2.3.2. Red Multimedia.....	64
2.3.3. Red de Datos.....	65
2.3.3.1. Medios de Transmisión.....	66
2.3.3.2. Redes de Acceso a Internet.....	68
2.3.3.3. Conectividad con Ethernet.....	69
2.3.3.4. Equipos conectados a una Red LAN.....	71
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>73</b>
<b>DESARROLLO DE PROPUESTAS PARA APLICACIONES FUTURAS UTILIZANDO IPv6 EN HOGARES DIGITALES.....</b>	<b>73</b>
3.1. INTRODUCCIÓN.....	73
3.2. IMPORTANCIA.....	74
3.3. BENEFICIOS.....	77
3.4. OBJETIVOS.....	78
3.5. PROPUESTA DE APLICACIÓN No 1.....	78
3.5.1. INGENIERIA DEL PROYECTO.....	78

3.5.1.1.	TIPOLOGIA DE RED.....	78
3.5.1.1.1.	REQUERIMIENTOS DE TIPOLOGÍA.....	78
3.5.1.2.	TOPOLOGIA DE RED.....	79
3.5.1.2.1.	REQUERIMIENTOS DE TOPOLOGÍA.....	79
3.5.1.3.	ANÁLISIS DE COSTOS.....	110
3.6.	PROPUESTA DE APLICACIÓN No 2.....	111
3.6.1.	INGENIERIA DEL PROYECTO.....	112
3.6.1.1.	REQUERIMIENTOS.....	112
3.6.1.2.	TOPOLOGIA DE RED.....	114
3.6.1.2.1.	REQUERIMIENTOS DE TOPOLOGÍA.....	114
3.6.1.2.2.	ANALISIS DE CONECTIVIDAD.....	119
3.6.1.3.	ANALISIS DE COSTOS.....	128
3.7.	PROPUESTA DE APLICACIÓN No 3.....	130
3.7.1.	INGENIERIA DEL PROYECTO.....	130
3.7.1.1.	TIPOLOGIA DE RED.....	130
3.7.1.1.1.	REQUERIMIENTOS DE TIPOLOGÍA.....	130
3.7.1.2.	TOPOLOGIA DE RED.....	130
3.7.1.2.1.	REQUERIMIENTOS DE TOPOLOGÍA.....	130
<b>CAPITULO 4.....</b>		<b>159</b>
<b>VALIDACIONES.....</b>		<b>159</b>
4.1.	PRUEBAS DE LAS PROPUESTAS.....	159
4.1.1.	Pruebas técnicas de la propuesta No 1.....	159
4.1.1.1.	Recursos.....	160
4.1.1.2.	Evaluación de Compatibilidad Técnica.....	162
4.1.2.	Pruebas técnicas de la propuesta No 2.....	175
4.1.2.1.	RECURSOS.....	175
4.1.3.	Pruebas técnicas de la propuesta No 3.....	181
4.1.3.1.	Recursos.....	183
4.1.3.1.1.	Fibra Óptica.....	183
4.1.3.1.2.	Equipos instalados a la red LAN /WiFi con IPv6.....	186
4.1.3.1.3.	Equipos instalados a la red Domótica.....	187
<b>CAPÍTULO 5.....</b>		<b>191</b>

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>191</b>
5.1. Conclusiones.....	191
5.2. Recomendaciones.....	195
BIBLIOGRAFÍA ESCRITA .....	198

## Resumen

El presente trabajo de investigación, consiste en la elaboración de una propuesta de aplicaciones futuras en hogares digitales, utilizando el protocolo de internet IPV6, en donde se analizan aquellas tecnologías de acceso a internet y a redes en el hogar, para luego proponer tres diseños teóricos, aplicados al hogar digital, siendo el primero, la conectividad utilizando el protocolo IPv6, de una red domotica con cámaras IP inalámbricas y dispositivos móviles, el segundo, la conectividad utilizando IPv6 y tecnología 6LowPan, en una red metro Ethernet con nodos de acceso para un auto y la red domotica. El tercer diseño que propone la aplicación del protocolo IPv6 en un servidor ISP para la conectividad por fibra óptica, en una red domotica, para el control y vigilancia del hogar digital, desarrollando en las tres aplicaciones la tipología, topología de red y análisis de costos. Finalmente obteniendo un diagnóstico de estos tres diseños teóricos, se validan mediante pruebas técnicas en donde se evalúa la compatibilidad entre tecnologías de red LAN y Metro Ethernet, compatibilidad de equipos móviles y equipos domoticos, presentando los resultados de estas pruebas que demostraran si es factible o no la aplicación de estos diseños en nuestro país.

## **Abstract**

This research work, consists in the preparation of a proposal for future applications in digital homes, using the internet protocol IPV6, which analyze those technologies to access the internet and networks in the home, and then propose three theoretical designs, which were applied to the digital home, the first being, the connectivity using the Ipv6 protocol, a network of home automation with IP cameras and wireless mobile devices, the second, the connectivity using IPV6 and 6LowPan technology, in a metro Ethernet network nodes with access to a car and the home automation network. The third design that proposes the implementation of the Ipv6 protocol on an ISP server for connectivity by fiber-optic, in a home automation network, for the control and surveillance of the digital home, developed in the three applications the typology, network topology, and cost analysis. Finally getting a diagnosis of these three theoretical designs, are validated through technical tests in which evaluates the compatibility between network technologies and Metro Ethernet LAN, compatibility of mobile equipment and home automation equipment, presenting the results of these tests to demonstrate if it is feasible or not the implementation of these designs in our country.

## **Introducción.**

El hogar digital o edificación digital constituye en la actualidad, la solución tecnológica más avanzada para crear un ambiente inteligente, capaz de brindar a las personas seguridad, cuidado, oportunidades de ocio, a través de la conectividad de diversos sistemas, dispositivos y redes. El hogar digital comprende el uso de internet, tecnologías de información y comunicación TIC, las cuales son proporcionadas por proveedores de servicios en seguridad y domótica.

El hogar digital posee una diversidad de dimensiones como son múltiples tecnologías, servicios, mercados y estrategias, las cuales deben ser analizadas para poder establecer un diagnóstico de las tendencias y satisfacción de necesidades de las personas que habitan una edificación, pues de este análisis dependerá el éxito o fracaso de una instalación inteligente.

De esta forma, el presente proyecto, pretende brindar un aporte tecnológico para que un hogar digital satisfaga los requerimientos de seguridad y calidad de vida de los usuarios, a través de un análisis de las tecnologías de acceso en servicios de conexión de voz, datos y video, que permita el desarrollo de futuras aplicaciones utilizando IPv6 en hogares digitales, permitiendo el acceso a nuevos servicios , mayor seguridad y confort al usuario, lo que en definitiva se traduce en optimizar la conectividad.

La propuesta de aplicaciones futuras en hogares digitales, servirá de guía para los desarrolladores de software, dispositivos de comunicación y emprendedores que deseen incursionar en aplicaciones para hogares digitales.

El proyecto presenta en el primer capítulo un análisis de estado del arte en la conectividad, en donde se examinará la evolución de las telecomunicaciones y redes en el Ecuador, determinando, beneficios, ventajas y desventajas como también sus limitaciones.

El segundo capítulo analiza las tecnologías utilizadas en el acceso a servicios de voz, datos y video como sistemas y equipos multimedia interactivos utilizando internet, telefonía fija, GPS en celulares, entre otras; tecnologías de redes, como las redes LAN, de donde se pueden distribuir video, triple play de voz, datos y televisión.

El tercer capítulo, presenta el desarrollo de propuestas en aplicaciones futuras utilizando IPV6 en hogares digitales, a manera de casos, en donde se estudiarán los aspectos generales y técnicos más relevantes de cada una, aplicabilidad, beneficios y viabilidad tecnológica, sustentados con un informe de resultados.

El cuarto capítulo, consiste en la validación de estas propuestas aplicando pruebas técnicas que permitirán conocer la eficiencia de estas aplicaciones con IPV6 y el mejoramiento de los servicios en los hogares digitales.

Finalmente el quinto capítulo, sustenta las conclusiones y recomendaciones, que son los resultados más relevantes encontrados en la viabilidad de aplicación de propuestas y su validación con recomendaciones necesarias para mejorarlas.

## **Justificación.**

En el Ecuador, existen cada vez más, hogares que necesitan tener ambientes inteligentes, capaces de reconocer e interactuar con sus ocupantes, garantizándoles seguridad, comodidad, cuidado y oportunidades de ocio. Las tendencias que existen actualmente en el mercado inmobiliario, es adquirir casas, suites o departamentos equipados con sistemas, dispositivos y redes, que estén integrados y controlados desde cualquier herramienta de información y comunicación, como puede ser internet, celulares, ipad, tablets, etc.

El presente proyecto, pretende desarrollar aplicaciones futuras para hogares digitales bajo el protocolo IPv6, que satisfagan las necesidades de los usuarios como las siguientes:

- Mejor acceso a servicios en voz, datos y video con conectividad a internet.
- Mejor acceso a servicios en voz, datos y video, con el uso de dispositivos y redes inalámbricas.
- Servicios con conexión en tiempo real y en todo momento.
- Seguridad en las conexiones a nivel de red, con redes virtuales privadas.

El protocolo IPv6 usado en hogares digitales, permite a los usuarios tener servicios de voz, datos y video, en base a tecnologías y redes convergentes, las cuales usan una misma red para satisfacer los requerimientos, de: escalabilidad, seguridad, aplicaciones en tiempo real, plug and play, servicios QoS y CoS, Multicast y Anycast.

El presente trabajo posee novedad científica, ya que anteriormente no se ha realizado un análisis que permita desarrollar nuevas e innovadoras aplicaciones para hogares digitales bajo plataforma de internet IPv6 relacionadas con domótica, sistemas de seguridad, teleasistencia, telemedicina, seguridad personal, monitoreo de personas, etc.

Se justifica su importancia educativa, ya que es de utilidad para estudiantes de las carreras de ingeniería informática, redes y telecomunicaciones que desean tener una base informativa sobre el IPv6 y sus aplicaciones futuras.

También serán beneficiados todos aquellos profesionales de la rama de telecomunicaciones, ingeniería de sistemas, arquitectura, redes de comunicación que necesitan de una guía informativa para utilizar el protocolo de internet IPv6 para diseño de nuevos sistemas de seguridad y mantenimiento.

## **Antecedentes.**

En el año 1992 nace el proyecto TUBA como alternativa para eliminar el IPv4, cuyo objetivo fue de implementar mecanismos controladores que funcionaban en base a protocolos TCP y UDP, sobre direcciones más grandes con capacidad de 160 bits, pero poco tiempo después fue descartado, ya que no permitía una transmisión eficiente y de calidad de multimedia.

En 1993, los ingenieros en informática Deering y Francis, elaboran dos proyectos para sustituir el IPv4, que fueron el SIP y PIP, de los cuales surge otro proyecto y de mayor alcance que es el SIPP (Simple Internet Protocol Plus), que utiliza direcciones de 64 bits.

Para 1996, los trabajos de investigación desarrollados por la IETF (Internet Engineering Task Force), comienzan con el diseño del protocolo IPv6, y desde entonces comienza para IPv6 un crecimiento vertiginoso que a diferencia de otros protocolos, mantiene un estándar sin reactualizaciones como otros protocolos del mercado.

En lo referente a obras destacadas en domótica e IPv6, José Rivas en el año 2007, elabora un Manual ilustrado para la instalación domótica, que proporciona una guía visual, técnica y teórica para todo aquel que desea iniciarse en esta actividad, en donde se detallan todos los pasos que se debe seguir para integrar y automatizar los diferentes dispositivos que utiliza una vivienda o edificio inteligente.

Más tarde en el año 2011, Miguel Moro, en su libro instalaciones domóticas, presenta un estudio teórico-práctico del uso del protocolo IPv4/IPv6, para sistemas de domótica en casas que permiten monitorear los distintos dispositivos instalados desde una computadora utilizando internet, en cualquier parte del mundo.

## **Objetivos.**

### **Objetivo General.**

Propuesta de aplicaciones futuras en hogares digitales utilizando el protocolo IPv6.

### **Objetivos Específicos.**

1. Realizar un análisis del Estado del Arte.

2. Elaborar un análisis de las tecnologías TIC en el acceso a los servicios de voz, datos y video.
3. Proponer un conjunto de aplicaciones viables que podrían aplicarse en hogares digitales utilizando exclusivamente IPv6.

# CAPÍTULO 1

## ESTADO DEL ARTE

### 1.1.ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE.

#### 1.1.1. Estado del Arte y Conectividad.

Díaz (2003, p. 45), establece que “el Estado del Arte, bajo el enfoque tecnológico, comprende las últimas innovaciones tecnológicas desarrolladas para un producto, las mismas que han sido testeadas y comprobadas su rendimiento, para luego ser posicionadas en el mercado consumidor.” Bajo este mismo concepto el estado del arte y conectividad, comprende aquellos adelantos tecnológicos de última generación en dispositivos electrónicos que pueden ser conectados a una computadora, o trabajar de forma autónoma. (Molina, 2004)

La conectividad de una red, esta estructura principalmente por los siguientes elementos:

- Cables
- Adaptadores de red
- Dispositivos Inalámbricos

Cada uno de estos elementos de red, se encargan de enviar datos a cada equipo de la red, y de esto forma cada equipo es integrado en conjunto con los demás. Antes de realizar la

conectividad de red, es necesario configurar la red o como se denomina realizar el “ipconfig”, con el que el usuario podrá evaluar los parámetros y características de la red, como es estado de la tarjeta de red, direcciones IP correctas, etc.

#### **1.1.1.1. Conectividad de Hogares Digitales.**

La conectividad de hogares digitales utiliza sistemas digitales de comunicación o sistemas domóticas, los cuales están conformados por dos estructuras bien definidas que son: (Fuster, 2004).

- Estructura de cableado.
- Estructura inalámbrica.
- **Estructura de cableado.**

La estructura de cableado en los hogares digitales, establece la conectividad entre sensores, actuadores y controladores. Esta estructura es de dos tipos que son: Cableado autónomo y cableado integrado.

**Cableado autónomo:** El cableado autónomo en los hogares digitales en general es aquel que no comparte energía con el cableado común de 220v en una casa, ya que solo es utilizado para el sistema domótico<sup>1</sup>, añadiendo un nuevo bus de comunicaciones, el que

---

<sup>1</sup> Aquel que bajo una misma central gestiona todas los servicios de una vivienda, para el máximo aprovechamiento de todo lo instalado.

permita el envío de datos a través de los dispositivos electrónicos. Para instalar este cableado autónomo es necesario hacer en obra muerta, para que el costo no aumente.

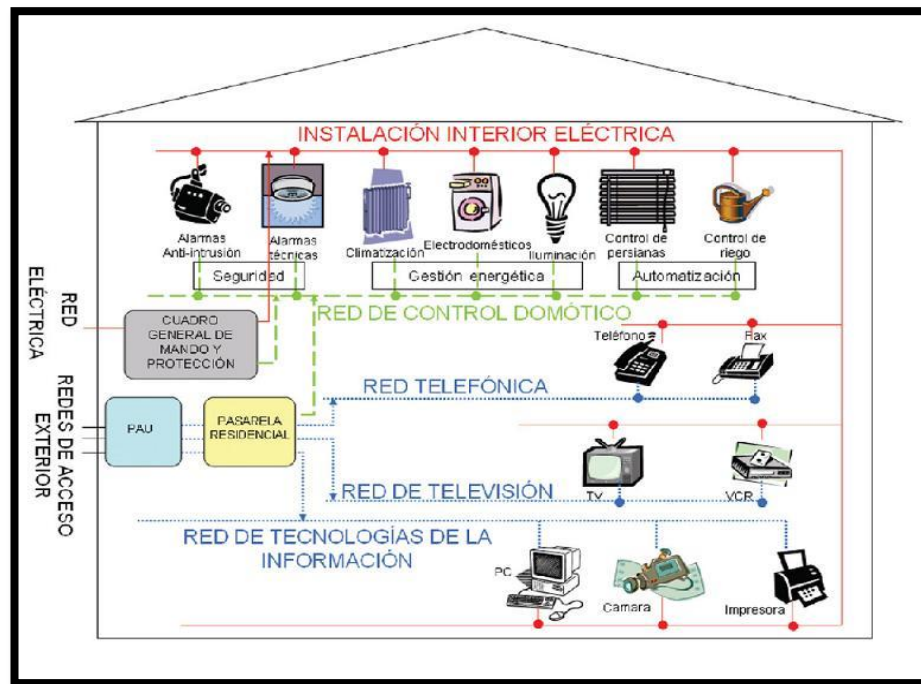


Figura 1.1. Redes en un Hogar Digital

[<http://domoticaaccesible.blogspot.com/2012/12/viviendas-inteligentes-iviendas.html>]

**Cableado integrado:** Khoshafian (2004, p.69), evidencia que “el cableado integrado permite compartirlo con el cableado estándar de la vivienda es decir con el de 220V, a través de la tecnología Power Line Carrier o PLC<sup>2</sup>, el cual permite modular el ingreso de corriente, hacia una onda cuya frecuencia oscila entre 20 y 200 kHz, que se inyecta directamente al cableado eléctrico.

<sup>2</sup> **Power Line Carrier**, es una tecnología de comunicaciones, que utiliza la propia red eléctrica como medio de transmisión de los datos mediante un protocolo de comunicación: X-10, X2D, LonWorks, etc. (similar al uso compartido que hacemos de la red telefónica, para voz y datos bajo el protocolo ADSL).

- **Estructura inalámbrica.**

La estructura inalámbrica sustituye al cableado autónomo e integrado, por medio de tecnologías inalámbrica como WiFi, Wimax, Bluetooth, infrarrojos, GPRS, 3G, iRDA, Redes ZigBee, y radiofrecuencia, permitiendo al dispositivo electrónico situarse en cualquier punto dentro de alcance de red.



Figura 1.2. Red Inalámbrica Linksys [<http://tecinal.blogspot.com/>]

### **1.1.1.2.La Conectividad en el Ecuador.**

#### **1.1.1.2.1. Antecedentes.**

**1991:** El proyecto de investigación ARPANET (Advanced Research Project Agency Network), de los Estados Unidos, inicia la conectividad en el Ecuador en el año 1991, cuando la empresa Ecuánex implementa el primer nodo establecido por Corporación Interinstitucional de Comunicación Electrónica-Intercom, que forma parte de la red mundial del Institute for Global Communications/Alliance for Progressive Communications (IGC/APC), que provee este servicio a organizaciones no

gubernamentales y de desarrollo, siendo las primeras la FLACSO y la Universidad Andina Simón Bolívar. (Fierro, 1995).

Las instituciones que accedieron a Internet, a través del primer proveedor de servicios EcuaneX fueron:

- Acción Ecológica.
- Agencia Latinoamericana de Información ALAI.
- Centro Andino De Acción Popular CAAP.
- Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas CONUEP (actual SENESCYT).
- Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales sede Ecuador FLACSO.
- Universidad Andina Simón Bolívar.

**1992:** Se establece un segundo nodo EcuaneT, con cooperación de la Corporación Ecuatoriana de Información, la cual bajo el auspicio del Banco del Pacífico, la ESPOL y La Universidad Católica Santiago de Chile, conecta de forma directa a EcuaneT con el National Science Foundation Network (NSFNET), un programa norteamericano para promover la investigación y la educación. (Vera, 2008)

Esta conectividad utilizó el sistema de redes del banco del Pacífico, que en ese entonces era el mejor de Sudamérica. Su alcance era atender la educación del Ecuador para la

investigación y desarrollo, y que como parte del convenio estas instituciones no pagarían una membresía mensual.

En 1992, existía poca demanda de internet, debido al alto costo, puesto que un enlace de 64 kbps vía radio costaba \$ 700 mensuales, y la cobertura era poca ya que se utilizaba redes de cobre, y la conectividad de red era de tipo Dial-up, es decir por teléfono, o por radio con antena inalámbrica.

En el año 1992, el uso que se daba a la conectividad de internet era el de solamente investigación y entretenimiento, y para las empresas y profesionales independientes fue el uso del correo electrónico, ya que en ese entonces sustituyó al fax y al teléfono convencional.

Ecuonet, se expande facilitando el uso de texto, video a las empresas, bajo la forma de desarrolladas páginas Web, que fueron usadas por la Universidad San Francisco de Quito (<http://usfq.edu.ec>), el Diario Hoy (<http://www.ecnet.ec/hoy/hoy.htm>), y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador INEC (<http://www.ecnet.ec/inec/inechome.htm>).

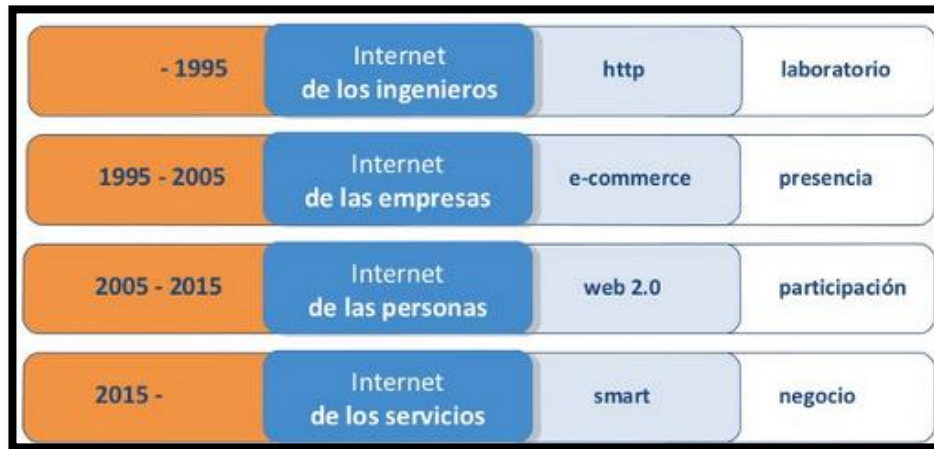


Figura 1.3. Evolución del Internet [<http://blogthinkbig.com/inspirational-2012-futuro-empresa-digital-en-inspirational-2012/>]

A partir de este adelanto se incorporan a la plataforma de Internet el usos de exploradores gráficos como Netscape, IE, Opera, correo electrónico (email), y se crean los proveedores de internet que en la actualidad superan las 50 empresas, que cubre ciertos nichos de mercado.

**1993-1999:** En este período, la conectividad en el Ecuador se masifica con la creación de varios negocios que utilizan internet para servir al usuario con navegación y servicio de cafetería, como son los cibercafés, usados por muchas empresas e instituciones. En 1995, existe la propuesta de bajar costos por el servicio de banda ancha de internet, tanto para el hogar como para la empresa.(Cruz, 2008)

**2000-2010:** El internet se fusiona con la TIC con el uso de blogs, redes sociales y páginas personales, se inicia el mailing<sup>3</sup>o promoción comercial política, de bienes, productos o servicios y para usos de sistemas educativos. En el 2007, la conectividad de internet, incrementa su cobertura, gracias al cable submarino establecido por la empresa telefónica que invirtió cerca de 35 millones de dólares y que permitió conectar al Ecuador con el gran anillo de fibra óptica que circunda las costas ecuatorianas.

Según las últimas cifras del Ministerio de Telecomunicaciones:

La penetración de Internet en el Ecuador a septiembre de 2012 fue de 54.58% con 8'176.240 usuarios; en tanto que en el 2011 fue del 36.60 %, con 5'403.833 usuarios, lo que refleja un crecimiento de 17.98 %. Según la Internet World Stats, el Ecuador, al 30 de junio de 2012 tiene un 43.8 % de penetración de Internet con más de seis millones de usuarios.(MINTEL, 2012)

#### **1.1.1.2.2. Importancia**

La importancia de la conectividad en el Ecuador, está en que la funcionalidad prestada por el internet y sus navegadoras permite a los usuarios, una multitud de herramientas de investigación y desarrollo, ampliando de esta forma sus conocimientos y dotándole al profesional experimentado de recurso informáticos mediante la instalación de software aplicado, que configura el uso de dispositivos electrónicos, que convierten la información en transmisiones de audio y video al instante.( Gerente de Sh Constructions & Design).

La conectividad en el Ecuador es importante ya que a través de ella las personas usan sistemas de comunicaciones como por ejemplo: videoconferencia, realidad virtual, comercio electrónico, mensajería electrónica, servicio de transferencia de archivos, foros

---

<sup>3</sup> Envío de información publicitaria por correo a un gran número de personas de manera directa y personalizada.

de discusión, servicios de alojamiento de página web, Internet móvil, bibliotecas virtuales, llamadas internacionales, entre otros; que permite establecer contactos con otras personas o empresas y de esta forma ofrecer sus productos y servicios múltiples.

La conectividad de Internet, están relacionadas entre sí, la cual permite la incorporación progresiva de todo tipo de información y tecnologías disponibles, lo que permite que estudiantes de escuelas, colegios y universidades, al igual que empresas y profesionales, se valgan de estos recursos informáticos para crear proyectos, programas y todo tipo de investigaciones, que ayudarán a su desarrollo.

Es imprescindible para los sectores de la educación, salud, agricultura, entre otros, utilizar las TIC para la conectividad, ya que son herramientas que pueden ayudar a la promoción de la justicia social, la reducción de la pobreza, la reducción de los impactos negativos de la globalización, de la expansión de la nueva forma moderna, globalizada, desregulada y privatizada de capitalismo y de la sociedad en redes.

El uso de las blogs, redes sociales y las páginas personales son herramientas TIC, de uso común, en donde los usuarios, pueden promocionar sus negocios, establecer contactos con otras personas, armar debates en línea y compartir observaciones y sugerencias sobre temas políticos, económicos y sociales que ayudarán a que las sociedades se desarrollen constantemente.(Usbeck, 2013)

Por otro lado, la importancia radica en la defensa del interés propio. Si las comunidades, grupos y organizaciones de la sociedad civil ecuatoriana, tanto rurales como urbanas, no hacen parte de los procesos de políticas de conectividad, no tendrán voz sobre el desarrollo de sus propias condiciones y su propio futuro.

#### **1.1.1.2.3. Tipos de conectividad.**

La banda ancha y servicios móviles, son las bases de conectividad en el Ecuador, de donde se diversifican la tipología<sup>4</sup> de conectividad que desde el año 2000 ha tenido una evolución considerable, modificando y transformando casi todas las estructuras económicas, sociales y políticas del país, así como en el comportamiento y tendencias de las personas y hogares. (Aguilar, 2013)

Es así que se han conformado varias tipologías de conectividad en base a internet banda ancha y servicios móviles en el 2013, como son:

- Conectividad Dial-up.
- Conectividad por voz tradicional.
- Conectividad por datos móviles.
- Conectividad por banda ancha en hoteles y lugares de distracción y entretenimiento.
- Conectividad por teléfono móvil.

---

<sup>4</sup> es la ciencia que estudia los tipos o clases, la diferencia intuitiva y conceptual de las formas de modelo o de las formas básicas. La tipología se utiliza mucho en términos de estudios sistemáticos en diversos campos de estudio para definir diferentes categorías.

- Conectividad por banda ancha de hogares.

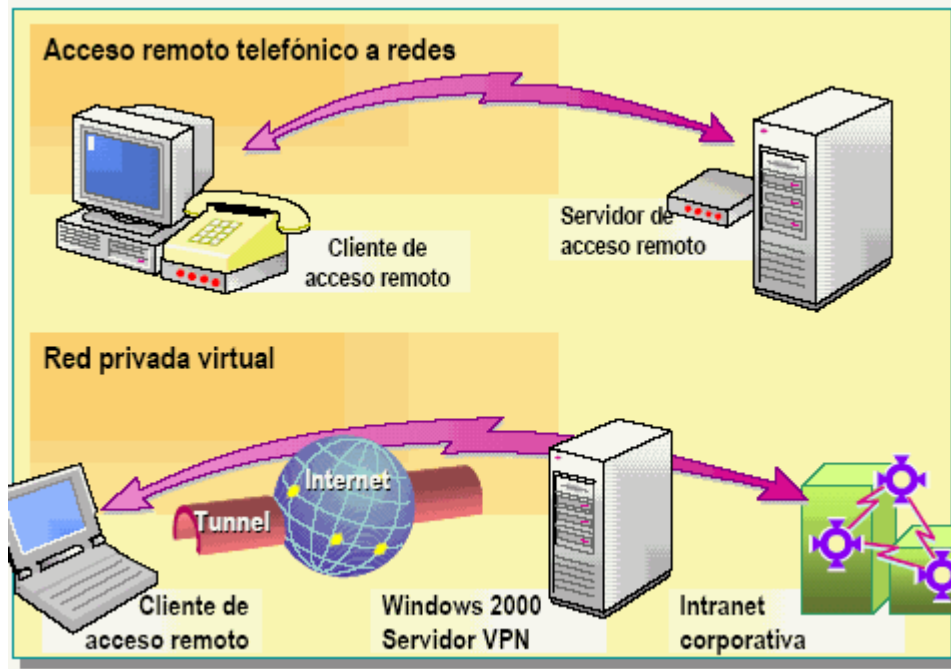


Figura 1.4. Acceso remoto a Internet

[<http://www.monografias.com/trabajos30/conceptos-redes/conceptos-redes.shtml>]

#### 1.1.1.2.4. Principales tecnologías.

Las principales tecnologías de conectividad en el Ecuador, son las siguientes:

- Bluetooth
- Wifi
- 3G
- Infrarrojo
- ZigBee

- X10
- 6LowPAN

**Bluetooth:** Utiliza la red inalámbrica WPAN<sup>5</sup>, la cual conecta dispositivos de bajo consumo con conexión inalámbrica de corto alcance, de hasta 10 mts. Su estructura consta de: un dispositivo de radio que modula la señal y de un controlador digital. Por medio del bluetooth se pueden conectar los siguientes dispositivos:

- Celulares.
- Computadoras.
- Impresoras inalámbricas.
- Auriculares inalámbricos.
- PDA.
- Control de juegos inalámbrico.

---

<sup>5</sup> Red Inalámbrica de Área Personal o Red de área personal o Personal area network es una red de computadoras para la comunicación entre distintos dispositivos cercanos al punto de acceso. Estas redes normalmente son de unos pocos metros y para uso personal.



Figura 1.5. Dispositivos inalámbricos con tecnología Bluetooth  
[<http://1.bp.blogspot.com/>]

**Wifi:** Utiliza la red inalámbrica WLAN, la misma que permite la conectividad inalámbrica entre varios dispositivos, dentro de un área de redes locales, como es la Internet. Esta tecnología elimina el uso de cables, permite el acceso a internet en cualquier lugar, disponibilidad para elegir varias señales abiertas o con seguridad.

Esta tecnología necesita tener un conector inalámbrico como es el router, modem o antena, con la limitación que su alcance no es extenso.

**3G:** Esta tecnología utiliza el estándar inalámbrico 3G, el cual permite el uso fácil y rápido de transferencia multimedia, conectividad en todo momento y en cualquier sitio a internet, a través del celular hasta 7 veces más rápido que la conexión 2G, ofreciendo al usuario estabilidad, velocidad y seguridad.

**Infrarrojo:** Permiten comunicación entre dos dispositivos visibles entre sí, usando ondas infrarrojas.

**ZigBee:** Es una tecnología inalámbrica desarrollada como un estándar mundial abierto para atender las necesidades únicas de bajo coste y baja potencia wireless dentro de las redes. El estándar ZigBee opera sobre el estándar IEEE 802.15.4, en cuyas especificaciones físicas de radio sin licencia están una operación con bandas de más de 2,4 GHz, 900 MHz y 868 MHz.

Las ventajas del protocolo ZigBee son las siguientes:

- Soporte para múltiples topologías de red, como punto a punto, punto a multipunto y redes en malla.
- Bajo ciclo de trabajo, ofreciendo una larga duración de la batería.
- Baja latencia.
- Espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS).
- Admite hasta 65.000 nodos por red.
- Utiliza un cifrado AES<sup>6</sup> de 128 bits para proteger las conexiones de datos.
- Previene colisiones y reinicios del sistema.

---

<sup>6</sup> es un esquema de cifrado por bloques adoptado como un estándar de cifrado por el gobierno de los Estados Unidos

**X10:** X10 es un protocolo abierto para la comunicación entre los dispositivos de automatización del hogar que utiliza principalmente el cableado de la red de señalización y control, donde las señales se superponen a la forma de onda de corriente sinusoidal.

X10 es un protocolo de comunicaciones, el cual funciona a través de las líneas de energía del hogar y con muy poco ancho de banda. Dispositivos X10 envían datos a velocidades de un comando por segundo, y los comandos son tan simples como decir "Dispositivo A1: enciende."

X10 es un estándar para redes de automatización del hogar. La tecnología detrás de X10 se ha desarrollado a lo largo de varias décadas y sigue siendo popular hoy en día a pesar de la competencia de otras normas.

**6LoWPAN:** La tecnología 6LoWPAN es un conjunto de normas que permiten el uso del protocolo IPv6 en bajo consumo, sobre redes inalámbricas de baja velocidad basadas en el estándar IEEE 802.15.4, permitiendo la transmisión de datos entre los nodos de una red inalámbrica y los dispositivos IP.

### **1.1.1.3. La conectividad en hogares digitales del Ecuador.**

#### **1.1.1.3.1. Antecedentes.**

En el Ecuador el concepto de hogar digital, no tiene antecedentes históricos significativos, ya que no se cuenta con información técnica sobre hogares digitales, que

hayan sido instalados por alguna constructora, empresa privada o profesional. Desde 1980 hasta el año 2000, el concepto de hogar digital, era desconocido en nuestro país, solamente existía una cantidad limitada de bibliografía. (Gerente de Sh Constructions & Design, 2013).

A partir del año 2000 hasta el 2010, se han dado los primeros pasos para dimensionar el concepto de hogar digital en las construcciones de Quito, Guayaquil, Cuenca y Ambato, pero sin mucho éxito, ya que solamente se han creado edificios con un alto grado de automatización pero que no cumplen los estándares tecnológicos para convertirse en edificios inteligentes o domotizados. (Usbeck, 2013).

Es así que el Ecuador en la actualidad no cuenta con un soporte tecnológico adecuado para implementar domótica y conectividad digital en masa en la infraestructura inmobiliaria en todos los sectores de la población. Además los altos costos de importación de estos equipos no es una garantía para el empresario ecuatoriano invertir en ellos, debido a que la demanda es poca, sin que exista un rendimiento provechoso.

En el año 2012, existen pocas empresas que importan este tipo de tecnologías para instalar hogares digitales en el Ecuador, como son: Cintelam, Ditelecom y Syvel Cía Ltda, siendo su competitividad indirecta, aquellos proveedores de productos sustitutos como son aquellos que el consumidor encuentra en internet, los cuales tienen copado gran parte del escaso mercado que existe para estos equipos, y es que en la red se pueden

encontrar una gran cantidad de equipos no muy costosos y fáciles de instalar, además, con estos equipos viene la filosofía del "Hágalo Usted Mismo", lo que permite al cliente prescindir de un técnico para su instalación.

En el 2013, las empresas que comercializan equipos y dispositivos para hogares digital con conectividad wireless es Intelmod, quienes a través de internet venden sus productos a constructoras y consumidores finales, pero con muy poco mercado. Otro caso, es la empresa Sh Constructions & Design1, que instala conectividad domótica con el estándar X10, en sus proyectos de viviendas unifamiliares en el Valle de los Chillos en Quito.

#### **1.1.1.3.2. Beneficios.**

Los beneficios de la conectividad en hogares digitales, en el sector de la construcción en el Ecuador, son muy diversos, entre los principales están los siguientes (Aguilar, 2013):

- Asegurar las comunicaciones en el interior de la vivienda y la comunicación al hogar de forma remota.
- Difusión de audio y vídeo en el interior de la vivienda.
- Sistemas de comunicación entre el hogar y el usuario cuando se encuentra ausente.
- Transmisión de alarmas activadas a centrales de alarmas, llamadas telefónicas, mensajes de alerta escritos, mensajes de voz, etc.



otros sistemas como el Lonworks<sup>7</sup> que no dan mucha versatilidad de instalación al usuario.

La desventaja es que en nuestro medio no se facilita el instalar redes de conectividad domótica en construcción nuevas de viviendas unifamiliares, solamente existe disponibilidad para instalar la red en viviendas ya existentes, con un sistema de cables que se adapta al cableado eléctrico normal de la vivienda.

Este es el caso, de la red X10 que utiliza cableado eléctrico, como medio de transmisión de datos, y otros como el ZIGBEE y 6LowPAN, que utiliza medios inalámbricos, que serían los únicos que se podrían ajustar al mercado de demanda en el Ecuador. (Aguilar, 2013). De esta forma se establecen las ventajas y desventajas entre estas tres tecnologías, en el siguiente cuadro resumen:

---

<sup>7</sup> fue creado por Echelon Corporation en 1988 ([www.echelon.com](http://www.echelon.com)). Es un protocolo líder en soluciones para sistemas inmóticos o de automatización de edificios, también conocido como BMS.

TECNOLOGIA DOMOTICA	USOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
X10	Control de hogares bajo un ancho de banda corto	Fácil Instalación.	Problemas con distancias de cableado.
		Utiliza cable de red Eléctrico.	Mayor consumo eléctrico.
		No presenta interferencias con las redes inalámbricas.	Problemas con las diferencias de fases.
			Ruidos en la línea.
ZIGBEE	Automatización del hogar, energía inteligente, automatización de edificios comerciales y de otras redes inalámbricas de baja velocidad de datos.	Bajo costo.	Para su instalación necesita de capacitación personal.
		Bajo consumo de energía inalámbrica.	Poca velocidad de transmisión de datos: 250 Kbps.
		Estructurada bajo el estándar IEEE 802.15.4 MAC.	Presenta interferencia con las redes inalámbricas.
		El tamaño del código típico de una pila con todas las funciones es 90KB	
6LoWPAN	Automatización del hogar, energía inteligente, automatización de edificios comerciales y de otras redes inalámbricas de baja velocidad de datos.	Bajo costo.	No es muy popular.
		Bajo consumo de energía.	No posee un segmento de mercado potencial.
		Puede utilizar 802.15.4 MAC más eficientemente.	No poseen las normas para controlar la interoperabilidad de los dispositivos de cada nodo sensor inalámbrico.
		Se pueden ejecutar en otras PHY, y permite una perfecta integración con otros sistemas basados en IP. 6LoWPAN.	
		Esto reduce la sobrecarga de paquetes y permite más espacio para los datos de carga útil.	
		Además, el tamaño del código típico de una pila con todas las funciones es de 30KB.	
		6LoWPAN tiene acceso a una enorme cantidad de infraestructura, con un gran grupo de desarrolladores que usan el protocolo TCP/IP.	

Tabla 1.1. Ventajas, Desventajas y Usos de las Tecnologías Domóticas en el Ecuador

En resumen existen más ventajas que desventajas, el de instalar domótica en hogares digitales, bajo la tecnología X10, que en la práctica se dimensiona en fácil instalación, no necesita cableado, no presenta problemas de interferencia de las redes inalámbricas.

#### **1.1.1.3.4. Limitaciones.**

Como limitaciones de la conectividad en hogares digitales en el Ecuador tenemos las siguientes:

- Altos costos para importar tecnología domótica.
- Altos precios de venta de equipos y tecnologías.
- Baja demanda de consumo de equipos para hogares digitales.
- Poca promoción a nivel local de las ventajas de automatización de hogares digitales.
- Alta competitividad de equipos de domótica a bajo costo por internet.
- Poca capacidad de compra de la población.
- No exista una cultura de seguridad tecnológica en viviendas para los nuevos constructores.
- Las constructoras de viviendas unifamiliares no implementan domótica antes de iniciarse los proyectos.

#### **1.1.2. Diagnóstico.**

La conectividad de hogares digital en el Ecuador, no tiene mucho mercado de demanda, siendo la necesidad de este tipo de tecnologías imprescindible para dar seguridad y confort a los hogares, principalmente cuando hoy en día el uso de redes inalámbricas como el wireless y GPS, están de moda, y que en el 80% de los casos estos sistemas han salvado vidas cuando han sido instalados en viviendas, en diferentes partes del mundo y muy pocas en el Ecuador.

Actualmente no existen edificios ni viviendas unifamiliares que se cataloguen como cien por ciento automatizados o digitalizados, es decir que posean características domóticas eficientes como para responder a indicadores de eficiencia, eficacia y calidad. El 1% del total de viviendas unifamiliares en todo el Ecuador posee un sistema domótico integrado completo, al igual que un 3% de edificios lo tiene, según encuestas realizadas por la Escuela Politécnica Nacional, en Agosto del 2011.

## **CAPITULO 2**

### **ANALISIS DE TECNOLOGIAS DE ACCESO A SERVICIOS DE VOZ, DATOS Y VIDEO.**

#### **2.1. INTRODUCCIÓN.**

Las tecnologías de acceso a servicios de voz, datos y video, permiten la conectividad entre los usuarios conmutados<sup>8</sup> con los ISP o proveedores locales de servicio de internet. Las tecnologías en la actualidad son plataformas alámbricas o inalámbricas que permiten desarrollar una gran cantidad de servicios al usuario ya sea en sus empresas, industrias, negocios, hogares y en casi todas las actividades de desarrollo social y económico de las personas.

Es de esta forma que las tecnologías de acceso a servicios de voz, datos y video, han servido para que los hogares se conviertan en entornos conmutados por equipos y dispositivos eléctricos y electrónicos, los cuales trabajan con tecnologías conmutadas como son La Red Pública Telefónica Conmutada (RPTC) y la Red Digital de servicios Integrados (RDSI), bajo el protocolo PPP (Protocolo Punto por Punto).

---

<sup>8</sup> Hace referencia al conmutador, conmutador es un aparato que interconecta dos o más segmentos de una misma red para el enlace de datos, funcionando como un puente.

Luego aparecen las tecnologías digitales como son las Frame Relay, Wimax, la fibra óptica y la DSL, que son utilizadas en muchos hogares, empresas, negocios, universidades, etc. En el caso de la tecnología Wimax utiliza la conexión inalámbrica para conectar al usuario con el ISP, a través de interfaces como STM1<sup>9</sup> y E3<sup>10</sup>.

Por último las tecnologías de redes como LAN, WLAN, WPAN, LTE, entre otras, han permitido que la conectividad alámbrica e inalámbrica para transmitir servicios de voz, datos y video, cumpla con los requisitos de calidad QoS, para beneficios de empresas, industrias, hogares, y una infinidad de usuarios.

Las tecnologías de acceso a servicio de voz, datos y video en hogares, hoy en día, se realizan de varias formas, entre ellas las más garantizadas son la Banda Ancha, Ultra banda Ancha, ya sea por cable o inalámbrica, en la que el acceso a internet es proporcionado por los ISP al usuario.

Las tecnologías de acceso alámbricas son realizadas con cableado conectado a la red LAN y las de acceso inalámbrico con tecnologías Wimax, Wifi, 3G, 4G, LTE, en donde es necesario que el usuario disponga de un puerto de red Ethernet y una tarjeta de red inalámbrica 802.11 a/b/g en su computador.

---

<sup>9</sup> Módulo de Transporte Síncrono (Synchronous Transport Module). Unidad de transmisión básica de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), correspondiente al primer nivel básico.

<sup>10</sup> Standard Europeo para transmisión digital a 34.368 Mbps (transporta 16 circuitos E1).

## 2.2. TECNOLOGIAS DE ACCESO A INTERNET.

**Definición:** “Son aquellas plataformas que permiten dar conectividad a los usuarios con los ISP” (Internet Service Provider)”. (Tomasi, 2003, p.50). Por tecnología estas pueden ser: alámbricas (Eléctricas u ópticas) o inalámbricas. Por tipo de usuarios: Conmutados o dedicados.

Las Tecnologías Conmutadas, son las primeras que ingresaron al mercado de las telecomunicaciones, cuya conectividad era de fácil instalación, siendo las principales: la Red Pública Telefónica Conmutada (RPTC) y la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), cuyo estándar fue el Protocolo punto por punto (PPP).

En su lugar, las Tecnologías Dedicadas, permiten la integración con el servidor en donde la comunicación es permanente sin cortes, utilizadas en un inicio por las empresas, para luego evolucionarse con la conquista del internet en el mundo de las comunicaciones globales y ser utilizadas en las viviendas y edificios multifamiliares, siendo las principales: Frame Relay, Wimax, HFC<sup>11</sup> (Híbrido Fibra Óptica Coaxial) y DSL.

Las tecnologías de acceso a internet utilizan alta velocidad en banda ancha, como son cable, teléfono tipo DSL<sup>12</sup>, y la conexión inalámbrica. En estas tecnologías, el modelo se

---

<sup>11</sup> Define una red que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de banda ancha.

<sup>12</sup> Línea de abonado digital y abarca todas las tecnologías instaladas para el transporte digital de información a través de una única conexión de línea telefónica.

modifica para comunicaciones de dos vías en donde las señales de flujo en ambas direcciones se encuentran entre el origen y destino de un canal de comunicación.

En estas tecnologías, el destino es también una fuente, la fuente es también un destino y el transmisor y el receptor se sustituyen por transeptores o por combinaciones transmisor/receptor. La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), es la encargada de regular las comunicaciones interestatales e internacionales de por radio, televisión, cable, satélite y cable. La reglamentación se cumple para las nuevas tecnologías de acceso a Internet como cable modem, DSL, fijas y móviles, y el satélite.

### **2.2.1. Análisis de Tecnologías de Conectividad.**

Tomasi (2003, p.58), explica que “la Conectividad a Internet en un hogar digital debe cumplir con ciertos requerimientos de tecnologías de la información y comunicación TIC”, como son los siguientes:

- Uso de tecnología inalámbrica o alámbrica.
- Velocidad de enlace mínima de 512 kbps / 128 kbps.
- Costo asequible.

#### **2.2.1.1. Tecnología Alámbrica o Cable.**

La tecnología alámbrica consiste en internet por cable, la cual se instala mediante el cableado de red que interconecta la red de distribución eléctrica local y el computador en

la casa con un puerto de conexión de red Ethernet. Esta tecnología por cable, permite que la conectividad a internet se realice con una velocidad de transmisión de 10 Mbps, 100 Mbps y hasta 1 Gbps, mayores que las que ofrece la tecnología inalámbrica. (Dvorak, 1992)

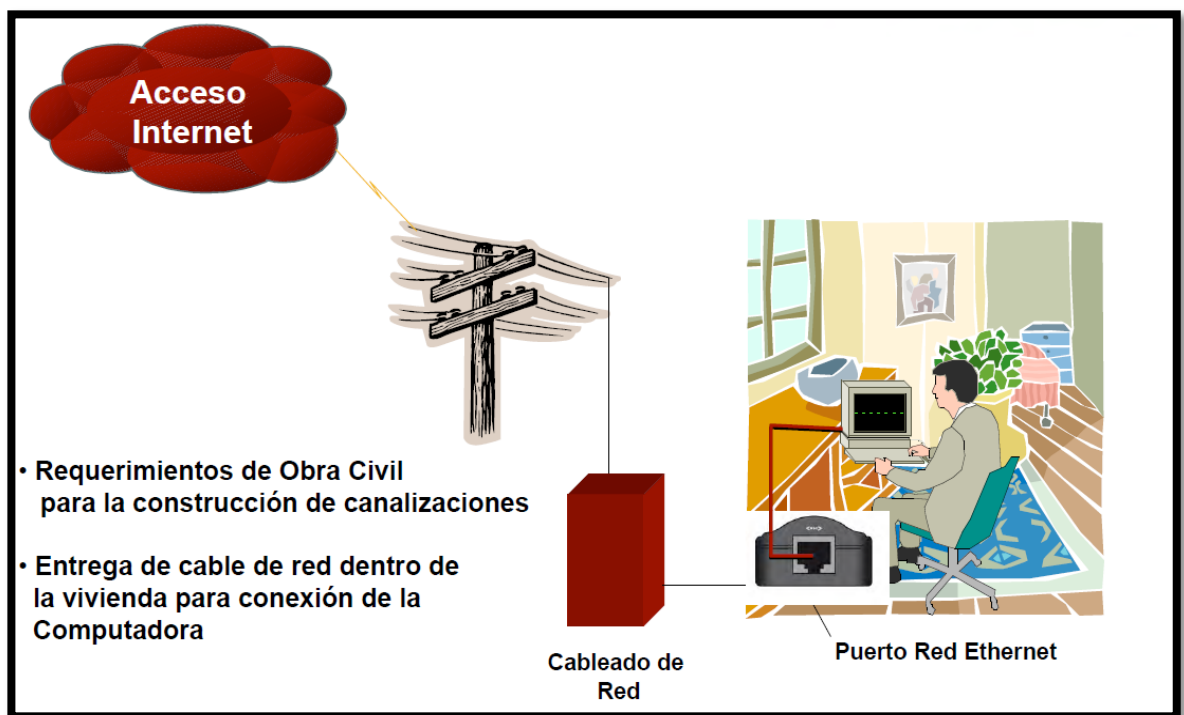


Figura 2.1. Tecnología alámbrica de conectividad a Internet  
Fuente: Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores Infonavit, España, 2009, p.6

#### 2.2.1.2. Tecnología inalámbrica WIFI o Wireless LAN (WLAN).

La tecnología inalámbrica es la más utilizada actualmente en hogares digitales, puesto que utiliza el estándar 802.11 (b/g/n), conocido como WIFI o Wireless LAN. En hogares digitales la tecnología WIFI y la tecnología por cable o alámbrica se fusionan es decir

trabajan como una Red Híbrida para que el usuario se pueda desplazar con facilidad dentro de la casa.

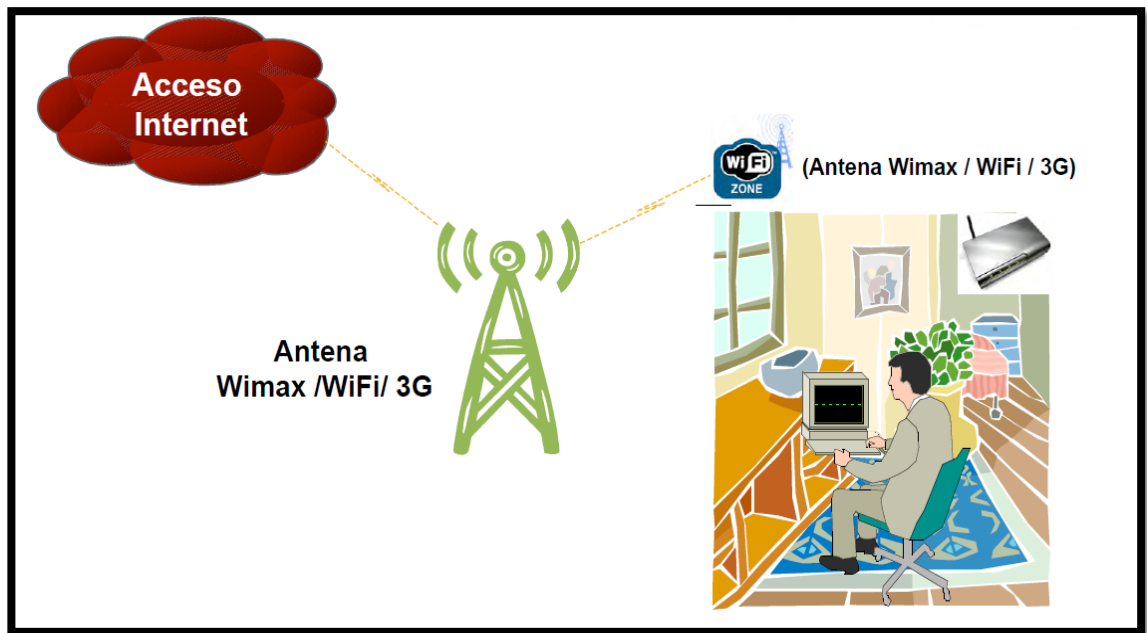


Figura 2.2. Tecnologías inalámbricas de acceso a Internet  
Fuente: Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores Infonavit, España, 2009, p.7

La tecnología WIFI en hogares digitales, cubre velocidades de 54 Mbps, la cual trabaja bajo el estándar IEEE 802.11 (b/g/n), con distancias de hasta 18 metros, cuyas características responden a ciertos factores de análisis (Herrera, 2003):

FACTORES DE ANALISIS	CARACTERISTICAS
TECNOLOGÍA	Velocidad de transmisión: 54 Mbps.
	Distancia: 18 m.
	Banda: 5 Ghz.
	Tecnología: OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing).
	Itinerancia ilimitada.
	Capacidad de encriptación.
	Gestión por SNMP (Protocolo Sencillo de Gestión de Red).
TIPO DE CLIENTES	Residencias.
	PYMES.
	Todo tipo de zonas horizontales.
TOPOLOGÍA DE CONECTIVIDAD	Híbrida (alámbrica/inalámbrica).
ESTANDARES	Compatible con el estándar IEEE 802.11 (b/g/n)
PRECIOS	Los precios son asequibles al público.

Tabla 2.1. Características de la tecnología WIFI  
Elaborado por: Marco Proaño Garay

La topología de conectividad híbrida permite que en la casa o residencia, el usuario no pierda recepción de internet, y para este caso el computador central deberá poseer una tarjeta de red inalámbrica 802.11 (b/g/n).

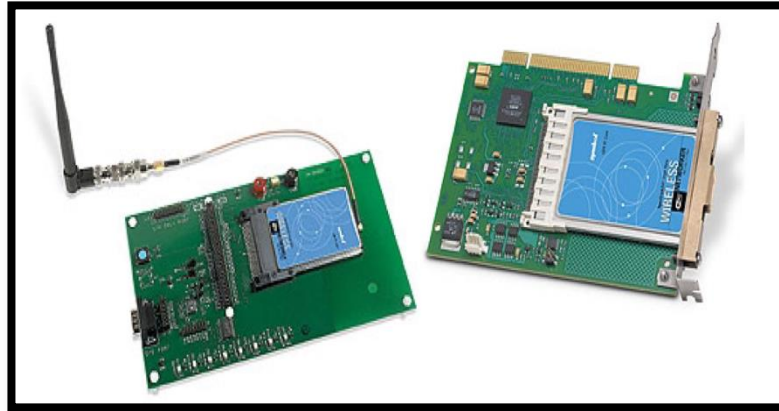


Figura 2.3. Tarjeta de red inalámbrica 802.11 (b/g/n)  
[<http://www.pchmayoreo.com/index.php/redes/tarjetas-inalambricas/tarjeta-de-red-inalambrica-pci-tp-link-tl-wn751nd-n150-con-1-antena-2d.html>]

### **Internet Banda Ancha.**

En hogares digitales, la tecnología Wireless con estándar IEEE 802.11 (b/g/n), trabaja con internet banda ancha, la misma que utiliza una tecnología de Espectro Ensanchado (SST), que asegura los sistemas de comunicación de sus dispositivos desde el interior al exterior de la casa o viceversa.(Huidrobo, 2006).

La señal es de mayor amplitud y más fácil de detectar por el receptor wireless instalado en la casa. El Internet de Banda Ancha deberá contar con una velocidad de 1 Mbps permanente.



Figura 2.4. Velocidad de bajada y subida de internet banda ancha.  
[<http://blog.ono.es/2010/02/ono-optimiza-su-oferta-de-12-megas-al-duplicar-su-velocidad-de-subida/>]

## **Análisis de Fortalezas y Debilidades.**

### **Fortalezas.**

Las fortalezas de la tecnología WIFI para la conectividad a internet en un hogar digital son las siguientes:

- El WIFI permite a los usuarios acceder la información desde cualquier sitio de la casa.
- El WIFI permite una fácil instalación o una rápida ampliación en una casa.
- Permite que exista conectividad en sitios de difícil tránsito como son bodegas, sótanos, etc.
- La inversión inicial para instalar la red inalámbrica es de alto costo.

- El WIFI permite la escalabilidad es decir que exista una red hibrida compuesta de conectividad alambica e inalámbrica complementándose entre sí.

### **Debilidades.**

- Costos altos de inversión inicial y mantenimiento.
- Distancia máxima de conexión al interior de la casa 30 metros.
- Necesidad de instalar varios routers o tarjetas de red inalámbricas en la casa para no perder la conexión.
- La velocidad máxima de transmisión para WLAN actualmente es de 11 Mbps, mientras que en las redes cableadas la velocidad de transmisión puede llegar hasta 100 Mbps.

### **2.2.1.3. Calidad de Servicio QoS.**

La calidad de servicio de red QoS, según las normas ITU E 800 y la IETF RFC:2386, son aquellos parámetros por los cuales un usuario mide la calidad de servicio de red prestado por un ISP, dentro de un área local ya sea con conectividad de internet alámbrica o inalámbrica. (Sotomayor, 2009). Los requerimientos básicos para medir la calidad de servicio QoS en una red doméstica de internet son los siguientes:

- Ancho de Banda: Indica el ancho de banda mínimo que el operador garantiza al usuario dentro de su red.
- Pérdida de paquetes.

- Retardo: El retardo de ida y vuelta medio de los paquetes.
- Jitter: La fluctuación que se puede producir en el retardo de ida y vuelta medio.

La calidad de servicio QoS en la transmisión de voz, datos y video en un hogar digital, debe cumplir con los siguientes parámetros o requerimientos para aplicaciones en tiempo real con conectividad inalámbrica:

PARAMETROS PARA MEDIR LA CALIDAD DE SERVICIO DE RED QoS PARA VOZ, DATOS Y VIDEO EN UN HOGAR DIGITAL				
SERVICIO	ANCHO DE BANDA	RETARDO	JITTER	PERDIDA DE PAQUETES
VOZ	4 - 64Kbps	< 150 ms, preferido < 200 ms, limite	< 20 ms	< 1%
VIDEO	32 - 384Kbps	< 100 ms, poca eficiencia < 150 ms, preferido < 200 ms, limite	< 20 ms	< 1%
DATOS	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 2.2. Parámetros para medir la calidad de servicio de red QoS para voz, datos y video en un hogar digital. [[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2011000100010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2011000100010&script=sci_arttext)]

## 2.2.2 Análisis de acceso a internet con Red Telefónica.

### 2.2.2.1. Tecnologías XDSL y ADSL.

Madron (1993, p.77), sostiene que “la Red telefónica Digital (ADSL), es el tipo de conexión a internet que satisface en mayor parte las necesidades y requerimientos de un hogar digital.”

Las tecnologías de comunicación XDSL y ADSL, son utilizadas para transmitir información multimedia a mayor velocidad que un modem, utilizando únicamente las líneas telefónicas convencionales. (Dussaubat, 2008). Esta tecnología utiliza como equipo de transmisión el par trenzado de hilos de cobre, para transmitir datos a gran velocidad. Sus características son:

FACTORES DE ANALISIS	CARACTERISTICAS
ENVIO Y RECEPCIÓN DE DATOS	Sistema Multiplexado de tres canales.
	Uso de un splitter para conexión de servicio de teléfono básico y servicio XDSL.
	Frecuencia de modem de 56 K:4 KHz-2.2 MHz.
	Velocidad de descarga: 1.5 Mbps en distancias de 5 a 6 Km.
	Velocidad de descarga: 9 Mbps en distancias de 3 Km.
ADSL VENTAJAS	Velocidad de subida: 16 a 640 Kbits/s.
	Se puede navegar y hablar por teléfono al mismo tiempo.
	Utiliza la red telefónica básica como única infraestructura.
	La arquitectura de red es conmutada con conexión punto a punto PPP, evitando la conexión a internet por marcado.
	Ancho de banda para cada usuario.
TIPO DE ADSL	Velocidad de conexión con mucha rapidez.
	Existen redes digitales de tipos: ADSL básico, ADSL2 y ADSL2+, que alcanzan velocidades de hasta 24 mbps / 1,2 Mbps de bajada y subida de datos.

Tabla 2.3. Características Técnicas de la red ADSL.

### Fortalezas y Debilidades ADSL y XDSL.

#### Fortalezas:

- La ventaja principal de la conexión a internet utilizando las tecnologías ADSL y XDSL, es que no requiere instalación alguna, que únicamente la del teléfono convencional del hogar.

- Llega a velocidades de descarga hasta 9 Mbps en distancias cortas de 3 Km, con velocidades de subida o carga hasta de 640 Kbit/s.
- Se puede navegar y hablar por teléfono al mismo tiempo.

**Debilidades:**

- Al aumentar la tasa de transferencia se produce distorsión en los cables de telefonía.
- Altos consumos de energía por parte de los proveedores de servicios.
- Baja frecuencia que no permite generar velocidades mayores a 9 Mbps.
- No posee corrección de errores.
- Los proveedores no pueden supervisar la conexión en tiempo real.

**2.2.2.2.Topología.**

El acceso a internet con conectividad telefónica ADSL, en un hogar digital permitirá alcanzar una velocidad de hasta 24 Mbps, dependiendo del tipo de ADSL (ADSL2 o ADSL2+), utilizando un protocolo PPP, que permitirá que la conmutación de datos a través de la red internet se realice utilizando el sistema multiplexado de 3 canales, con la ventaja de que cada usuario de internet en la casa trabaje con el mismo ancho de banda evitando que la red se congestione o reduzca su velocidad de descarga o subida de información.

La arquitectura de red telefónica ADSL o topología de red tanto para el servidor IP y de red telefónica (Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT), como para el usuario del hogar digital, estará conformada por los siguientes equipos y redes:

### **REDES:**

- Red ADSL (Soporta teléfono + internet al mismo tiempo)
- Red RTPC (telefonía convencional)
- LAN

### **EQUIPOS:**

#### **CNT**

- Router
- Splitter
- Conmutador

### **HOGAR DIDIGITAL:**

- Router
- Splitter
- PC /Laptop
- Teléfono convencional

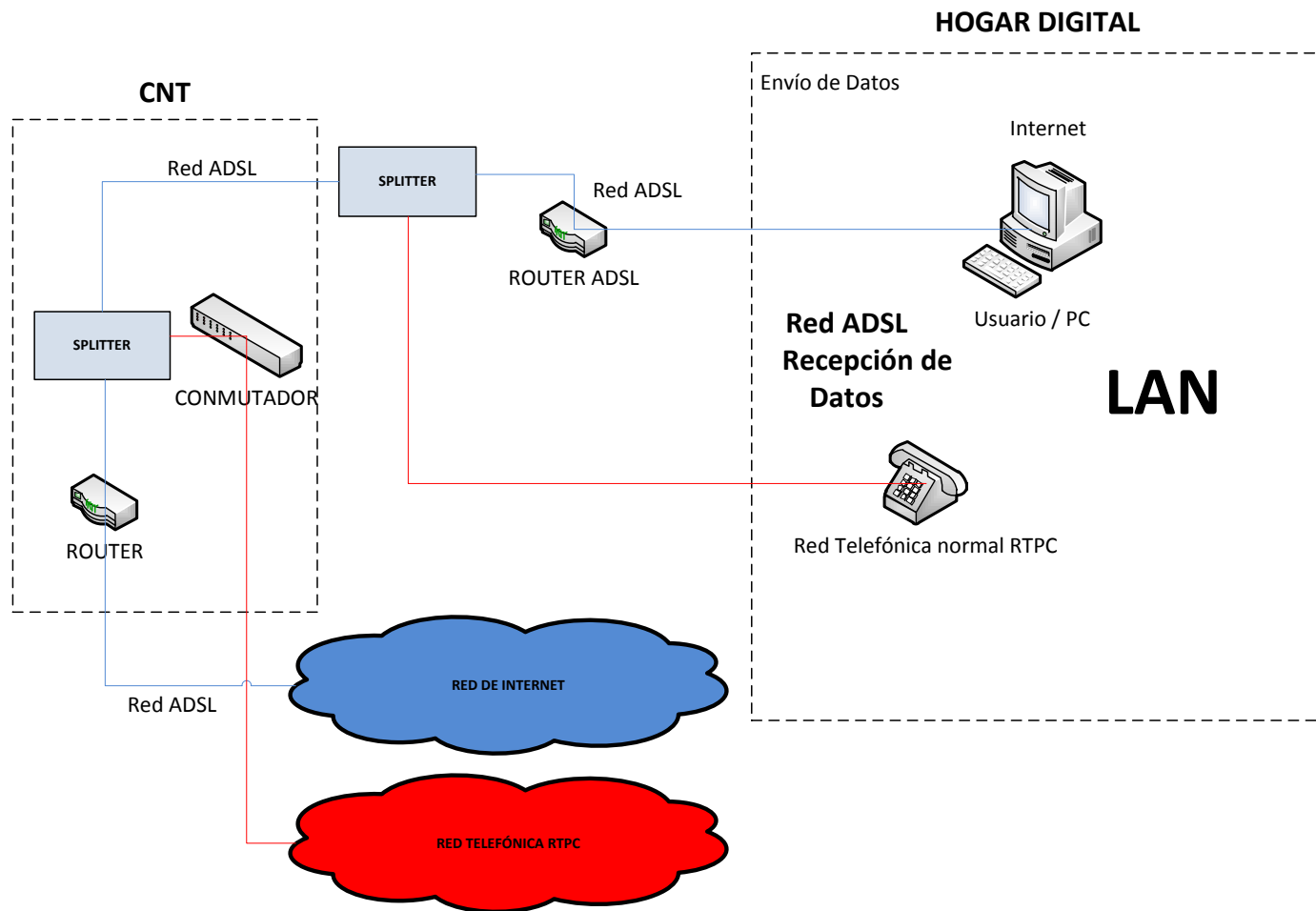


Figura 2.5: Red Telefónica ADSL.

**Análisis:**

El proveedor de red telefónica e internet en esta topología es CNT como ejemplo, el cual distribuye la red ADSL para la conectividad a internet desde la central hasta el domicilio del usuario en el hogar digital. Lo mismo CNT distribuye la red telefónica RTPC desde la central al hogar digital.

Para la conectividad a internet y al teléfono al mismo tiempo CNT, utiliza un router de gran potencia y un splitter<sup>13</sup> el cual encarga de separar la red telefónica (RPC) de las señales moduladas de la conexión a internet mediante ADSL, La red telefónica RPC es codificada y retransmitida a la señal de CNT a través de un conmutador central ubicado en la propia planta de trabajo, esta señal ya codificada es modulada con el splitter de CNT y la integra a la red ADSL que alimentará a la red ADSL en el hogar digital.

La red de internet es retransmitida en CNT utilizando un router de gran potencia y capacidad de datos, el mismo que modula los datos e información, luego ingresa al splitter de CNT que al igual que con la red telefónica RPC converge la información de datos de la nube de internet y la integra a la red ADSL, que alimentara a la red ADSL del hogar digital en entorno LAN.

En el hogar digital la red ADSL para la señal telefónica RPC y la señal de internet del proveedor IP CNT, alimentar a un splitter que al igual que en CNT se encarga de separar

---

<sup>13</sup> Realiza la función de separar las señales de voz y datos, de tal forma que no interfieran entre sí.

la red telefónica (RPC) de las señales moduladas de la conexión a internet mediante, de tal forma que con un mismo ancho de banda y conexión telefónica, el usuario puede hablar por teléfono y navegar por internet al mismo tiempo y con un ancho de banda igual.

### **2.2.3. Análisis de acceso a internet con Tecnologías de Posicionamiento Global - GPS y celulares.**

El acceso a internet utilizando el GPS y celulares, permite que se desarrollen varios proyectos middleware<sup>14</sup> para hogares digitales estructurados con conectividad inalámbrica (Wireless LAN), en donde se procese y almacene información en tiempo real, como es la investigación de la predicción de destinos espaciales utilizando dispositivos GPS y el análisis y evaluación de rutas y sitios frecuentemente visitados por el dueño de casa, de forma que se genere una base de datos histórica sobre eventos realizados, para luego poder realizar un caculo de probabilidades sobre estos datos.

Esta idea nació en el año 2004, con la investigación para aplicar predicciones de destino espaciales en ambientes internos como el de un hogar, oficina, empresa, etc, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus usuarios. Esta investigación lanzo el proyecto Domo web en ese mismo año que integraba Domótica con tecnologías bluetooth, X10 a proyecciones futuras de espacios tele asistenciales.

---

<sup>14</sup> Es un software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, software, redes, hardware y/o sistemas operativos.

Para poder facilitar este proyecto se crea un protocolo que permita la integración de los dispositivos domóticos con estructuras tele asistenciales basadas en GPS; este protocolo es el OSGi<sup>15</sup>. Este proyecto domótico con GPS permitirá que cuando el usuario este fuera de la casa y pase por un supermercado, la casa le comunique la lista de la compra a través de un celular con suficiente antelación como para poder ingresar al supermercado a tiempo.

#### **2.2.3.1. Acceso a Internet con GPS.**

La infraestructura GPS utiliza un ancho de banda de internet superior al necesario para transmitir información, con el propósito de obtener precisiones altas en el tiempo real requerido para la navegación; amortiguar la cantidad de interferencia que son producidas actualmente y con esto asegurar que la conexión receptor (Usuario en tierra) y transmisor (satélite) pueda ser la más estable posible.

El sistema GPS obtiene la información a través de la modulación de frecuencias L1 y L2 las cuales contienen estos dos códigos y un mensaje codificado. Cada frecuencia es un múltiplo de la frecuencia  $f_0=10.23$  MHz, con la cual trabaja el satélite.

La conectividad del GPS, se realiza fundamentalmente a través de celulares y el computador con internet banda ancha, lo que permite al usuario la instalación de software específico para aplicaciones GPS como son los siguientes:

---

<sup>15</sup> Su objetivo es definir las especificaciones abiertas de software que permita diseñar plataformas compatibles que puedan proporcionar múltiples servicios. Fue pensado principalmente para su aplicación en redes domésticas y por ende en la llamada Domótica o informatización del hogar.

- G7twin.
- Oziexplorer.
- CompeGPS.

**G7twin:** Es un software gratuito que funciona bajo Windows, con la ayuda de receptores Garmin y Lowrance/Eagle, el cual permite transferir y editar datos del navegador.

**Oziexplorer:** Este software funciona bajo Windows, y es uno de los más completos, ya que sirve para evaluar las posibilidades de la aplicación.

**CompeGPS:** Este programa, al igual que Oziexplorer, presenta en su sitio web una versión gratuita, con funciones limitadas, pero esto no impide que se puedan realizar una evaluación completa del mismo.

Los tipos de conectividad utilizando GPS a través de celulares y otros dispositivos se realiza empleando distintos tipos de sistemas para aplicaciones variadas como es el Global System Device (GSD).

#### **2.2.3.2. Sistema GSD.**

Dvorak (1992, p.89), define al sistema GSD como “aquel que sirve para controlar dispositivos lógicos a través de internet, que se unifica a partir de un protocolo propio

que permite de forma segura que usuarios con permisos accedan a los recursos”, así mismo es un sistema centralizado de información procedente de los dispositivos.

### **Aplicaciones:**

Este sistema permite trabajar con muchos tipos de dispositivos, físicos, virtuales, en combinación con PC, Servidores, PDA, Portátiles. Como dispositivo virtual utiliza un software lógico aplicado a ordenadores PDA, portátiles, PCs los cuales trabajan en Windows XP, Vista, Windows 7 y 8, además del Linux.

Como dispositivo físico utiliza un software lógico aplicado a equipos con sistema operativo propio. Los usos del sistema GSD son los siguientes:

- Domótica de edificios y casas.
- Policía.
- Bomberos.
- Telemetría.
- Sistemas de Seguridad.
- Pantallas electrónicas.

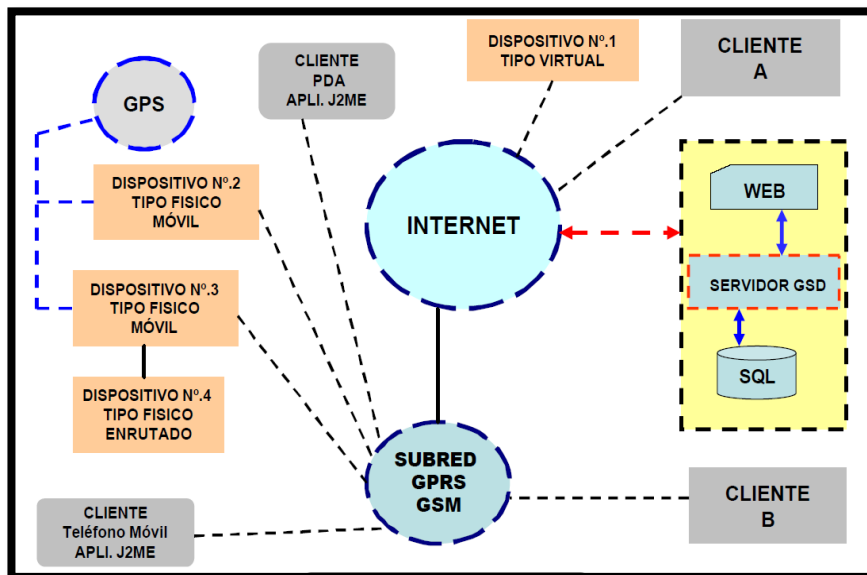


Figura 2.6. Sistema **Global System Device (GSD)**, para sistemas operativos **autónomos (Empresas de seguridad, policía, domótica de casas, etc)**  
 [http://hosted.comm100.com/KnowledgeBase/Article.aspx?id=886&siteId=43532]

Los módulos de funcionamiento del Sistema GSD en la transmisión de información a través de dispositivos físicos y virtuales son los siguientes:

- Modulo Dispositivo a Servidor.
- Modulo Servidor a dispositivo.
- Módulo Cliente a Servidor.
- Modulo Acciones del Cliente.

**Modulo Dispositivo a Servidor:**

En esta parte del funcionamiento del sistema GSD el dispositivo físico o virtual valida la contraseña y número dispositivo para uso del servidor, y dentro de este trabajo está él envió de datos a una SQL, envió de eventos y ficheros.

#### **Modulo Servidor a dispositivo:**

En esta fase del funcionamiento del Sistema GSD el servidor del sistema envía comandos y órdenes a los dispositivos físicos o virtuales, realiza la descarga de archivos.

#### **Modulo Cliente a Servidor:**

Este módulo es el más importante dentro del funcionamiento del sistema GSD, ya que permite que el cliente se comunique de forma directa con el servidor validando su información y enviando recursos activos en base a sus permisos.

#### **Acciones del Cliente:**

Como acciones del cliente tenemos que se pueden hacer el envío y recepción de datos así como el de eventos y transmisión de mensajes inmediatos con otros clientes. También dentro de estas acciones el cliente puede enviar ficheros a otros clientes o enviar ficheros del servidor, siendo la opción de administrador o usuario las de poder configurar el servidor, crear nuevas cuentas de usuario y dar de alta a nuevos dispositivos.

El control directo sobre dispositivos lo hace el cliente así como su programación y configuración.

### **2.2.3.3. Acceso con Tecnologías para telefonía celular**

La conectividad a través de celulares posee varias tecnologías para acceder a internet como son:

- GSM
- GPRS
- 3G
- LTE

#### **Tecnología GSM.**

La tecnología GSM, es el primer sistema estándar de comunicación para celulares, utiliza ondas de radio con una frecuencia que al principio fue de 9000 MHz, ampliando después a 1800 MHz, con un ancho de banda de 9,6 kbps. GSM establece conexiones por circuito; es decir, cuando se quiere establecer una comunicación se reserva la línea (y, por tanto, parte del ancho de banda de que dispone la operadora para realizar las comunicaciones), y ésta permanece ocupada hasta que la comunicación se da por finalizada.

#### **Tecnología GPRS.**

La tecnología GPRS está orientada al tráfico de datos, y es más eficiente que el GSM, facilitando la facturación, en base al tráfico de datos de entrada y salida, y no por el tiempo de conexión a internet.

### **Tecnología 3G.**

Esta tecnología permite velocidades de transferencia mucho mayores que GSM y GPRS, llegando hasta los 2 Mbps, permitiendo así el uso de variadas aplicaciones, que gracias a la HSDPA<sup>16</sup> llega alcanzar velocidades de hasta 14 Mbps de velocidad de transferencia.

### **Tecnología LTE.**

La tecnología LTE o Long Term Evolution (LTE) es una tecnología de plataforma de radio que permitirá a los operadores lograr rendimientos máximos incluso mayores que la tecnología HSPA + en el ancho de banda de espectro superior. LTE es parte del camino evolutivo del GSM de banda ancha móvil, a raíz de EDGE , UMTS , HSPA ( HSDPA y HSUPA combinados) y HSPA Evolution ( HSPA + ).

El objetivo general de la tecnología LTE es proporcionar un acceso por radio extremadamente de alto rendimiento ofreciendo movilidad en altas velocidades, la cual puede coexistir con HSPA y redes anteriores. Debido a su ancho de banda escalable, los operadores serán capaces de migrar fácilmente sus redes y usuarios de HSPA a LTE a través del tiempo.

LTE asume un Protocolo de Internet (IP) para la arquitectura de red completa y está diseñada para soportar servicios de voz en el dominio de paquetes. Incorpora técnicas de la gama radio-top, para alcanzar los niveles de rendimiento más allá de lo que van a

---

<sup>16</sup> Es la evolución de la tercera generación (3G) de tecnología móvil, llamada 3.5G, y se considera el paso previo antes de la cuarta generación (4G), la futura integración de redes.

necesitar en la práctica basados en CDMA, sobre todo en los anchos de banda de canal de mayor tamaño. Sin embargo, de la misma manera que 3G coexiste con los sistemas de segunda generación (2G) en redes integradas, los sistemas de LTE coexisten con los sistemas 3G y 2G. Los dispositivos multimodo funcionarán a través de LTE/3G o incluso LTE/3G/2G, dependiendo de las circunstancias del mercado.

La tecnología LTE posee las siguientes características y velocidades de transmisión:

FACTORES DE ANALISIS	TIPOS DE FIBRA OPTICA	CARACTERISTICAS
VELOCIDAD DE TRANSMISION EN VOZ, DATOS Y VIDEO	LTE Básico.	Velocidad de transmisión: 100 Mb/s y 1 Gb/s.
	LTE (instalando conectividad MIMO:2 x 2 , 2 antenas en el receptor y 2 antenas en el transmisor.	Velocidad de transmisión: 150 Mb/s de bajada y 75 Mb/s en subida.
DISTANCIAS DE TRANSMISION EN VOZ, DATOS Y VIDEO	LTE Básico.	15 Km
	LTE (instalando conectividad MIMO:2 x 2 , 2 antenas en el receptor y 2 antenas en el transmisor.	100 Km
ANCHO DE BANDA	LTE Básico.	20 MHz
	LTE (instalando conectividad MIMO:2 x 2 , 2 antenas en el receptor y 2 antenas en el transmisor).	20 MHz

Tabla 2.4. Características Técnicas y velocidades de la red LTE (Long Term Evolution).

#### 2.2.3.4. Topología GPS.

La topología GPS se basa en un protocolo OSGi1 que permitirá el enlace de la información de dispositivos domóticos instalados en el hogar con estructuras tele asistenciales basadas en GPS. Este protocolo deberá ser configurado en el celular, en el computador y en los equipos domóticos en el hogar.

La velocidad de transmisión de datos dependerá de la ultra banda ancha y red LTE configurada en el hogar que puede llegar hasta los 100 Mb de amplitud de banda. La arquitectura de red GPS trabaja con la red WLAN en el hogar cuyos equipos son los siguientes:

### **GPS.**

Satélite orbital.

### **HOGAR DIGITAL.**

#### **REDES:**

- Red LAN.
- Red WLAN.
- Red LTE.

**SERVIDOR IP: CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CNT)<sup>17</sup>**

**PROTOCOLO: OSGi1**

#### **EQUIPOS:**

- Router inalámbrico.
- Switch inalámbrico.

---

<sup>17</sup> CNT, para el año 2014, es la única empresa que tiene el espectro radioeléctrico específico para la tecnología LTE en el Ecuador

- Modem LTE.
- Celular LTE con GPS.
- PC con GPS.

**SOFTWARE:**

**Software GPS Domótico.**

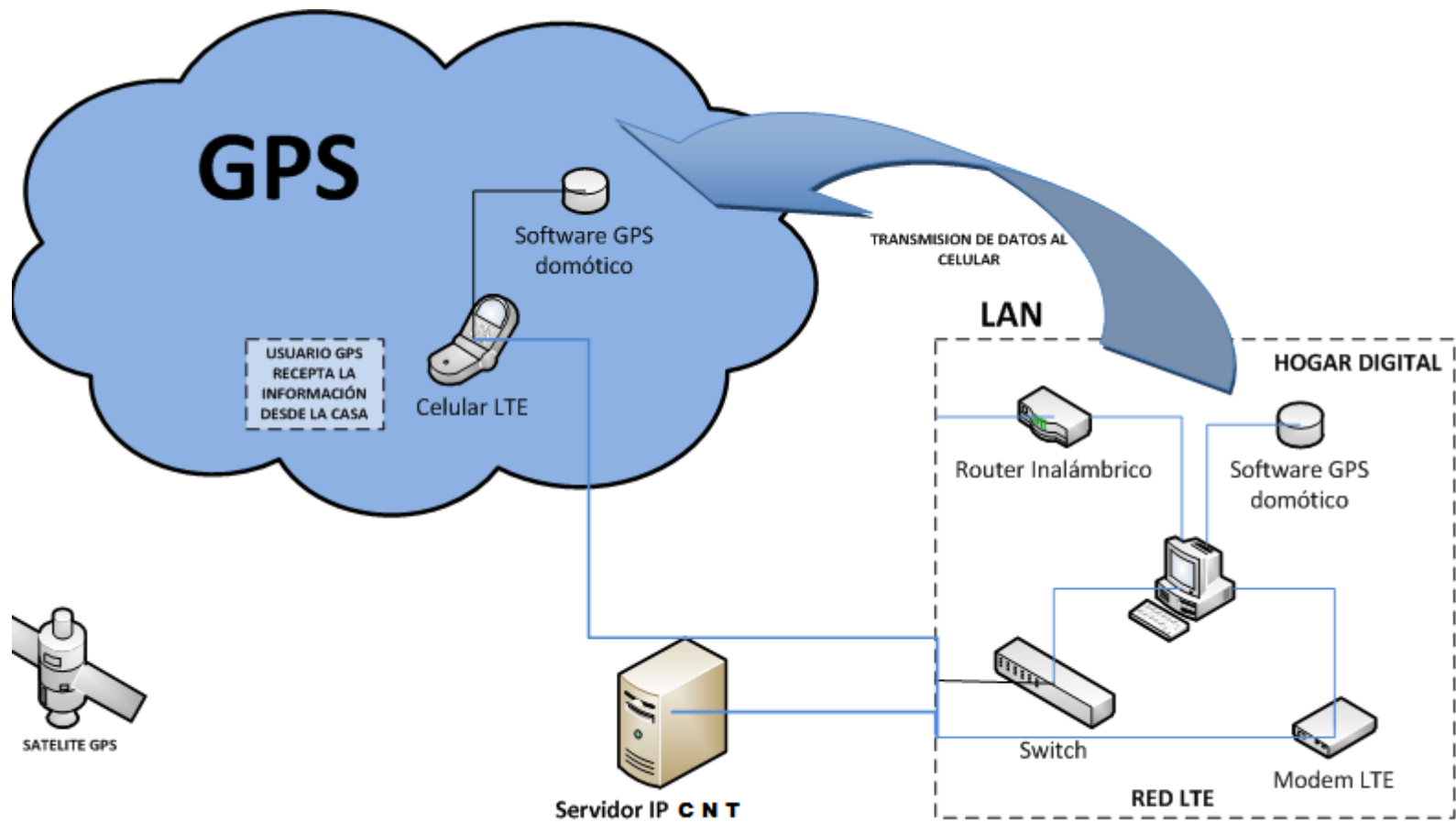


Figura 2.7: Sistema de Posicionamiento Global

**Análisis:**

La tecnología de acceso a internet utilizando GPS y celulares utiliza una topología de red para el hogar domótico o digital y un software GPS domótico que trabaja con la red satelital que orbita el globo terrestre. La red LAN de la casa es alimentada por el servidor ISP CNT, el cual también provee al servidor o PC de un modem LTE 4G, que comunica la casa con el GPS del celular en cualquier lugar del mundo.

La red LAN suministra información y datos al Router inalámbrico, Switch y Computador del hogar en el cual se trabaja mediante conexiones inalámbricas. En el computador se instala el software GPS domótico mediante el cual se reciben todos los eventos codificados desde los equipos y sensores colocados en cada sitio de la casa, así como en los electrodomésticos.

Las señales emitidas de estos dispositivos se transfieren de forma inalámbrica a través del switch y de este al router y al computador PC, el cual codifica los datos en video y texto desde cámaras IP o webcam, y el IP retransmite estas imágenes, eventos o texto a través del software GPS hacia el celular LTE a través de un modem LTE que provee CNT.

La información del PC llega al celular a través de la conectividad LTE inalámbrica, y el usuario puede informarse de los eventos que suceden en la casa desde cualquier parte del mundo tomando medidas de control y supervisión para mitigar los riesgos.

**2.2.4. Aplicaciones que utilizan Redes Celulares.**

Conectividad en Sistema de Video vigilancia.

Los celulares permiten la conectividad con dispositivos de un sistema de video vigilancia para una casa u oficina como es el dispositivo de video vigilancia centralizado AM50, que permite conectarse con el celular, una Palm o una Computadora.(Hidalgo, 2006).

La conectividad entre el dispositivo AM50 y los celulares se lo realiza a través de la red GSM-SMS y GPRS del celular, lo que le da mayor afluencia de la información, siempre y cuando en el celular este instalado un software especial como es el Java.(Tanenbaum, 2003).

De esta forma el celular permita la recepción de voz, datos y videos desde una casa u oficina a través de un dispositivo tecnológico que es parte de un sistema de video vigilancia, con lo cual el usuario desde su celular puede controlar todos aquellos eventos y situaciones que suceden en una casa como son:

- Controlar el Gas.
- Controlar Incendios.
- Controlar el Humo.
- Controlar inundaciones.
- Controlar robos.
- Controlar Luz, ventanas, Cocina y Alarma.

Los celulares permiten a más del sistema de video vigilancia la conectividad con otros sistemas para aplicaciones diferentes como son:

- Industriales.
- Telemetría.
- Flotas.
- Domótica con exigencias extremas.
- Video.
- IP.
- Enrutamientos.
- Mantenimiento.
- Seguridad.
- Ascensores.

### **2.2.5. Aplicaciones que utilizan Dispositivos de Video.**

#### **Conectividad con Webcam.**

La conectividad con Webcams, posee varias aplicaciones en hogares digitales como es la telemetría<sup>18</sup>, que es un sistema de video vigilancia que utiliza este tipo de dispositivos, para recoger información visual de un área grande o pequeña, permitiendo a este

---

<sup>18</sup> Es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

dispositivo comunicarse con un computador central o con un circuito de televisión en el que se puede grabar, editar y escuchar todos los acontecimientos. (Zanger, 1999)

- **Tipos de Webcam.**

Entre los diferentes tipos de webcams se encuentran aquellas que son con conexión alámbrica y con conexión wireless, las cuales ofrecen muchos beneficios según los requerimientos del usuario.



Figura 2.6. Cámara Webcam [<http://www.dlink.com/-/media/Images/Products/DCS/932L/DCS%20932L%20Front.png>]

- **Webcam con conectividad Wireless:** Las características principales de esta cámara wireless es la siguiente:
  - Ofrece mayor cobertura en toda la casa.
  - Permite transmitir video de alta calidad a sitios remotos a través de internet.

- Permite detectar fácilmente redes inalámbricas cercanas y conectarse a ellas.
- Tecnología Ethernet estándar para conexión por cable.

### **Conectividad con cámaras de fotos digitales.**

La conectividad con cámaras de fotos digitales es muy variada, las cuales utilizan varias tecnologías como son:

- Tecnología Wireless.
- Tecnología DLNA<sup>19</sup>.
- Tecnología Android.
- Tecnología AVCHD<sup>20</sup>.
- Tecnología GPS.



Figura 2.8. Cámara WIFI [<http://www.configurarequipos.com/actualidad-informatica/3188/samsung-sh100-una-camara-de-fotos-con-wifi-y-dlna>]

---

<sup>19</sup> Digital Living Network Alliance, el objetivo principal es comunicar diversos dispositivos de forma sencilla con el propósito final de compartir contenidos de manera directa. Esa comunicación puede hacerse vía WiFi o por medio de conexión Ethernet.

<sup>20</sup> Advanced Video Coding High Definition, es un formato de grabación y reproducción de video de alta definición lanzado por Sony y Panasonic en 2006.

- **Cámara digital con tecnología Wireless.**

La tecnología Wireless en cámaras de fotos digitales, permite la transmisión de imágenes y video, de forma inalámbrica desde la cámara hacia un dispositivo externo que puede ser una PC, teléfono celular, impresora con WIFI, etc, evitando el uso de cables, ahorrando tiempo y brindando comodidad al usuario.

- **Cámara digital con tecnología DLNA.**

La tecnología DLNA permite que la cámara de fotos digital se conecte con un teléfono celular con Wifi /Android, y poder utilizarlo como visor, lo cual puede ser de gran utilidad dentro de un hogar digital, para un sistema de video vigilancia inmediato, desde cualquier sitio de la casa.

- **Cámara digital con tecnología Android.**

La tecnología Android permite a una cámara digital comunicarse con un teléfono celular que utilice la misma tecnología, permite la descarga de voz, datos y video hacia una computadora o Tablet Android vía Wifi.

- **Cámara digital con tecnología AVCHD.**

La tecnología AVCHD, permite a una cámara digital capturar imágenes y grabar video en alta definición, igualando a una videocámara profesional.

- **Cámara digital con tecnología GPS.**

La cámara digital con tecnología GPS, permite al usuario geolocalizar el lugar exacto donde fue tomada la fotografía, almacenándola en un fichero.(Zanger, 1999)

### **2.3. TECNOLOGIAS DE REDES EN EL HOGAR.**

Las tecnologías de red en el hogar puede ser de tipo cableada e inalámbrica, las cuales se subdividen en base a los dispositivos, controladores que se van a integrar y a las aplicaciones que van a ofrecer en el hogar, siendo tres las principales:

- Red Domótica.
- Red Multimedia.
- Red de Acceso a Internet.
- Estas tres redes son suministradas por redes públicas de telecomunicación como son las RTPC, RTC, RDSI, ISP.

## PROVEEDOR IP CNT: RED LAN - RED WLAN - 3G/LTE

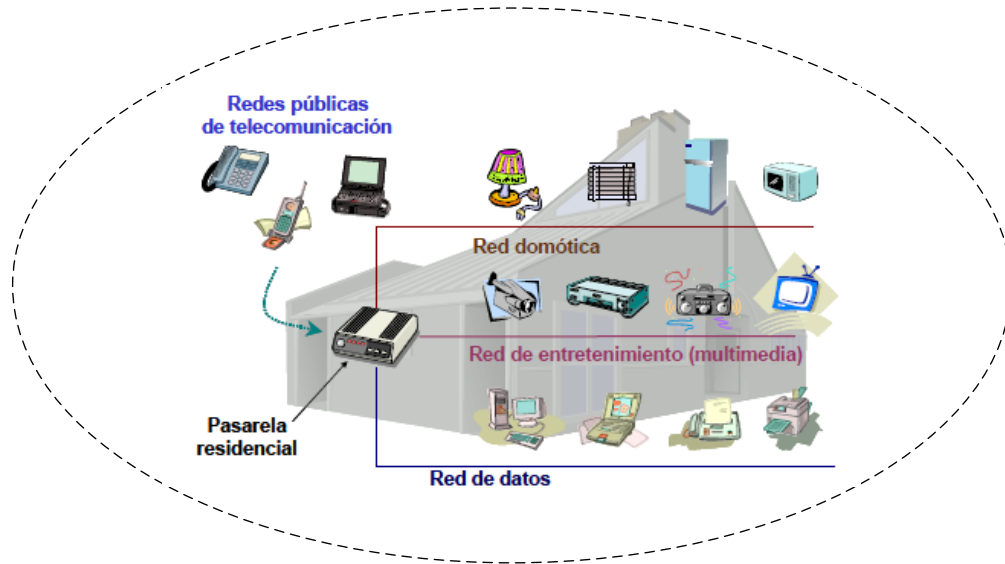


Figura 2.9: Tecnologías de Redes en el Hogar.[ <http://uapdomot1.blogspot.com/>]

La integración de estas tres redes son conmutadas por un router de gran alcance que es el Gateway, el cual interconecta cada una de las redes, equipos dispositivos, entre sí como televisores, lámparas, persianas, computadores, entre otros con redes y dispositivos externos.

### 2.3.1. Red Domótica.

La red domótica es aquel sistema que interconecta los dispositivos y equipos de la casa entre sí por medio de transmisores bajo el uso de un mismo protocolo. Los equipos y dispositivos en la casa son controlados por la red domótica que posee un bajo ancho de banda, ya que se utiliza solo para el envío de comandos entre dispositivos.

La red domótica utiliza sensores y actuadores para el control de los diferentes equipos y dispositivos como son televisores, refrigerador, lavadora, secadora, entre otros. En la red domótica de casas, se utiliza el cable par trenzado, red eléctrica y red inalámbrica para transmitir la señal de control, siendo la más utilizada la alambica, ya que son más seguras y resistentes, y su comunicación es más nítida y rápida entre los dispositivos y equipos.

Las tecnologías de red domótica utilizadas en el hogar son las siguientes:

TECNOLOGÍAS	MEDIO DE TRANSMISION	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	DISTANCIA MAXIMA AL DISPOSITIVO
IEEE 1394	UTP/FO	400 Mbps de subida	4.5 m / 70m
		3.2 Gbps de bajada	
USB	USB	12 Mbps	5 m
		480 Mbps	
LONWORKS	TP	78 kbps-128 Mbps	500 - 2700 m
	Cable Eléctrico	5.4 Kbps	-
	Radio	-	-
	Coaxial	-	-
	FO	-	-
ETHERNET	UTP/FO	100 Mbps/1 Gbps	100 m/15 Km
ZIGBEE	Inalámbrico	20 Kbps/250 kbps	10m -75m
6LOWPAN	Inalámbrico	250 Kbps	10m-75m

Tabla 2.5. Especificaciones de las tecnologías utilizadas en un hogar domótico.

Los dispositivos que utiliza una red domótica son:

- Sistema de control centralizado.
- Sensores.

- Actuadores.

### Tipología de red domótica.

La tipología de la red domótica son de tres tipos: centralizado, descentralizado y distribuidos o híbridos.

Los sistemas centralizados, son aquellos que se caracterizan por tener un solo nodo en donde se recibe toda la información de entradas que la procesa y envía a las salidas, las órdenes de acción correspondientes.

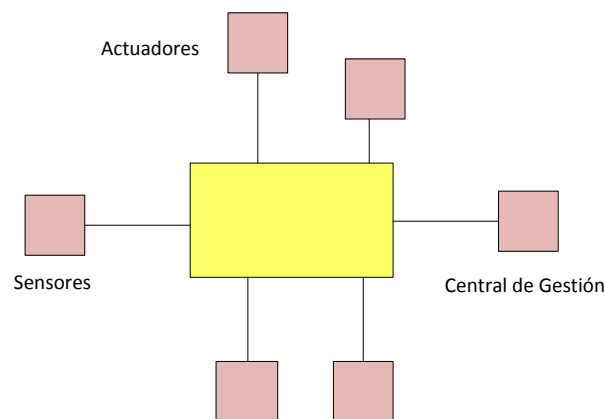


Figura 2.10. Sistema centralizado en una red domótica.

[[http://html.rincondelvago.com/domotica\\_4.html](http://html.rincondelvago.com/domotica_4.html)]

Los sistemas descentralizados, son aquellos que se caracterizan porque todos los elementos de red actúan de forma independiente unos de otros, compartiendo la misma línea de comunicación con funciones de control y mando autónomos, y bajo un mismo protocolo de comunicaciones.

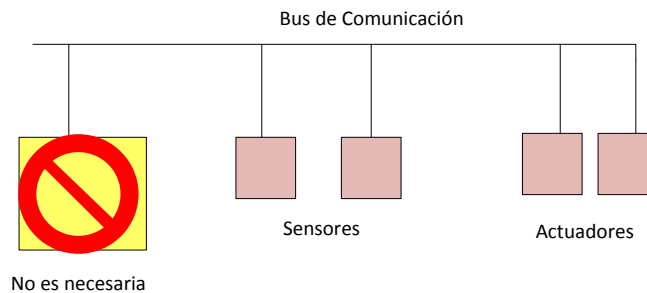


Figura 2.11. Sistema descentralizado en una red domótica.

[[http://html.rincondelvago.com/domotica\\_4.html](http://html.rincondelvago.com/domotica_4.html)]

En la Figura 2.11. Se puede apreciar que el sistema descentralizado en una red domótica, cada uno de los actuadores y sensores trabaja independientemente es decir poseen autonomía operativa capaz de controlar por si mismos las funciones de encendido, apagado, ya que están conectados en serie bajo un mismo Bus de Comunicación utilizando un solo protocolo de comunicaciones; por tanto este sistema no requiere del control digital o manual por parte del usuario con la Unidad de Control o Conmutador Central.

Los sistemas distribuidos o híbridos son aquellos que se caracterizan por poseer la inteligencia del sistema en cada nodo, con acceso físico directo, a una serie ilimitada de elementos de red, y bajo un mismo protocolo de comunicaciones.

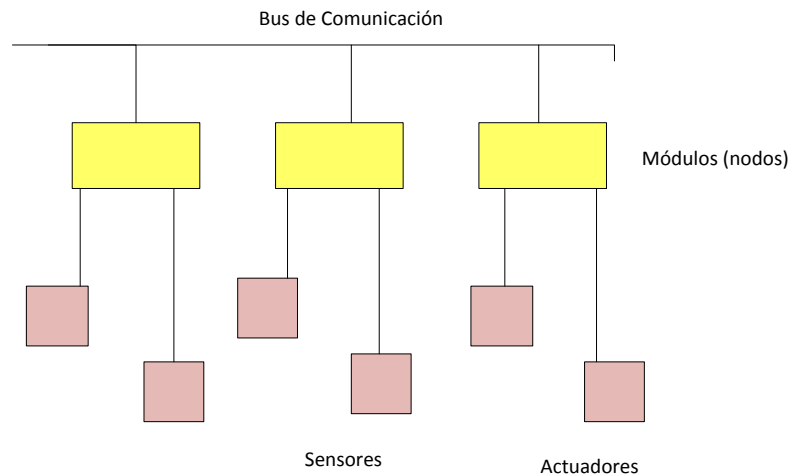


Figura 2.12. Sistema Híbrido en una red domótica.

[[http://html.rincondelvago.com/domotica\\_4.html](http://html.rincondelvago.com/domotica_4.html)]

### **Topología de Red Domótica.**

La topología en la “red domótica es aquella que se caracteriza por la organización física y lógica de los nodos de red, y pueden ser de varios tipos como son: Estrella, Bus, Malla.” (Zanger, 1999, p.35).

- **Topología de Estrella.**

La topología de estrella se caracteriza porque tanto los sensores y actuadores van cableados a la central de gestión, en donde se conmutan los datos de las redes en la vivienda.

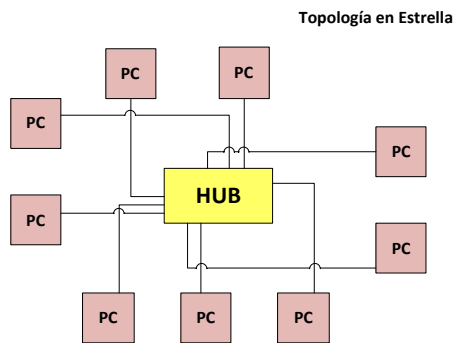


Figura 2.13. Topología de estrella.

[[http://html.rincondelvago.com/domotica\\_4.html](http://html.rincondelvago.com/domotica_4.html)]

- **Topología de Bus.**

La topología de Bus, se caracteriza porque los datos de entrada y salida de sensores, actuadores y nodos se transmiten en una misma línea de nodos de transmisión que forma parte de la red.

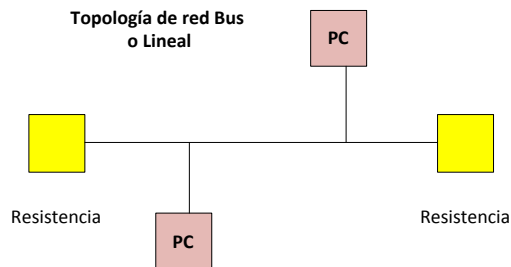


Figura 2.14. Topología de Bus

[[http://html.rincondelvago.com/domotica\\_4.html](http://html.rincondelvago.com/domotica_4.html)]

- **Topología de Malla.**

La topología de malla se caracteriza porque existen diferentes nodos que envían datos por diferentes rutas, en donde los nodos tienen una independencia total para enviar y recibir datos hacia otros nodos e interactuar entre ellos dentro de una red de transporte.

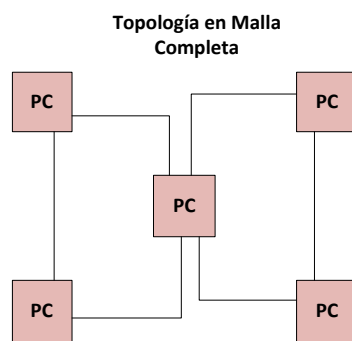


Figura 2.15. Topología de Malla

[[http://html.rincondelvago.com/domotica\\_4.html](http://html.rincondelvago.com/domotica_4.html)]

### **2.3.2. Red Multimedia.**

La red multimedia es aquel sistema de soporte de conectividad alámbrica e inalámbrica utilizada por los aparatos electrónicos de consumo inteligente, como son cámaras digitales, consolas de videojuegos, televisores digitales, sistemas de cine en casa etc; los cuales requieren grandes volúmenes de información.

La red Multimedia integra la red de datos usando tecnologías como: USB, WIFI, BLUETOOTH, y otras portables como UMPC's, DVD-divx-portátil, discos duros multimedia, USB-keys, etc. El software utilizado para la interconexión de dispositivos

dentro de una red Multimedia son el Windows Media Center y programas Media Portal, que facilitan el acceso de archivos multimedia, permitiendo el control inalámbrico a grandes distancias.

La Red Multimedia utiliza las tecnologías TDT y HD para transmitir imágenes en alta definición las cuales aprovechan la red de banda ancha, fibra óptica, GPS y Satelital para generar calidad en la transmisión de datos (QoS).

### **2.3.3. Red de Datos.**

La red de datos es aquella que permite la transmisión de información desde la PC a varios dispositivos como son impresora, scanner, modem, router, a través de distintas tecnologías alámbricas como son puertos LPT, COM, USB, e inalámbricas como Bluetooth, WiFi, entre otras. Para el uso de una red de datos los medios de transmisión más utilizados actualmente son:

- El par trenzado.
- Cable coaxial.
- Fibra óptica.

### **2.3.3.1. Medios de Transmisión.**

#### **Par trenzado.**

El cable par trenzado está formado por un par de cables trenzados para que adquiera aislamiento en cada enlace de transmisión de datos, disminuyendo la interferencia electromagnética. Sus ventajas son los costos bajos de instalación y sus desventajas es la baja velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance.

Permite la conexión con dispositivos analógicos o digitales, siendo de mejor calidad el par trenzado apantallado.

#### **Cable coaxial.**

Fuerte y flexible, cable coaxial contiene un alambre sólido o trenzado aislado en el centro, rodeado por un aislante. El aislamiento se envuelve con una funda de aluminio o de cobre, que puede ser una lámina envuelta o una tela de alambre trenzado. La vaina sirve como la línea de tierra y el blindaje interferencias. Todo esto está envuelto en una cubierta de plástico, que puede tener un recubrimiento de teflón a prueba de incendios.

El cable coaxial se utiliza en audio, video y aplicaciones de datos, por ejemplo en la conexión de los televisores a las antenas, cable y servicio de satélite digital. También se utiliza para módems de cable y diferentes interfaces digitales. Sus inconvenientes principales son: atenuación, ruido térmico, ruido de intermodulación. Para señales

analógicas, se necesita un amplificador cada pocos kilómetros y para señales digitales un repetidor cada kilómetro.

### **Fibra óptica.**

La fibra óptica transporta mucha más información que el alambre de cobre convencional y en general, no están sujetas a la interferencia electromagnética y a la necesidad de retransmitir señales. La mayoría de las compañías telefónicas para líneas de larga distancia ahora se hacen con la fibra óptica.

La transmisión a través de un cable de fibra óptica requiere de repetidoras en intervalos de distancia. La fibra de vidrio requiere más protección en el exterior que el cable de cobre.

Una fibra óptica se construye de un núcleo transparente de dióxido de silicio casi puro ( $\text{SiO}_2$ ), a través del cual viaja la luz. El núcleo está rodeado por una capa de revestimiento que refleja la luz, orientando la luz a lo largo del núcleo. Un revestimiento de plástico cubre el revestimiento para proteger la superficie de vidrio.

Los cables también incluyen las fibras de Kevlar o alambres de acero para una mayor resistencia y una funda exterior de plástico o de teflón para la protección. Las ventajas de la fibra óptica frente a los medios por cable coaxial y par trenzado son:

- Mayor ancho de banda.
- Mayor flexibilidad en la instalación.
- Aislamiento electromagnético.
- Mayor separación entre repetidores.

La fibra óptica es utilizada en diversas tecnologías de acceso a internet como es la Ethernet y Fast Ethernet, cuyas características y velocidades de transmisión son las siguientes:

FACTORES DE ANALISIS	TIPOS DE FIBRA OPTICA	CARACTERISTICAS
VELOCIDAD DE TRANSMISION EN VOZ, DATOS Y VIDEO	Monomodo (Área metropolitana)	Velocidad de transmisión: 622 Mbps.
	Multimodo (Área local)	Velocidad de transmisión: 10 Mbps, 16 Mbps, 100 Mbps y 155 Mbps.
DISTANCIAS DE TRANSMISION EN VOZ, DATOS Y VIDEO	Monomodo (Área metropolitana)	Hasta 100 Km
	Multimodo (Área local)	2,4 Km promedio
ANCHO DE BANDA	Monomodo (Área metropolitana)	50 GHz
	Multimodo (Área local)	1,7 Gbps hasta 39 Gbps

Tabla 2.6. Características y velocidades de transmisión de la fibra óptica.

### 2.3.3.2. Redes de Acceso a Internet.

La red de acceso a internet es aquella que permite la conectividad entre un proveedor local de internet o ISP y el usuario en la vivienda, cuyas tecnologías de red más utilizadas son las siguientes:

TECNOLOGÍAS DE RED DE ACCESO A INTERNET	
<b>CABLEADAS</b>	Ethernet: Par trenzado Ethernet: Fibra óptica Red Telefónica ADSL
<b>INALÁMBRICA</b>	Celulares: LTE, 3G, 4G, GSM WiFi

Tabla 2.7. Tecnologías de Red de Acceso a Internet.

Las redes Ethernet, en los hogares usan cables Ethernet para enviar información de un equipo a otro, cuyas características principales son las siguientes:

**Velocidad:** Ethernet transfiere datos a 10, 100 ó 1000 Mbps, en función del tipo de cable utilizado. Ethernet Gigabit es el más rápido, con una velocidad de transferencia de 1 gigabit por segundo (o 1000 Mbps).

**Topología:** Ethernet utiliza una topología en estrella, en la que los dispositivos y equipos de la red LAN están conectados unos con otros a través de un router o gateway.

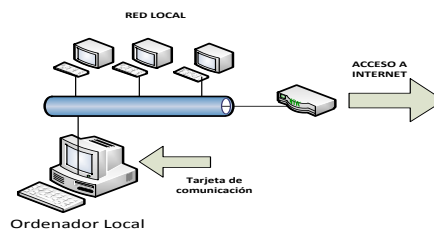


Figura 2.16. Red Ethernet. [<http://fabianhoyosp.blogspot.com/>]

### 2.3.3.3. Conectividad con Ethernet.

Diaz (2003, p.42), define que “la conectividad es la funcionalidad que poseen los dispositivos eléctricos y electrónicos para conectarse con un computador u otros dispositivos, de forma autónoma”. La red LAN, es aquella red de área local cuyo alcance es limitado, cuyos propósitos en general son administrativos, la cual puede dividirse en segmentos lógicos más pequeños llamados Workgroups, que es un grupo de computadoras que comparten un sistema común de recursos dentro de un LAN.

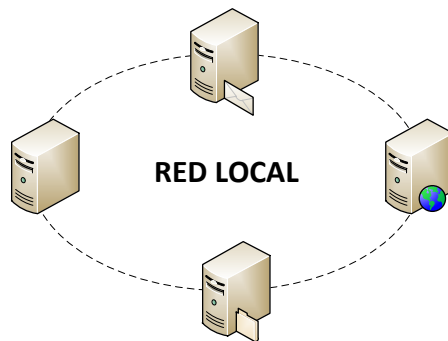


Figura 2.17. Conexión de 3 servidores a Ethernet.

[[http://es.wikibooks.org/wiki/Planificaci%C3%B3n\\_y\\_Administraci%C3%B3n\\_de\\_Nets/Tema\\_2/Esquemas\\_LAN](http://es.wikibooks.org/wiki/Planificaci%C3%B3n_y_Administraci%C3%B3n_de_Nets/Tema_2/Esquemas_LAN)]

La tecnología usada en la red LAN es el protocolo Ethernet, cuyas conexiones utilizan switches de nivel dos y nivel tres, los cuales poseen velocidades de 10 Mbps, 100 Mbps y hasta 1000 Mbps, quienes mejoran el ancho de banda dentro de una red local. La función de los switches es la de interpretar las direcciones físicas de los computadores conectados en red, y entre estaciones y el internet, permitiendo el acceso de aplicaciones propias relacionadas con la gestión en la empresa. (Fuster, 2004).

Los switches permiten detectar automáticamente cuando un usuario se conecta 10 Mbps, 100 Mbps o 1000 Mbps, configurando su velocidad automáticamente, operando con un canal full dúplex, que permite que esta velocidad opere en dos sentidos ya sea a 10 Mbps o 100 Mbps.

Las tecnologías de red LAN usadas para el acceso a internet en el hogar, se realizan por dos medios: cable e inalámbrico.

TECNOLOGIAS DE RED LAN	
INTERNET POR CABLE	INTERNET INALAMBRICO
Fibra Óptica	WiFi
	WiMax
	6LowPan
Par trenzado	ZigBee
	X10

Tabla 2.8. Tecnologías de Red LAN.

#### 2.3.3.4. Equipos conectados a una Red LAN.

Los equipos conectados a una Red LAN, son un conjunto de computadores, una impresora, un firewall, permitiéndoles trabajar a una velocidad de transmisión de datos de 10 Mbps y hasta 1000 Mbps, según el tipo de equipo que lo soporte. La conectividad típica en las redes consistirá entonces de:

- Computadores.
- Switch.

- Router inalámbrico.

Los computadores se conectan a un enrutador o servidor de red, el cual tiene la capacidad de permitir que los paquetes que salgan de la LAN y tengan destino la red WLAN, viajen a través de él y puedan ingresar a la red WLAN, en donde gracias a su dirección IP, podrán direccionarse a los servicios y aplicaciones ofrecidas por la red WLAN, tales como Internet, portales específicos, bases de datos, y en general otros servicios que se consideren ofrecer a las redes. (Khoshafian, 2004).

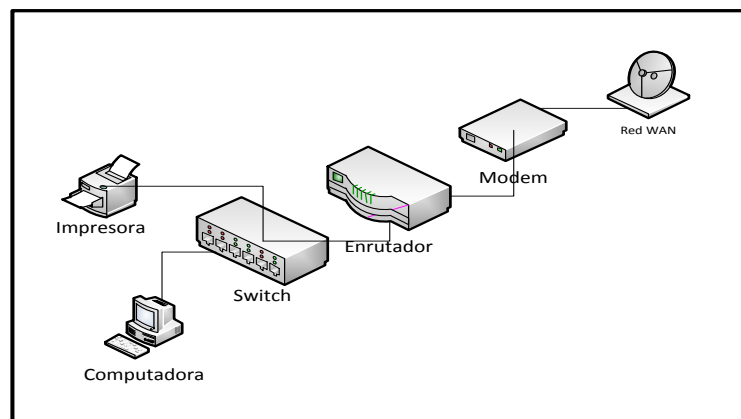


Figura 2.18. Conectividad de equipos en una red LAN-WLAN.  
[<https://gobiernoti.wordpress.com/2011/10/04/tipos-de-redes-informaticas/>]

## **CAPITULO 3**

### **DESARROLLO DE PROPUESTAS PARA APLICACIONES FUTURAS**

#### **UTILIZANDO IPv6 EN HOGARES DIGITALES.**

##### **3.1. INTRODUCCIÓN.**

El mundo está cambiando otra vez. Una gran cantidad de gente está tomando a diversión la nueva tecnología que ella está utilizando comunicarse y socializarse, y ella la está trayendo en las casas y en las oficinas. Hablar de las tendencias tecnológicas implica hablar de cuatro vértices formando por un modelo conceptual: Conectividad, convergencia, seguridad e integración/interoperabilidad.(Arias, 2011, p. 5)

La conectividad de la red, en la actualidad, permite el uso de nuevos y variados dispositivos electrónicos y de telecomunicaciones que facilitan la gestión interactiva entre el usuario y el medio externo e interno que le rodea, tanto así que es posible hoy en día controlar desde un teléfono móvil toda una oficina y su personal.

Esto ha ido creciendo con el pasar de los años, y es ahora mismo que en pleno siglo 21 las nuevas tecnología de la información y comunicación permiten acoplarse y auto integrarse a diferentes tecnologías de red alámbrica e inalámbrica con protocolos de red como el IPv6, para el control y video vigilancia de hogares, residencias, autos y demás bienes físicos.

La nueva era tecnológica que el mundo está viviendo, nos guía a la generación de una gran demanda social a escalas gigantescas, presionando a los grupos tecnológicos de poder a nivel mundial, a presentar innovaciones en tecnología digital y de telecomunicaciones, que son competitivas en el mercado de la informática, mejorando con esto la calidad de vida de las personas, instituciones, empresas y gobiernos que hoy más que nunca necesitan de protección, agilidad de la información, datos más exactos y comodidad en sus hogares.

Estas nuevas tendencias tecnológicas de la información y comunicación a través de la conectividad de la red de internet, bajo protocolos con dispositivos electrónicos y módulos, ha permitido que la presente propuesta de estudio, presente un módulo prototipo de aplicaciones futuras para ambientes digitales en hogares utilizando el protocolo de internet IPv6.

### **3.2. IMPORTANCIA.**

La importancia que posee estas aplicaciones futuras con IPv6 para hogares digitales, se fundamenta en la conectividad, convergencia, seguridad e integración/interoperabilidad (Arias, 2011); así la conectividad de la red internet, adaptada en varios dispositivos móviles de comunicación como teléfonos celulares, palm, tablet, ipods, etc; permiten el control y monitoreo en tiempo real de un hogar digital.

Esto ha significado solamente el comienzo de una gran era de evolución en tecnologías digitales y de las TIC, que permiten que investigadores y grandes empresas presenten propuestas y proyectos con aplicaciones futuristas en ferias y eventos tecnológicos a nivel mundial, con el fin de encontrar mercados o nichos de mercado abiertos para poder expandir sus productos y producirlos a mayor volumen.

La conectividad de la red internet, abre nuevas oportunidades, como las que se presentan en este proyecto, en donde se tendrá que encontrar aquellas aplicaciones digitales que se pueden adaptar a un hogar digital, utilizando como base el protocolo IPv6.

Sin embargo existen varias limitaciones para estos prototipos de aplicaciones con IPv6, como son la alta competencia existente en este campo, que cada vez presentan nuevas tecnologías de redes más veloces y con alta capacidad de procesamiento de información en audio, voz y datos.

La convergencia tecnológica pasa por la obtención de una terminal única en el hogar digital, que permite acceder a toda una gama de servicios de forma imperceptible al usuario, aprovechando las ventajas que ofrecen las distintas redes fijas y móviles.(León, 2006, p.87)

Uno de los movimientos más importantes, sin duda, derivadas del proceso de convergencia tecnológica indicado es el que tiene como efecto la confluencia de los distintos tipos de redes de telecomunicaciones (fijas, móviles y de datos) hacia un único modelo de infraestructuras de transporte basado de forma creciente en el protocolo de

Internet o IP, como es el protocolo IPv6, lo que configura un escenario futuro de redes de telecomunicaciones.

Los sistemas de seguridad electrónica para hogares se están innovando cada día, con la adaptación de nuevos sofisticados protocolos y características de red a sus sistemas, obteniendo una ventaja sobre la infraestructura de datos existente. (León, 2006).

Estas seguridades electrónicas están presentes en la elaboración de nuevos antivirus, antispywares, firewalls; esto ha dado apertura a que los nuevos desarrolladores de herramientas de seguridad electrónica de datos informáticos creen nuevas aplicaciones en materia de seguridad como: soluciones basadas en la biometría, gestión de amenazas, servicios web, servicios de datos móviles, accesos de banda ancha en el hogar e IPsec<sup>21</sup>.

Un papel muy importante que está adquiriendo importancia en la integración e interoperabilidad en las aplicaciones es el software. Ello es así porque su papel asume un creciente protagonismo, tanto para aumentar las prestaciones de los equipos y sistemas, como para dotarlos de un mayor grado de “inteligencia”.

En los últimos años el desarrollo del software intermedio, denominado también middleware<sup>22</sup> adquiere cada vez más un papel clave en dicho proceso, debido a la

---

<sup>21</sup> Protocolo de seguridad de la nueva versión IPv6 de Internet.

<sup>22</sup> Es el que actúa como interface o traductor entre el software de base y el software de aplicación en equipos y sistemas complejos.

diversidad de plataformas y sistemas operativos existentes, en especial en el caso de los terminales. (Dvorak, 1992).

### **3.3. BENEFICIOS.**

Los beneficios de utilizar el protocolo de internet IPv6 aplicado a las nuevas tendencias tecnológicas digitales y de redes para internet, en hogares digitales son las siguientes:

1. Hogares digitales equipados de redes de banda ancha con nuevas tecnologías como la ADSL2+, VDSL, FTTH<sup>23</sup>, EFM<sup>24</sup>.
2. Tendencia hacia una mayor demanda de accesos inalámbricos instalados en hogares digitales, mediante diferentes tipos de terminales móviles.
3. Hogares digitales automatizados con una vasta variedad de aplicaciones domóticas futuristas, así como aplicaciones en seguridad, telecomunicaciones y medios audiovisuales.
4. Mayor interconexión de dispositivos en hogares digitales, gracias al desarrollo de nuevas tecnologías de redes como es el Bluetooth, CEBus, HAVi, HomePNA, HomeRF, LONWORKS o UPnP.

---

<sup>23</sup> Se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados, como el Triple Play: telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y negocios de los abonados.

<sup>24</sup> Ethernet en la primera milla (EFM) es una tecnología de acceso que permite de forma simétrica, conexiones con un mayor ancho de banda a través de líneas de cobre.

### **3.4. OBJETIVOS**

1. Elaborar una propuesta de diseño teórico para estudiar la factibilidad en la implementación del protocolo de internet IPv6 para la conectividad de dispositivos móviles en un sistema de hogar digital utilizando tecnología inalámbrica y cableada.
2. Elaborar una propuesta de diseño teórico para estudiar la factibilidad en la implementación del protocolo de internet IPv6 para la conectividad electrónica del computador central de un automóvil, y los accesos inalámbricos en un sistema de hogar digital.
3. Elaborar una propuesta de diseño teórico para estudiar la factibilidad en la implementación del protocolo de internet IPv6 para la conectividad electrónica de cámaras digitales en un sistema de hogar digital utilizando tecnología Wifi.

### **3.5. PROPUESTA DE APLICACIÓN No 1.**

**PROPUESTA DE DISEÑO TEÓRICO PARA ESTUDIAR LA FACTIBILIDAD DE CONECTIVIDAD EN UNA RED ETHERNET DE CAMARAS IP INALAMBRICAS CON DISPOSITIVOS MOVILES Y NODOS SENSORES, APLICANDO LA TECNOLOGIA 6LOWPAN Y PROTOCOLO IPV6 EN UN HOGAR DOMOTICO.**

#### **3.5.1. INGENIERIA DEL PROYECTO.**

##### **3.5.1.1.TIPOLOGIA DE RED.**

###### **3.5.1.1.1. REQUERIMIENTOS DE TIPOLOGÍA.**

La tipología para el sistema de video vigilancia de una vivienda automatizada, será el de tipo distribuido, en el cual se combina la tipología centralizada y descentralizada, siendo sus características las siguientes:

La tipología para el sistema de control y vigilancia de un hogar con red domótica, es de tipo centralizada con las características siguientes:

- Requerimiento de cable par trenzado y fibra óptica.
- Proveedor ISP con Gateway WSN.
- Proveedor ISP con Gateway LTE.
- Red domótica con cableado eléctrico.

### **3.5.1.2.TOPOLOGIA DE RED.**

#### **3.5.1.2.1. REQUERIMIENTOS DE TOPOLOGÍA.**

##### **Infraestructura de Red Gigabyte Ethernet en entorno LTE.**

- Topología de bus de estrella.
- Cámaras IP inalámbricas.
- Red Gigabyte Ethernet.
- Banda Ancha.
- Servidor ISP con Interfaz Gateway LTE.
- Nodo Sensor inalámbrico TelosB.
- Conexión LAN (RJ45).
- Red WLAN (Wireless LAN –WiFi).

- Router Access Point (AP) LTE.
- Dispositivos móviles celulares, tables, con LTE.
- Protocolo Ethernet 802.11.

### **Red Domótica del Hogar:**

- ISP con IPv6.
- Cableado de fibra óptica.
- Conmutador central o Unidad de Control conectada a la red LAN (Acces Point).
- Sensores y actuadores inalámbricos.
- Router Gigabyte inalámbrico direccionado a IPv6.
- Equipos de video vigilancia direccionados a IPv6.
- Equipos de control domótico de interiores y exteriores del hogar direccionados a IPv6.
- Computador PC de escritorio direccionado a IPv6.
- Celular, Tablet, Laptop, direccionados a IPv6.
- Conexión LAN (RJ45).

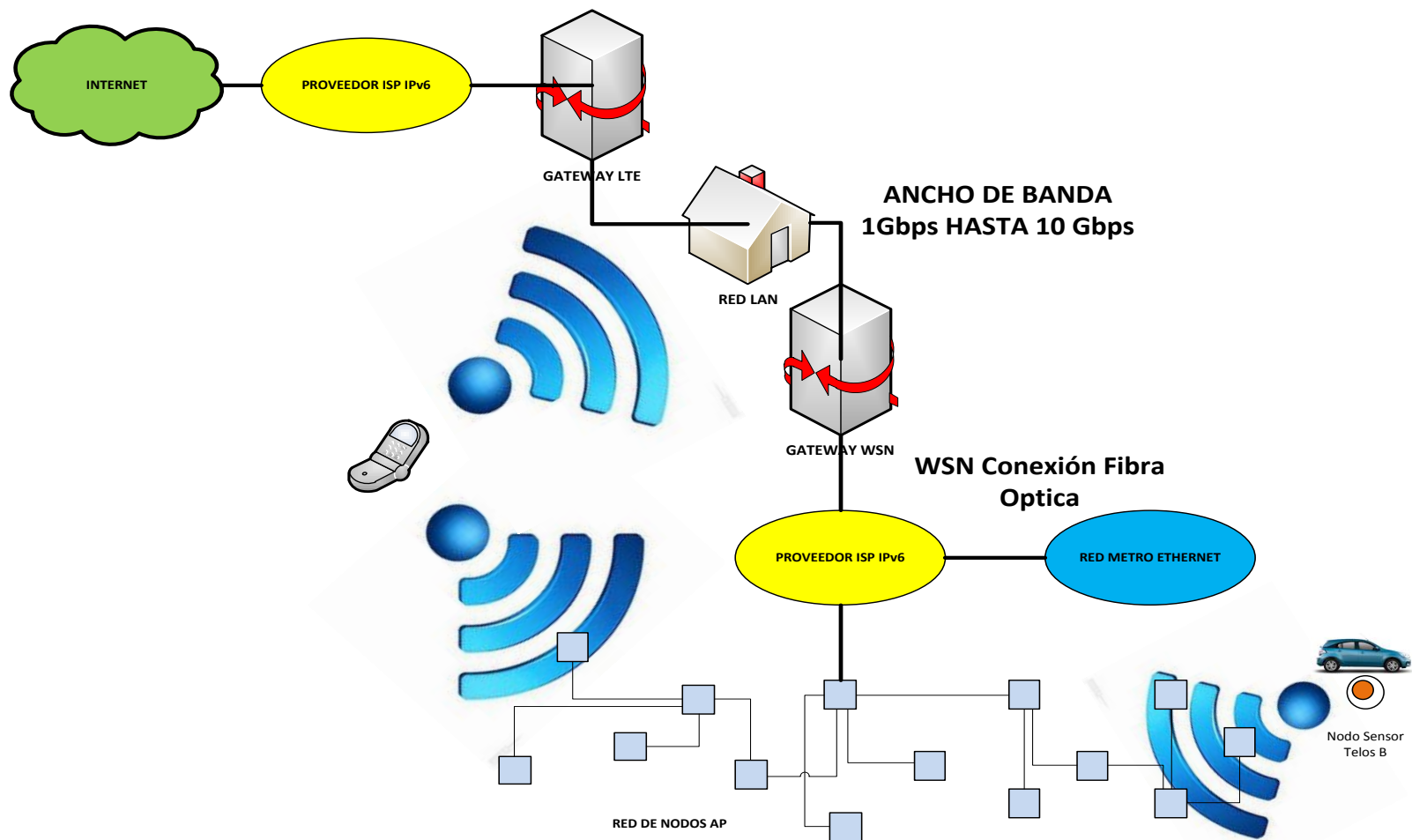


Figura 3.1: Propuesta de diseño teórico para estudiar la factibilidad de conectividad en una red Ethernet de cámaras IP inalámbricas con dispositivos móviles y nodos sensores, aplicando la tecnología 6LOWPAN y protocolo IPv6 en un hogar doméstico.

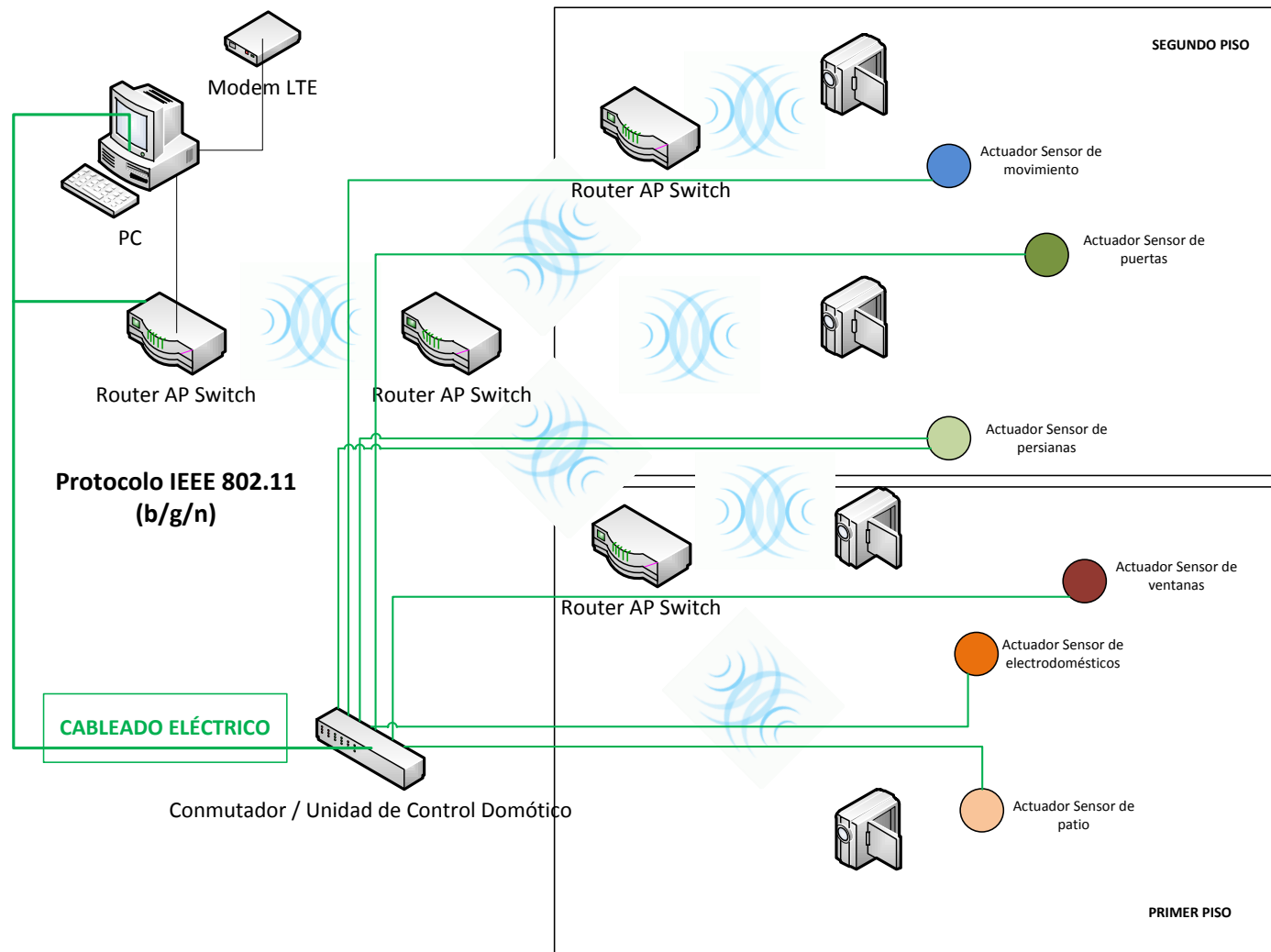


Figura 3.2: Red LAN de la Propuesta Nro. 1

### **Análisis de la Red.**

La propuesta de aplicación No 1, presenta la conectividad con red gigabyte Ethernet de una casa domótica vigilada con cámara IP y dispositivos móviles, los cuales mediante un modem con tecnología LTE 4G conectados a la PC pueden recibir y enviar información en voz, datos y video y de esta forma controlar los equipos y dispositivos de video vigilancia en el hogar.

Par tal efecto se presenta en la topología de la red metro Ethernet, una red de nodos sensores distribuidos en toda la ciudad, desde donde se transmite información del proveedor al dispositivo móvil del cliente, y desde el cliente a la red domótica de la casa.

Los nodos sensores trabajan bajo 6LOWPAN la cual también esta direccionada a IPv6 que es el protocolo de internet de la red LAN Gigabyte Ethernet. Las cámaras IP bajo este protocolo IPv6 pueden transmitir información en audio y video de la casa al celular también con IPv6, cuyo suministro se encarga el proveedor de red Gigabyte Ethernet IP.

Los nodos de acceso y nodos de distribución de la red metro Ethernet se han configurado a IPV6 mediante una compresión a su capa central de tal forma que los 24Mbps de la red de nodos se transforma en 2 Kbps para IPV6, con el fin de poder alcanzar mayor volumen de información.

Las velocidades alcanzadas de transmisión en la red Gigabyte Ethernet dentro de la casa hasta llegar al cliente son de máximo 1 Gbps por cable y con Wifi es de hasta 5 GHz, siendo su protocolo de comunicación el IEEE 802.11 (b/g/n).

### **Infraestructura de red Metro Ethernet Fibra Óptica Protocolo IEEE 802.1 ad. Red de Transporte con nodos de acceso.**

Dentro de la red Metro Ethernet la infraestructura que se aplica es la siguiente:

- Nodos 6LOWPAN.
- Proveedor de red ISP con direccionamiento de su router a IPv6.
- Cableado de fibra óptica para los nodos de acceso.
- Nodos con posibilidad de capa IPv6.
- servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2.
- Cableado de fibra óptica.
- Protocolo IEEE 802.1ad.
- Red LAN con acceso a internet por medio de un router fibra óptica.
- Nodo sensor 6LOWPAN.
- Red 6LOW PAN con posibilidad de capa IPv6.
- SIM ISP.
- Celular Android 4G.

## **ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD.**

### **Red LAN Gigabyte Ethernet.**

La Red LAN Gigabyte Ethernet, permite una velocidad de transmisión de datos de hasta 10 Gbps, de acceso conmutado bajo la norma de internet 100BASE-T, cuyo alcance va desde 10 metros hasta 100 Km. Los requerimientos para instalar esta red en la vivienda automatizada serán los siguientes:

Área de Servicio	Estándar	Velocidad de transmisión	Consumo de Energía	Seguridad	Conectividad
Hasta 100 Kilómetros	IEEE 802.11(b/g/n)	10 Gbps	UPS	Control de interferencias	Conmutado

Tabla 3.1. Requerimientos para instalar una red LAN Gigabyte en una vivienda automatizada.

Para el medio de transmisión se utiliza el cable par trenzado tipo cinco que soporta hasta 1 Gbps dentro de la red LAN, y dentro de la red WLAN, es por microondas, que soporta desde 2,4 GHz, hasta 5 GHz de velocidad de transmisión.

### **Ventajas de utilizar IPv6 en Gigabyte Ethernet:**

- Permite la gestión remota del hogar desde un PC/Mac, iPhone, iPad, Android.
- Seguridad para las cámaras.
- Mayor cantidad de nodos.
- Mayor velocidad y productividad en el hogar digital.

- Acceso conmutado.
- Los ISP (proveedor de internet) proveen de alta velocidad.
- Permite implementar futuras aplicaciones de redes y sistemas operativos sin actualizaciones costosas.
- Alcance de 10 metros a 100 kilómetros.

### **Conectividad WIFI.**

La Red LAN inalámbrica (WiFi) permite una velocidad de transmisión de hasta 54 Mbps, trabaja bajo el estándar IEEE 802.11(b/g/n). Los requerimientos para instalar esta red en la vivienda automatizada serán los siguientes:

Área de Servicio	Consumo de Energía	Seguridad	Control de redes inalámbricas adyacentes	Conectividad
18 a 38 metros	UPS	Control de interferencias	Configuración de redes	Antena sincronizada

Tabla 3.2. Requerimientos para instalar una Red LAN inalámbrica en una vivienda automatizada.

### **Ventajas de utilizar IPv6 en WiFi:**

- Permite ampliar su velocidad de transmisión hasta los 300 Mbps.
- Amplia capacidad de cobertura.
- Permite movilidad, traslados y trabajo en red ad hoc.
- Fácil mantenimiento.

### **Red LTE.**

La red LTE o 4G, se utiliza para la conectividad entre el celular Samsung Android Galaxy Young GT S 6310, con tecnología 4G con la red de internet local de la vivienda o Red LAN Gigabyte Ethernet y la Red Metropolitana de Fibra Óptica o Metro Ethernet que se alimenta de la WSN o Red de Sensores Inalámbricos, permitiendo que la red LTE se interconecta con la central de nodos inalámbricos y se puedan transmitir informaciones en imágenes, audio y video al celular.

La red LTE ofrece una velocidad de acceso de 100 Mbps en movimiento y 1 Gb en reposo, es decir 20 Mbps de subida y 5 Mbps de bajada con calidad de definición de video HD. Los requerimientos para instalar esta red son los siguientes:

<b>Configuración de red</b>	<b>Estándar</b>	<b>Velocidad de Transmisión de datos</b>	<b>Eficiencia Espectral</b>	<b>Anchos de Banda</b>	<b>Seguridad</b>	<b>Conectividad</b>	<b>Conmutación</b>
Todas las IP	3GPP2	173 Mbps de bajada y 86 Mbps de subida	15 bits/Hz de bajada y 6.75 bits/Hz de subida	1.4 , 3, 5, 10, 15 y 20 MHz	Compatible con FDD y TDD	2 antenas	Entrelazado de paquetes

Tabla 3.3. Requerimientos para instalar una red LTE

### **Interfaces de LTE.**

La interface LTE usada para el escenario 1 de esta propuesta es la S2c, la cual se ajusta al protocolo de internet Mobil IPv6 el cual permite a los usuarios el intercambio de información del portador con acceso a 3GPP TS 24.3.03, en su celular móvil entre la

movilidad de la red en estado de reposo y activo. A continuación se detallan todas las interfaces para LTE:

Resumen de protocolos e interfaces adicionales para la interconexión del EPS con redes No-3GPP		
Interface	Protocolos	Especificación
S2a	PMIP/IP,orMIPv4/UDP/IP	3GPP TS 29.275, 'PMIP based Mobility and Tunnelling protocols (Release 8)'. 3GPP TS 24.303, 'Mobility management based on Dual-Stack Mobile IPv6 (Release 8)'.
S2b	PMIP/IP	
S2c	DSMIPv6,IKEv2	3GPP TS 29.273, 'Evolved Packet System (EPS); 3GPP EPS AAA interfaces (Release 8)'.
S6b	Diameter/SCTP/IP	3GPP TS 29.212, 'Policy and charging control over Gx reference point (Release 8)'.
Gxa	Diameter/SCTP/IP	N.A.
Gxb	Not define Release 8	N.A.
STa	Diameter/SCTP/IP	3GPP TS 29.273, 'Evolved Packet System (EPS); 3GPP EPS AAA interfaces (Release 8)'.
SWa	Diameter/SCTP/IP	
SWd	Diameter/SCTP/IP	
SWm	Diameter/SCTP/IP	
SWn	PMIP	3GPP TS 29.275, 'PMIP based Mobility and Tunnelling protocols (Release 8)'.
SWu	IKEv2,MOBIKE	3GPP TS 24.302, 'Access to the Evolved Packet Core (EPC) via non-3GPP access networks (Release 8)'.
SWx	Diameter/SCTP/IP	3GPP TS 29.273, 'Evolved Packet System (EPS); 3GPP EPS AAA interfaces (Release 8)'.
UE – foreign agent in trusted non-3GPP Access	MIPv4	3GPP TS 24.304, 'Mobility management based on Mobile IPv4; User Equipment (UE) – foreign agent interface (Release 8)'.
UE – Trusted or Un-trusted non-3GPP access	EAP-AKA	3GPP TS 24.302, 'Access to the Evolved Packet Core (EPC) via non-3GPP access networks (Release 8)'.

Figura 3.3. Protocolos e Interfaces para la conectividad con redes 3G  
[[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1276360](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1276360)].

**RED WSN (Metro Ethernet con fibra óptica).**

**Conectividad con nodos de acceso para la red IEEE 802.1ad con tecnología**

**6LOWPAN.**

La red de nodos con tecnología 6LOWPAN comunica al vehículo con nodo sensor configurado a 6LOWPAN con capa IPv6 para la conectividad con el hogar digital a través de la fibra óptica en una red LAN de banda ancha, alcanzando velocidades de transmisión de la información de hasta 10 Gbps.

La red de nodos de la Metro Ethernet fibra óptica trabajan con el protocolo IEEE 802.1ad, cuyas características técnicas son:

<b>NODOS TELOS B</b>	<b>PROPIEDADES</b>
MEMORIA DE LECTURA	RAM 10 Kb
SISTEMA OPERATIVO	Sistema Operativo Tiny OS 2.0
ALGORITMO	Algoritmo de rutin LOAD
PROTOCOLO DE RED	Red IPV6 compatible mediante 6LOWPAN con compresión IPHC
CONEXIÓN A INTERNET	Conectividad a Internet mediante el router Gateway del servidor ISP

Tabla 3.4. Propiedades del Noto TELOS B

<b>PROVEEDOR DE RED:ROUTER GATEWAY</b>	<b>PROPIEDADES</b>
INTERFAZ	Red Móvil con doble interfaz 802.1ad
SOCKET	Modem 4G
MODEM	stack TCP/IP, tecnología WIPSoft basada en comandos AT específicos, modo cliente/servidor, etc.

Tabla 3.5. Propiedades Router Gateway

La conectividad en los nodos trabaja con tecnología 6LOWPAN, la cual puede adaptarse a una capa de IPv6, ya que se aplica una compresión tipo IPHC únicamente a la red 802.1 ad. De esta forma el Gateway del proveedor ISP de la red metro Ethernet de fibra óptica inicializa el stack o protocolo de red TCP/IP, para la gestión de conexiones entre los nodos y la LAN del hogar digital. (Mukherjee, 2006).

Mediante el Gateway del proveedor de red se controlarán con el TCP / IP, el buffering de sesión, la compresión y descompresión de datos, etc. La interfaz de IPv6 usada por el proveedor no posee ningún tipo de compresión, y se podrá ejecutar la aplicación deseada según el router UDP.

## **Arquitectura de protocolos de Elementos del sistema de Red Metropolitana de Fibra Óptica**

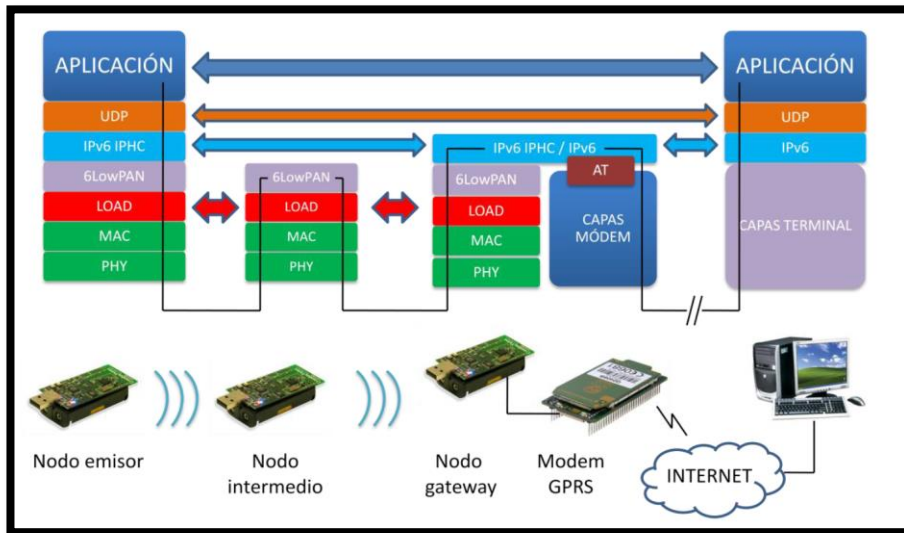


Figura 3.4: Protocolos de los elementos de la Red Metropolitana.

[<https://estudiomundialupiicsa.wordpress.com/trabajo-segundo-parcial/>]

El primer escenario de esta propuesta, requiere de Fibra Óptica, con un ancho de banda mínimo de 100 Mbps, ya que se está utilizando una red móvil 6LOWPAN con nodo sensor que se interconecta a una red de nodos en toda la ciudad. El ancho de banda ofrece una velocidad máxima de 20 Mbps de subida y 5 Mbps de bajada con calidad de definición de video HD, tanto en el auto como en la vivienda digital.

### **Infraestructura de la red de sensores inalámbricos WSN (Wireless Sensor Networks).**

La Red de Sensores Inalámbricos WSN para esta propuesta está formada por un conjunto de nodos inalámbricos Telos rev. B, que son integrados a una red de Internet 6LOWPAN con IPv6 a través del Gateway del proveedor que hace las veces de conmutador.

Ambos elementos deben proporcionar un stack de comunicación compatible con el estándar de red IEEE 802.11ad, y con el protocolo de enrutamiento LOAD, para que el nodo sensor del automóvil reciba la información inalámbrica proveniente del hogar digital.

### **Conexión nodo sensor TELOS B.**

El nodo sensor es inalámbrico de marca Telos B, que comunica en bypass al auto con el Gateway del proveedor ISP, pues sus reducidas dimensiones, peso y su condición de elemento inalámbrico permiten que pueda integrarse a cualquier objeto. De esta manera el acceso a Internet por parte del objeto se hace posible, siempre y cuando exista algún interfaz de comunicación entre el sensor y el objeto.

El nodo sensor Telos B inalámbrico se conecta al auto, en el parabrisas frontal en la parte superior, en donde esté libre de obstáculos para una frecuencia más nítida, el cual realiza dos funciones que son: nodo de comunicación dentro de la red wireless y la propia de sensor, es decir, la de captación y adaptación de datos extraídos del entorno como son proximidad a un auto, a una carretera sin salida, proximidad a una avenida congestionada, siendo necesario programarlo para estas dos funciones.



Figura 3.5. Nodo Sensor de automóvil marca Telos B  
[<http://www.circulaseguro.com/que-es-la-comunicacion-entre-vehiculos/>]

La estructura del nodo sensor, es la siguiente:

- Alimentación con pilas AAA.
- Antena integrada de comunicación inalámbrica.
- Indicador de conexión a red.
- Pulsador de alerta.
- Conector a computador.
- Detector integrado de aceleración / desaceleración.

#### **Consumo de banda.**

El nodo utiliza para su comunicación una frecuencia en la banda libre de 2.4GHz con un total de 16 canales. La banda libre del nodo es de una amplitud media que no se afecta con interferencias como son WiFi o Bluetooth. (Prat, 2008)

TIPO DE NODO SENSOR	FRECUENCIA	CANALES
Inalámbrico	2.4 GHz	16

Tabla 3.6. Características del nodo sensor inalámbrico

### **Gateway del proveedor de Red ISP.**

El gateway es el hardware del proveedor de red metro Ethernet de fibra óptica que enlaza el Internet y la red de los nodos con protocolo 802.1 ad. Los elementos que la componen son el nodo sensor TelosB y el modem 4G que está conectado a la PC en el hogar digital, los mismos que dan conectividad a Internet con IPV6 en conjunto respectivamente.

El gateway es en un subsistema de dos elementos en el que uno (el nodo) da órdenes y el otro (el módem) las interpreta y ejecuta. Dichas órdenes son comandos AT, el idioma que entienden la mayoría de los módems comerciales. Dichos comandos se envían por la interfaz serie UART del nodo, y mediante un cable llegan a la interfaz serie del módem 4G. Si éste responde, el camino es el inverso.

A través de estos comandos el Gateway controla todas las funciones del modem 4G como son transmitidos de voz, audio y datos de los equipos domóticos conectados en la casa.

### **Red 6LowPan.**

La red 6LOW PAN, es una red de cobertura personal, que se utiliza para conectar los nodos de red con el nodo sensor del auto, a través del Gateway del proveedor de la red metropolitana de fibra óptica. (Portocarrero, 2009). La tecnología de red 6LOWPAN,

están basadas en la especificación IEEE 802.1ad, la cual facilita la transmisión de datos desde los nodos de acceso directo en la red al nodo sensor del auto, y de este a través del Gateway comunicarse con la vivienda automatizada.

TIPO DE RED	ESTANDAR	EQUIPOS EN EL AUTOMOVIL
6LOW PAN inalámbrica	IEEE 802.1ad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teléfonos celulares</li> <li>2. PAD's</li> <li>3. Computadores</li> <li>4. Laptop</li> </ol>

Tabla 3.7. Características de la Red 6LOW PAN.

### **Celular Android 4G.**

El celular Android 4G es el medio de comunicación más generalizado en los autos para la conectividad por internet con IPv6 en el hogar digital el cual funcionando a través de una tecnología de red de nodos 6LOWPAN y la LAN del hogar. El celular es de tipo android, con las siguientes características de conectividad.

TIPO DE CELULAR	Conectividad	ESTANDAR
Android	Wireless WLAN	HSDPA-HSUPA

Tabla 3.8. Características de la conectividad Wifi del celular 3G en el auto.

### **RED DOMÓTICA DEL HOGAR.**

#### **Análisis de equipos y dispositivos para la red domótica.**

Los dispositivos que utiliza una red domótica son:

- Sistema de control centralizado.
  - Sensores.
  - Actuadores.
- 
- **Sistema de control centralizado o Conmutador Central:** El sistema de control centralizado es la unidad de control que integra la funcionalidad de los sensores con los actuadores, utilizando para ellos el cableado eléctrico y poder emitir comandos a los diferentes dispositivos de control como son: interruptores, alarmas, termostatos, switches, etc., para el control de temperatura, vigilancia, electrodomésticos y su funcionamiento de apagado y encendido, etc.
  - **Sensores:** Son aquellos dispositivos colocados en la casa con sensores de movimientos, fugas de agua, temperatura, los cuales emiten una señal digital al conmutador central indicando diversas situaciones en las que los actuadores pueden controlar los problemas que se presentan.
  - **Actuadores:** Son equipos que reciben comandos de control del conmutador central aplicando acciones correctivas con las alarmas, termostatos digitales, cámaras de video vigilancia, entre otros.

La red domótica en el hogar para esta propuesta posee los siguientes equipos y dispositivos:

- Conmutador o Unidad de Control domótico.
- Cámaras IP inalámbricas.
- Sensores de movimiento.
- Sensores en las puertas.
- Sensores en las ventanas.
- Sensores en las persianas.
- Sensores en los electrodomésticos.
- Sensores de temperatura.
- Sensores en el patio.

#### **Actuadores.**

- Termostatos.
- Aire Acondicionado / Calefactores.
- Control remoto de luces.
- Control remoto de persianas.
- Control remoto de ventanas.
- Controles de alarma.
- Controles de equipo de audio y video.
- Interruptores.

Estos equipos de seguridad y controladores estarán cada uno conectados a la red eléctrica de la casa, y controlados mediante el sistema de control centralizado, y por medio de una PC conectada a la red LAN, se pueden enviar datos en voz, audio y video a los dispositivos móviles.

### **Estructura de la Vivienda.**

La vivienda automatizada que se va a utilizar en este proyecto, es de dos plantas, con 120 m<sup>2</sup> de superficie, la cual está estructurada de:

- Sala.
- Comedor.
- Cocina.
- Garaje.
- 3 dormitorios.
- 10 ventanas.
- 2 balcones.
- Terraza.
- Hall.
- 3 baños.
- Jardín.
- Patio trasero.

### Planta Alta.

La planta alta posee tres dormitorios, un hall, dos balcones y salida a una terraza. Los balcones se encuentran en el área del hall, el uno haciendo frente al garaje y el otro en la parte posterior de la casa colindando con el patio trasero.

El sistema de seguridad se colocara principalmente en el hall, con una cámara IP de video vigilancia conectada a un PC o laptop, la cual funcionará como servidor que transmitirá información a través de la red con tecnología LTE a un celular 3G, desde el cual se podrá controlar el movimiento de la cámara IP.

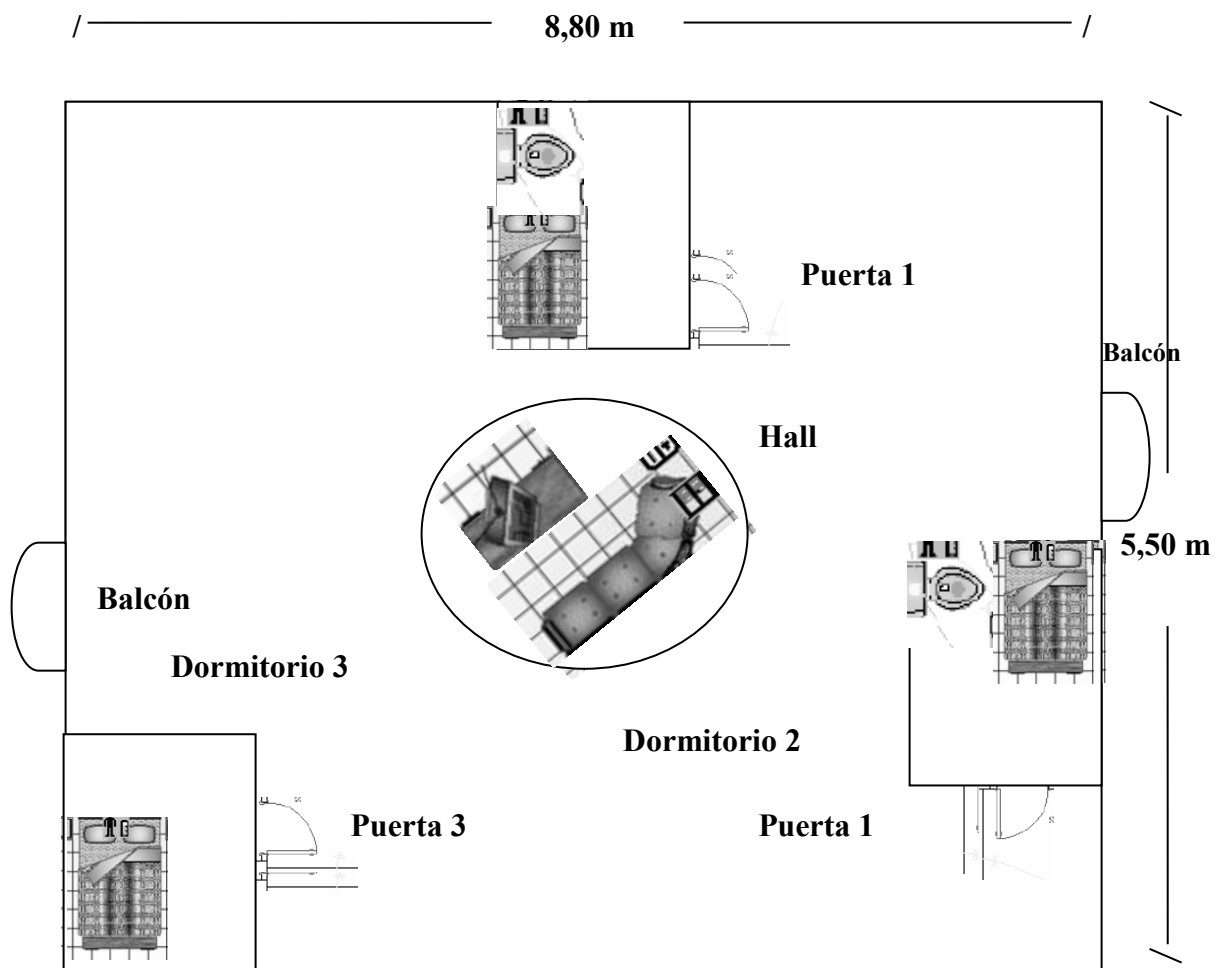


Figura 3.6: Layout (Planta Alta)

El área de la planta alta es de 5,80 m de ancho por 8,80 m de largo. El dormitorio principal con baño, posee un área de 5,80 m de ancho por 2,50 m de largo, el segundo dormitorio también posee baño propio y sus dimensiones son 2m de ancho por 2,50 m de largo, y el tercer dormitorio es de 2,50 m de ancho por 2,10 m de largo, el cual no posee baño.

### **Planta Baja**

La planta baja posee, dos ventanas principales con seguridades cada una y una posterior que colinda con el garaje y a un lado está el jardín. La puerta de entrada está en la parte frontal de la casa al lado del garaje, la sala y comedor están en un solo andar, y la cocina posee una puerta de acceso al patio trasero, el cual está cubierto con domos, y es utilizado para cuarto de máquinas.

El área de la planta baja es de 7 m de ancho por 8 m de largo. El sistema de seguridad de detección de intrusos se implementará en la sala de 3,15 m de largo por 2,30m de ancho, utilizando una cámara IP situada en las gradas principales al segundo piso. La cámara IP estará conectada al servidor principal que es una PC o laptop ubicado en el hall de la planta alta, desde la cual se transmitir video y audio a la PC utilizando Wifi y desde el servidor a través de la Red LTE a un celular 3G.

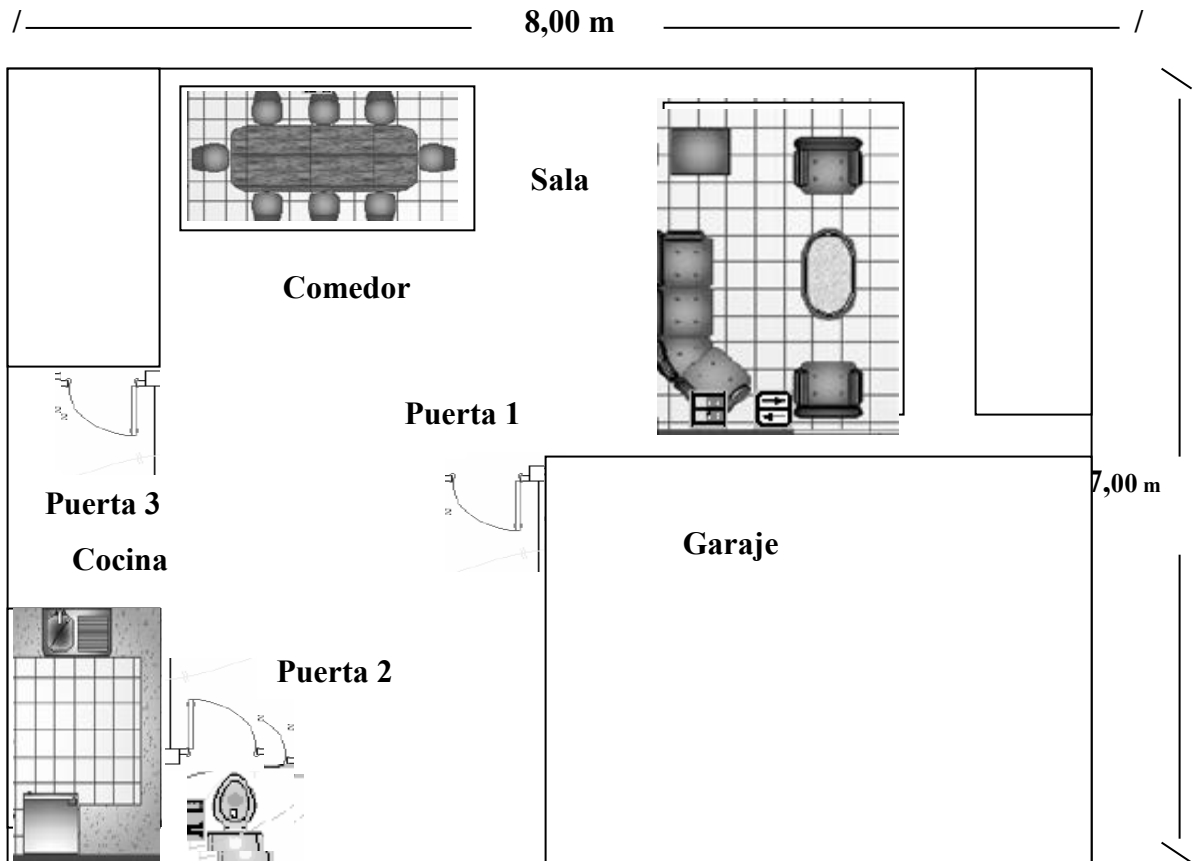


Figura 3.7: Layout (Planta Baja).

### Instalación de la red domótica.

La vivienda automatizada estará equipada de dispositivos y controladores en cada una de las habitaciones y salas de continuo tránsito, así como también en los patios delantero y trasero, colocando sensores y alarmas, con los cuales a través del celular se podrán controlar, cortinas, puertas, electrodomésticos, alarmas, etc. El esquema de instalación de los diferentes dispositivos de control en la vivienda automatizada es el siguiente:

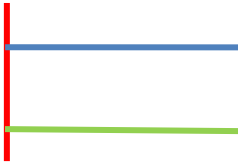
**Simbología:**



Cableado Eléctrico.



Ondas Inalámbricas.



Red LAN.

## Planta Alta

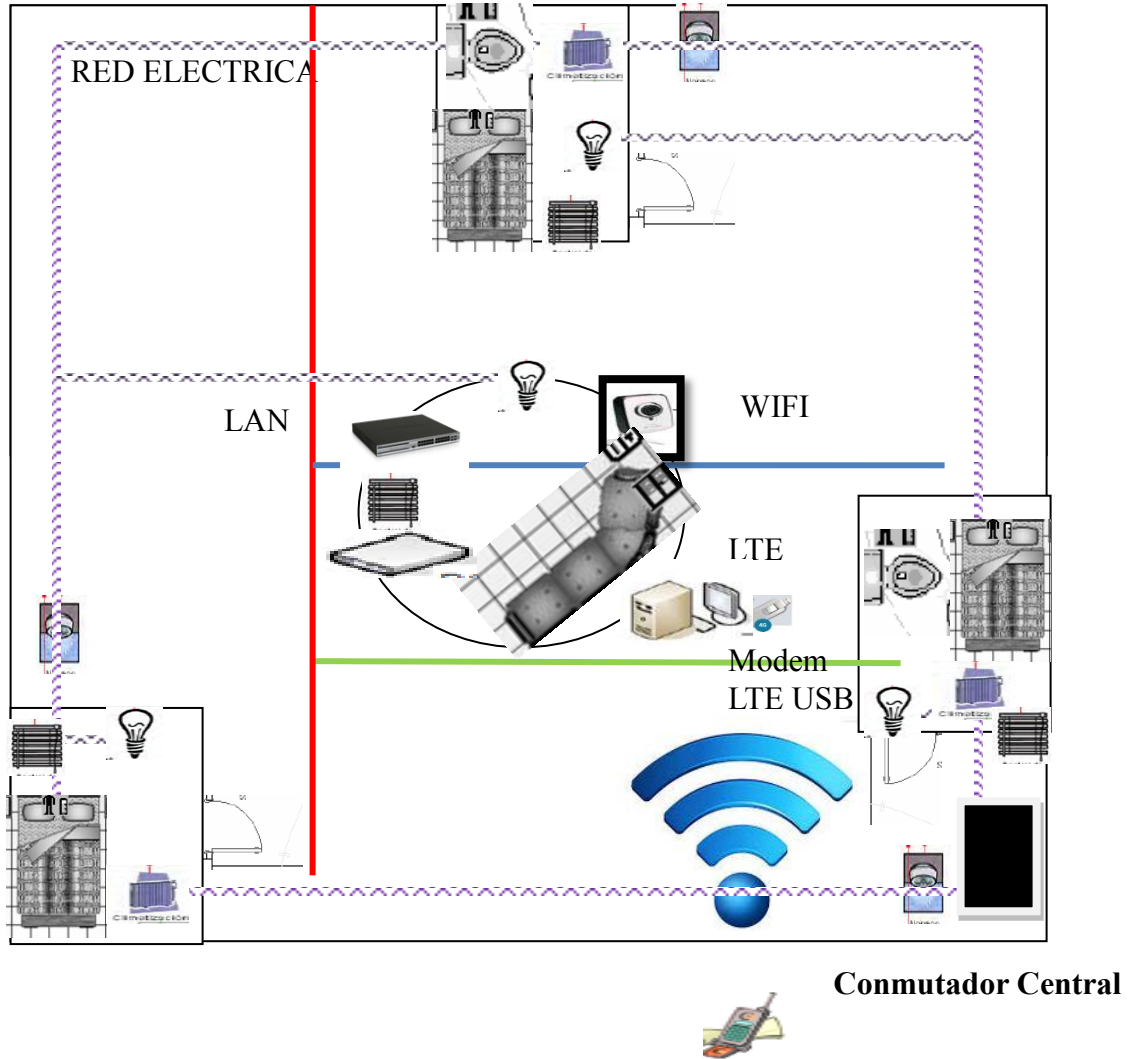


Figura 3.8: Instalación de la Red Domótica y Red Eléctrica en la Planta Alta de la Vivienda

## Planta Baja.

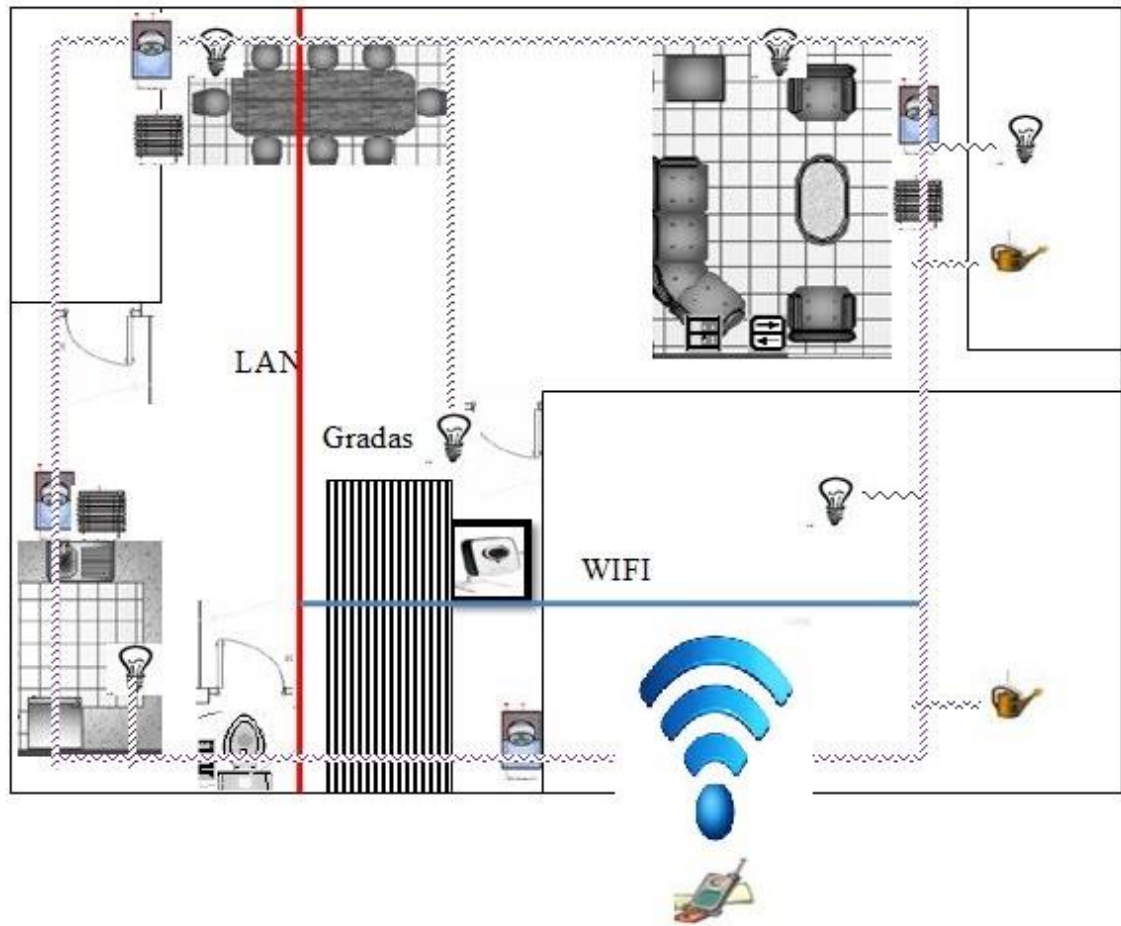


Figura 3.8: Instalación de la Red Domótica y Red Eléctrica en la Planta baja de la Vivienda.

## Análisis de Equipos para la red Gigabyte Ethernet.

### Cámaras IP inalámbricas.

Las cámaras IP inalámbricas requeridas para trabajar en entornos de red WLAN y LAN con requerimientos de banda ancha de 3 Mbps cada una, deberán poseer las siguientes características técnicas:

- Protocolo de red: IPv6.
- Formatos de video: H.264, MPG, MJPEG
- Conectividad: inalámbrica.
- Compatibilidad OS: Windows XP, 2000, Vista, 7,8

EQUIPOS	MODELO	CARACTERISTICAS
Cámara IP inalámbrica	IR, PTZ 3 Megapixels	Video de directo múltiple H.264/MPEG-4/M-JPEG
		Resolución 3 megapíxeles (2048x1536), Full HD (1920x1080)
		Full HD 30fps @ 1080p
		Comunicación de 2-vías y 3GPP videovigilancia en tiempo real
		1 puerto 10/100Mbps autonegociables y auto MDI/MDI-X
		9 LEDs infrarrojos para visión nocturna hasta 10 metros
		Cumple con IEEE 802.11b/g/n con antena externa de 3dBi
		Fácil configuración vía navegador web y utilidad Windows
		Detección de movimiento en áreas específicas
		Soporte IPv6 y ONVIF
Formatos de vídeo compatibles H.264, MPEG4		
Cámara IP inalámbrica	D-Link DCS-2132L	Megapíxeles 1 MP
		Máxima resolución 1280 x 800 Píxeles
		Formato de vídeo soportado 720p
		Red
		WLAN, conexión Si
		Protocolos de red compatibles IPv6, IPv4, TCP/IP, UDP, ICMP, DHCP, NTP, DNS, DDNS, SMTP, FTP, HTTP / HTTPS, Samba client, PPPoE, UPnP, RTP/RTSP/RTCP, IP filtering, QoS, CoS, Multicast, IGMP, ONVIF
		Tipo de Wireless LAN 802.11n
		Tecnología de cableado 10/100 BASE-T(X)
		Ethernet conexión Si multicast; JPEG para imágenes fijas.
		Interfaces de dispositivos externos: 10/100 BASE-TX Ethernet; 802.11n wireless; MicroSD/SDHC card slot
Seguridad: Protección de Administrador, usuarios y grupos; Contraseña de autenticación; HTTP y RTSP cifrado digest		

Tabla 3.9. Características Técnicas de las Cámaras IP para el escenario 1.

### Router inalámbrico.

El router inalámbrico que se va a utilizar en el escenario 1, deberá poseer características técnicas que se adaptan a entornos de red WLAN y LAN, las cuales son:

- Protocolo de red: IPv6.
- Velocidad de transmisión de datos: 10 / 100 Mbps.
- Amplitud de transmisión: 2,4 Ghz.
- Estándar: IEEE 802.11b/g/N.
- Conectividad: inalámbrica.
- Compatibilidad OS: Windows XP, 2000, Vista, 7,8.

EQUIPOS	MODELO	CARACTERISTICAS
Router inalámbrico	D-LINK DIR-610 IPV6	Dispone 4 puertos LAN 10/100Mbps Fast Ethernet
		Dispone 1 puertos WAN 10/100Mbps Fast Ethernet
		Dispone de 1 antena fija de 5dBi en 2.4GHz
		Compatible con standard IEEE 802.11b/g/N para 2.4GHz
		Soporta encriptación WEP64/128 bit WEP, WPA, WPA2 y WPS
		Soporta Autenticación IEEE 802.1x
		Soporta IEEE 802.3x full duplex en los puertos 10/100Mbps Fast Ethernet.
		Soporta DHCP server, DHCP client. Soporta rutas estáticas y dinámicas.
Router inalámbrico	Belkin 150mbps IPV6	Velocidad de transferencia de datos de hasta 150 Mbps
		Integrado 4-Port 10/100 Switch
		Belkin Router Monitor de
		Web de interfaz de usuario avanzada
		Universal Plug-and-Play (UPnP) Compatibilidad
		Firewall SPI
		NAT compartir direcciones IP
Router inalámbrico	Router Netpro Wireless 150mbps Wifi Wds Ipv6 4 Lan	Estándar IEEE802.11n proyecto actual, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
		Protocolo CSMA / CA, CSMA / CD, TCP / IP, ICMP, NAT, PPPoE, DHCP, PPTP, UDP, NAT, DNS, DDNS, QOS
		Puerto LAN 4 * 100BaseTX (Auto MDI / MDIX)
		Puerto WAN 1 * 100BaseTX (Auto MDI / MDIX)
		Velocidad de datos: 802.11n hasta 150Mbps- Up-802.11g 54Mbps (6/9/12/18/24/36/48 / 54 Mbps); 802.11b Up-11Mbps (1/2/5.5/11Mbps).

Tabla 3.10. Características Técnicas del Router Inalámbrico para el escenario 1.

### Modem USB LTE.

El modem USB LTE, es aquel dispositivo inalámbrica que enlaza la conectividad de la PC conectada en LAN hacia un dispositivo externo, en este caso un celular conectado a la Red LTE, mediante el cual se van a transmitir información en audio y video desde la cámara IP en la casa hasta el celular Samsung Galaxy, ubicado en cualquier lugar dentro y fuera del país.

Las características técnicas del modem USB LTE, son las siguientes:

EQUIPOS	MODELO	CARACTERISTICAS
Modem USB LTE	Verizon 4G LTE USB Modem UML295	4G LTE de banda ancha móvil
		Instalación tipo Plug -and-play
		2 vías de la mensajería de texto capaz
		Acceso telefónico a redes (excepto eHRPD )
		GPS simultáneo
		Global Ready™
		Servicio 7 LED indicadores de estado
		Antena 2 Conectores externos
		Datos : USB 2.0 de alta velocidad
		Tarjeta SIM 4G compatible ( 3FF )
Modem USB LTE	Pantech® 4G LTE Global USB Modem UML290	Conector USB Tipo A
		Compatible tarjeta SIM 4G
		Conector para antena externa
		Indicador de estado de servicio ( LED) - 2 Color
		Extensión Cable USB y de la funda del clip incluidos para la optimización del rendimiento
		Mensajes de texto de 2 vías capaces
		VPN compatible; Dial Up , el apoyo NDIS / LAN Adaptador.
Modem USB LTE	Gigabit L2+ Unified Managed Switches DWS-3024L/DWS-3024	4G LTE de banda ancha
		Chipset: MDM9600
		Compatible con tarjeta SIM 4G
		VZAccess Manager® para la gestión de fácil conexión
		Sistema de Antena: tribanda y la diversidad, para un rendimiento óptimo
		Indicador de estado de servicio ( LED) - 4 Color
		Mensajes de texto de 2 vías capaces
		Compatible VPN , soporte NDIS ; Auto Connect
		Dial- Up: No compatible
		GPS: No compatible

Tabla 3.11. Características Técnicas del modem USB LTE para el escenario 1.

**PC / Servidor.**

La PC o Servidor, es la central de procesos en donde se transferirán y procesarán los videos, fotografías, y edición de todas las estructuras de la casa que fueron vigiladas en determinado tiempo. Es en el servidor en donde se instalará el software de aplicación de la cámara IP, mediante el cual se podrán editar todos los cuadros e imágenes granadas en tiempo real.

EQUIPOS	MODELO	CARACTERISTICAS
PC	Acer All In One 22"+	Computador: Acer Android Desktop AIO, procesador OMAP 4430 dual-core ARM Coretex-A9 processor (1GHz) - Memoria RAM 1GB DDR3 RAM - Disco Duro de 8GB, Pantalla HD - 21.5" HD optical multi-touch display (1920 x 1080) - 2-point multi-touch intuitive control - camara frontal, - built-in speakers - Wi-Fi - Bluetooth® - Micro-HDMI® - Micro USB 2.0, Mouse y...
Laptop	Notebook MODELO: Acer Chrome Book Q1VZC C710-2847	Pantalla de 11.6, Tipo de Pantalla LED, Memoria RAM 2GB, Disco Duro de 320GB, RED, Wifi, Batería 6 Celdas.

Tabla 3.12. Características Técnicas del computador /laptop para el escenario 1.

El software de la cámara IP inalámbrica permitirá abrir una conexión Web desde internet, de donde el celular Samsung Galaxy podrá manipular y controlar los movimientos de la cámara como también tomar fotografías y grabar video HD con solo utilizar los comandos del software. La PC o laptop que se utilizará deberá poseer las siguientes características:

**Celular con tecnología LTE / 4G.**

El tipo de celular utilizado en el Escenario 1, es Android con capacidad de conexión a internet utilizando el protocolo IPv6, sobre una red LTE/4G, con el cual se podrá controlar las cámara IP inalámbricas a través de una dirección HTTP incluida en el software de la cámara e instalado en el PC del computador.

Al abrir la página Web del controlador de la cámara desde el celular la conexión LTE con la casa es de tipo HD, a la máxima velocidad de transmisión, con una banda de hasta 100 Mbytes / segundo, pudiendo controlar hasta 4 cámaras IP inalámbricas en red en la casa.

Con el celular Android se podrán controlar los movimientos d la cámara, zoom, tomar fotografías, editar y grabar video, entre otras ventajas; todo esto con conectividad LTE proporcionada por un proveedor de red local. Los celulares que más se ajustan a esta tecnología son los siguientes:

EQUIPOS	MODELO	CARACTERISTICAS
Celular Android	Samsung Galaxy S4 i337	Procesador: Quad Core 1.9 Ghz
		Cámaras Principal:13MP:Secundaria:2 MP
		Memoria: 2GB
		Batería: 2.600 mAh
		Android 4.2.2
Celular Android	LG Optimus G E976	Procesador: Snapdragon S 4 1.5 GHz
		Cámaras Principal:13MP:Secundaria:1.3 MP
		Memoria: 2GB
		Batería: 2.100 mAh
		Android 4.1.2
Celular Android	LG Optimus LTE P870	Procesador: Qualcomm 530 MHz/1.2 Ghz
		Cámaras Principal:5 MP
		Memoria: 4GB
		Batería: 1.820 mAh
		Android: 4.0

Tabla 3.13. Características Técnicas del celular con tecnología LTE 4G escenario 1.

En el Ecuador, la tecnología LTE 4G para redes móviles, llegará para el año 2014, cuyo proveedor principal será la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT.

### 3.5.1.3. ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de costos presenta el presupuesto de hardware y software requeridos para la instalación del Escenario No 1 (Red LTE, RED WLAN y LAN), en donde se detallan valores de cada modelo y marca, de los cuales se escogerán los que mayor rentabilidad técnica y económica brinden al proyecto:

#### EQUIPO: Cámaras IP Inalámbricas (IPV6)

MODELO	COSTOS	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL
Axis M1011W	\$ 199,00	12 MESES	\$ 230,00
IR, PTZ 3 Megapixeles	\$ 560,00	12 MESES	\$ 600,00
D-Link DCS 213 2132L	\$ 213,20	12 MESES	\$ 253,20

#### EQUIPO: Router Inalámbrico (IPv6)

MODELO	COSTOS	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL
D-LINK DIR-610 IPV6	\$ 32,50	12 MESES	\$ 45,00
Belkin 150mbps IPV6	\$ 2.599,00	12 MESES	\$ 2.650,00
Router Netpro Wireless 150 Mbps Wifi Wds IPV6 4 LAN	\$ 23,00	12 MESES	\$ 35,00

#### EQUIPO: Modem USB LTE

MODELO	COSTOS	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL
Verizon 4G LTE USB Modem UML295	\$ 18,00	N/A	\$ 18,00
Pantech 4G LTE Global USB Modem UML290	\$ 20,00	N/A	\$ 20,00
Gigabit L2+ Unified Managed Switches DWS-3024/DWS-3024	\$ 25,00	N/A	\$ 25,00

#### EQUIPO: PC/Laptop

MODELO	COSTOS	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL
PC ACER All In One 22"+	\$ 366,00	12 MESES	\$ 400,00
NoteBook ACER Chrome Book Q1VZC C710-2847	\$ 277,00	12 MESES	\$ 317,00

**EQUIPO: Celulares Android LTE (IPV6)**

MODELO	COSTOS	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL
Samsung Galaxy S4 i337	\$ 924,00	12 MESES	\$ 964,00
LG Optimus G E976	\$ 848,00	12 MESES	\$ 888,00
Lg Optimos LTE P870	\$ 388,54	12 MESES	\$ 428,54

Tabla 3.14. Costos de cámaras IP, Routers inalámbrico, PC / laptop y Celulares Android para el escenario 1.

**INSTALACIÓN: PROVEEDOR INTERNET RED LTE**

PROVEEDOR	COSTOS MENSUALES	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL POR AÑO
CNT*	\$ 30,00	12 MESES	\$ 360,00

- CNT en el 2014 es el único proveedor que posee el espectro radioeléctrico para la tecnología LTE4G.

**INSTALACIÓN: PROVEEDOR INTERNET RED LAN**

PROVEEDOR	COSTOS MENSUALES	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL POR AÑO
PUNTO NET	\$ 25,00	12 MESES	\$ 300,00
CLARO	\$ 30,00	12 MESES	\$ 264,00
TV CABLE	\$ 30,00	12 MESES	\$ 360,00
CNT	\$ 22,00	12 MESES	\$ 264,00

Tabla 3.15. Costos de Instalación de Internet y Red LTE para el escenario 1.

**3.6. PROPUESTA DE APLICACIÓN No 2**

**PROPUESTA DE DISEÑO TEÓRICO PARA ESTUDIAR LA FACTIBILIDAD DE  
COCNECTIVIDAD POR INTERNET MOVIL IPV6 6LOWPAN PARA UN AUTO**

## **Y UN HOGAR DIGITAL CON RED METRO ETHERNET ISP DE FIBRA OPTICA EN LA CIUDAD DE QUITO.**

### **3.6.1. INGENIERIA DEL PROYECTO.**

#### **3.6.1.1. REQUERIMIENTOS.**

##### **Red Metro Ethernet de Fibra Óptica.**

La Red Metro Ethernet de Fibra Óptica para esta propuesta requiere de un proveedor ISP de fibra óptica la cual da conectividad de tipo MAN/WAN de nivel 2, por medio de la cual el usuario en su vehículo accede por medio de un nodo sensor implantado en su sistema eléctrico.

Este nodo sensor, se conecta a la Red Metro Ethernet a través de los nodos de acceso repartidos por toda la ciudad, los cuales trabajan mediante la tecnología de internet 6LOWPAN.

Las redes Metro Ethernet poseen un bus de transmisión de fibra óptica, alcanzando velocidades mayores a 1 Gbps. La Red Metro Ethernet de fibra óptica trabaja con el protocolo IEEE 802.1ad, que basa su funcionamiento en apilar de forma consecutiva dos tags o etiquetas VLAN, uno para el proveedor (S-VLAN) y otro para el cliente (C-VLAN).

El mecanismo añade una nueva etiqueta que permite que el proveedor identifique individualmente las redes de sus clientes, mientras que la primera etiqueta (la original) se utiliza para identificar las VLANs en la red del cliente.

Las tramas de cliente que llegan al proveedor con tag VLAN son encapsuladas mediante una S-VLAN que vendrá determinada por el servicio al que el cliente haya accedido. La red del proveedor emula la función de un conmutador.

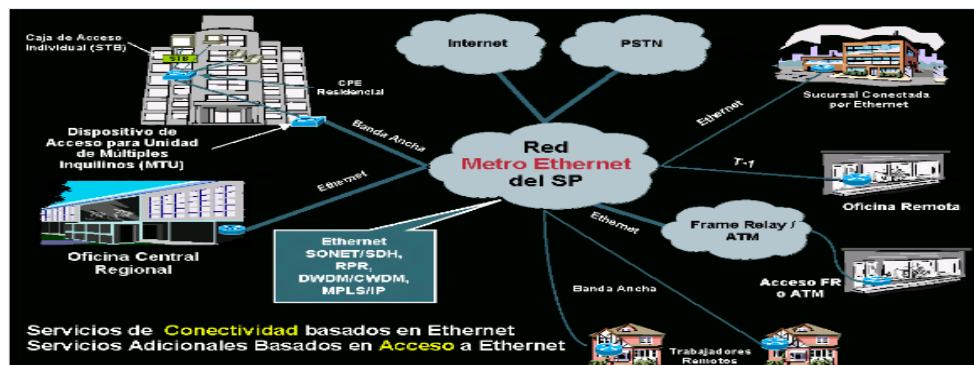


Figura 3.9. Red Metro Ethernet [<http://tic-tac.teleco.uvigo.es/profiles/blogs/metro-ethernet>].

El tipo de red utilizado para la conectividad móvil de un auto y el hogar digital, es una red de acceso por nodos y una red de distribución.

### Red de Acceso por Nodos.

La red de acceso o Red LAN es aquella red que permita la conexión inalámbrica entre el nodo sensor del auto con los nodos de acceso directo de la red metropolitana de fibra óptica. El proveedor en la red metropolitana de fibra óptica está configurada a IPv6 al igual que el hogar digital que trabaja con una red LAN, y equipos direccionados a IPv6 desde la cual se envía cualquier tipo e información detectada por el conmutador central al proveedor de la red, el cual retransmite la información al vehículo a través de la tecnología 6LOWPAN de los nodos de acceso directo distribuido por todas las carreteras.

### **Red de Distribución.**

Es aquella red de nodos de acceso que enlaza la conexión internet en varios puntos o zonas, permitiendo que la conectividad móvil de internet en el auto este siempre activa, sin que exista cortes de red o retardos en el envío de la información. Esta red de distribución es suministrada por el proveedor de la red metro Ethernet de fibra óptica o ISP, la cual conforma la red de transporte por nodos, con la cual el auto podrá utilizará varios dispositivos móviles configurados a IPv6, para la comunicación con la vivienda digital.

### **3.6.1.2. TOPOLOGIA DE RED.**

#### **3.6.1.2.1. REQUERIMIENTOS DE TOPOLOGÍA.**

El presente sistema de conectividad móvil de un auto y un hogar digital a través de una red metro Ethernet de fibra óptica con tecnología 6LOWPAN, trabaja con una red tipo estrella, cuya infraestructura es la siguiente:

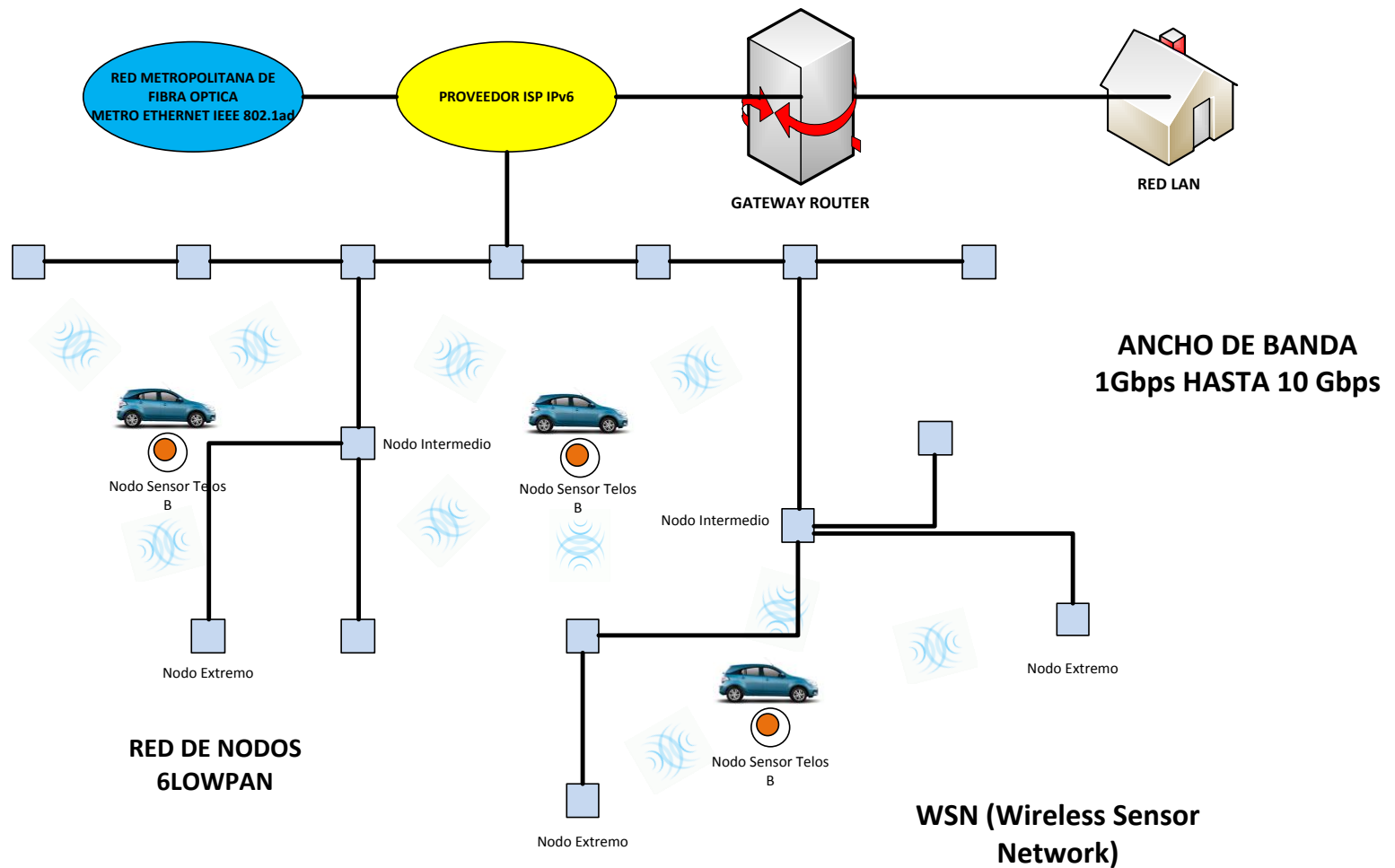


Figura 3.10: Propuesta de diseño teórico para estudiar la factibilidad de conectividad por internet móvil IPv6 6LOWPAN para un auto y un hogar digital con red Metro Ethernet ISP de Fibra Óptica en la ciudad de Quito.

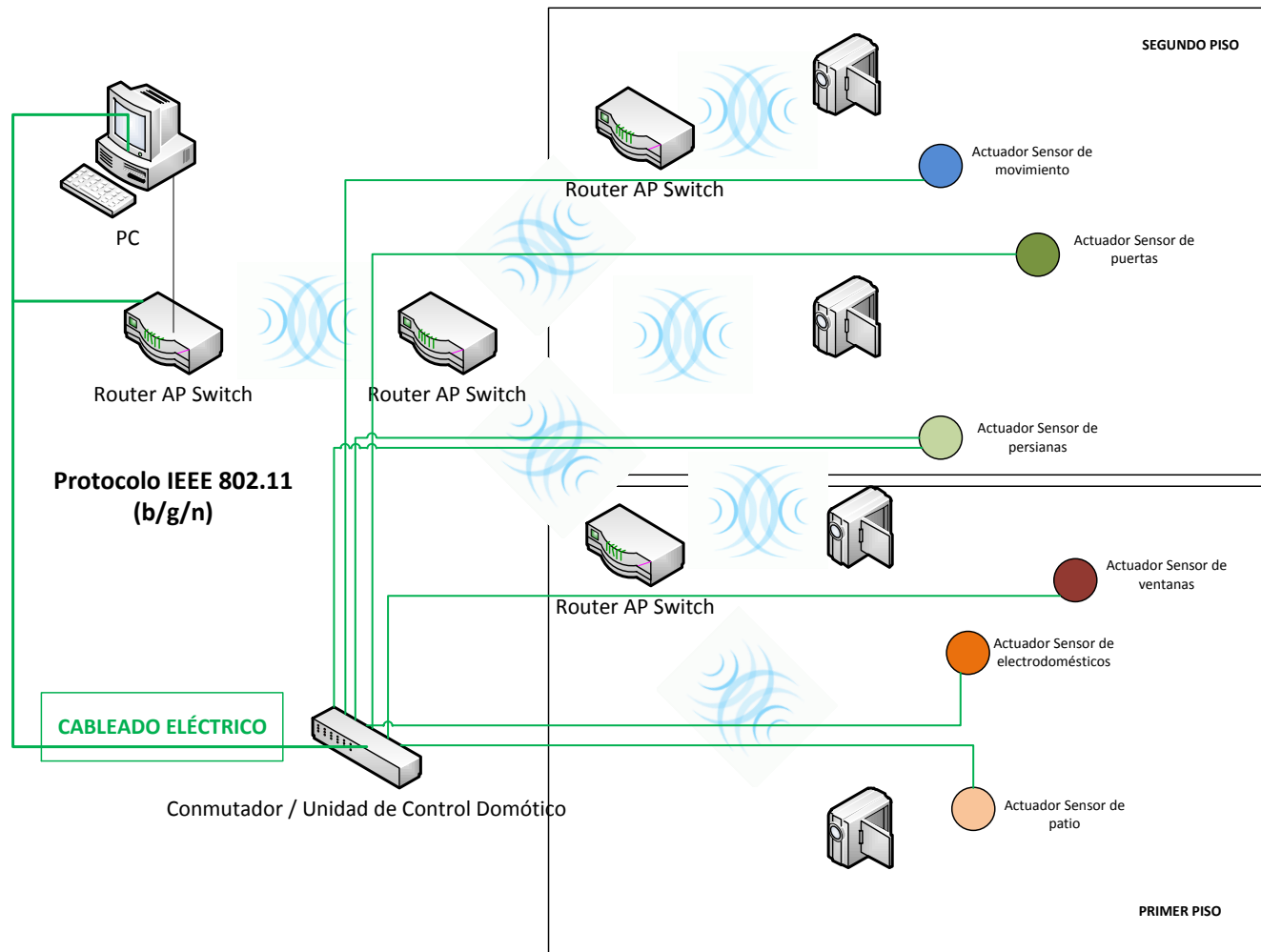


Figura 3.11: Red LAN de la Propuesta Nro. 2

## **Análisis de la Red**

La propuesta de aplicación No 2, presenta una topología de red tipo estrella en donde la conectividad entre el auto y la casa se realiza a través de la red gigabyte Ethernet y la red metro Ethernet. La red Metro Ethernet es suministrada por un proveedor el cual mediante una dirección IP conecta su central con nodos sensores distribuidos en toda la ciudad. Estos nodos sensores están implementados bajo una plataforma de comunicaciones 6LOWPAN la cual permite la transferencia de información desde los nodos distribuidores a los nodos de acceso de la red.

Los nodos de acceso de la red permiten que la intercomunicación proveedor cliente se haga de dos formas una de carga y otra de descarga. Estos nodos pueden convertir la información a IPv6 mediante una compresión de la capa central.

El proveedor de la red metro Ethernet, trabaja bajo dos nodos núcleo que están conectados al a malla del sistema. La red gigabyte Ethernet de la casa la suministra otro proveedor de internet el cual trabaja con IPv6 el cual controla que todos los paquetes y software sean transmitidos por la red LAN a la casa, y de esta forma poder tener una estructura de comunicaciones completa.

La comunicación del proveedor de internet IPv6 se hace posible mediante un router Gateway el cual es de alta capacidad de forma que toda a transmisión de la casa llegue a

los nodos con velocidades de hasta 10 Gbps al auto. El protocolo de comunicaciones con el cual trabaja la red de nodos sensores con 6LowPan es el IEEE 802.1 ad.

### **Infra estructura de Red Metro Etherner Fibra Óptica protocolo IEEE 802.1 ad.**

#### **Red de Transporte con nodos de acceso.**

Dentro de la red Metro Ethernet la infraestructura que se aplica es la siguiente:

- Nodos 6LOWPAN.
- Proveedor de red ISP con direccionamiento de su ruteador a IPV6.
- Cableado de fibra óptica para los nodos de acceso.
- Nodos con posibilidad de capa IPV6.
- servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2.
- Cableado de fibra óptica.
- Protocolo IEEE 802.1 ad.
- Red LAN con acceso a internet por medio de un router fibra óptica.

#### **Auto.**

Los dispositivos a utilizarse para la conexión del auto con la red 6LOWPAN son:

- Nodo sensor 6LOWPAN.
- Red 6LOW PAN con posibilidad de capa IPv6.
- SIM ISP.
- Celular Android 4G.

## **Hogar.**

Dentro del hogar o Red LAN los dispositivos a utilizarse son:

- Internet Banda Ancha.
- Conectividad con fibra óptica plástica FOP.
- Router Cisco fibra optica.
- PC o Laptop.
- Conmutador central o Unidad de Control conectada a la red LAN (Acces Point).
- Sensores y actuadores inalámbricos.
- Router Gigabyte inalámbrico direccionado a IPv6.
- Equipos de video vigilancia direccionados a IPv6.
- Equipos de control domótico de interiores y exteriores del hogar direccionados a IPv6.
- Computador PC de escritorio direccionado a IPv6.
- Celular, Tablet, Laptop, direccionados a IPv6.
- Conexión LAN (RJ45).
- Red WLAN (Wireless LAN –WiFi).

### **3.6.1.2.2. ANALISIS DE CONECTIVIDAD.**

#### **Conectividad con Nodos de Acceso para la Red IEEE 802.1ad con tecnología 6LOWPAN.**

La red de nodos con tecnología 6LOWPAN comunica al vehículo con nodo sensor configurado a 6LOWPAN con capa IPv6 para la conectividad con el hogar digital a

través de la fibra óptica en una red LAN de banda ancha, alcanzando velocidades de transmisión de la información de hasta 10 Gbps.

La red de nodos de la Metro Ethernet fibra óptica trabajan con el protocolo IEEE 802.1 ad, cuyas características técnicas son:

<b>NODOS TELOS</b>	<b>PROPIEDADES</b>
Memoria de Lectura	RAM 10 Kb
Sistema Operativo	Sistema Operativo Tiny OS 2.0
Algoritmo	Algoritmo de rutin LOAD
Protocolo de Red	Red IPV6 compatible mediante 6LOWPAN con compresión IPHC
Conexión a Internet	Conectividad a Internet mediante el router Gateway del servidor ISP

Tabla 3.16. Características Nodo TELOS B

<b>PROVEEDOR DE RED:ROUTER GATEWAY</b>	<b>PROPIEDADES</b>
Interfaz	Red Móvil con doble interfaz 802.1ad
Socket	Modem 4G
Modem	stack TCP/IP, tecnología WIPSoft basada en comandos AT específicos, modo cliente/servidor, etc.

Tabla 3.17. Características Router Gateway.

La conectividad en los nodos trabaja con tecnología 6LOWPAN, la cual puede adaptarse a una capa de IPv6, ya que se aplica una compresión tipo IPHC únicamente a la red 802.1 ad. De esta forma el Gateway del proveedor ISP de la red metro Ethernet de fibra óptica inicializara el stack o protocolo de red TCP/IP, para la gestión de conexiones ente los nodos y la LAN del hogar digital.

Mediante el Gateway del proveedor de red se controlarán con el TCP / IP, el buffering de sesión, la compresión y descompresión de datos, etc. La interfaz de IPv6 usada por el

proveedor no posee ningún tipo de compresión, y se podrá ejecutar la aplicación deseada según el router UDP.

### **Arquitectura de protocolos de elementos del sistema de red metropolitana de fibra óptica.**

El primer escenario de esta propuesta, requiere de Fibra Óptica, con un ancho de banda mínimo de 100 Mbps, ya que se está utilizando una red móvil 6LOWPAN con nodo sensor que se interconecta a una red de nodos en toda la ciudad. El ancho de banda ofrece una velocidad máxima de 20 Mbps de subida y 5 Mbps de bajada con calidad de definición de video HD, tanto en el auto como en la vivienda digital.

### **INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS WSN (Wireless Sensor Networks).**

La Red de Sensores Inalámbricos WSN para esta propuesta está formada por un conjunto de nodos inalámbricos Telos B, que son integrados a una red de Internet 6LOWPAN con IPv6 a través del Gateway del proveedor que hace las veces de conmutador.

Ambos elementos deben proporcionar un stack de comunicación compatible con el estándar de red IEEE 802.1ad, y con el protocolo de enrutamiento LOAD, para que el nodo sensor del automóvil reciba la información inalámbrica proveniente del hogar digital.

## **Auto.**

### **Conexión Nodo Sensor Telos B.**

El nodo sensor es inalámbrico de marca Telos B, que comunica en bypass al auto con el Gateway del proveedor ISP, pues sus reducidas dimensiones, peso y su condición de elemento inalámbrico permiten que pueda integrarse a cualquier objeto. De esta manera el acceso a Internet por parte del objeto se hace posible, siempre y cuando exista algún interfaz de comunicación entre el sensor y el objeto

El nodo sensor Telos B inalámbrico se conecta al auto, en el parabrisas frontal en la parte superior, en donde esté libre de obstáculos para una frecuencia más nítida, el cual realiza dos funciones que son: nodo de comunicación dentro de la red wireless y la propia de sensor, es decir, la de captación y adaptación de datos extraídos del entorno como son proximidad a un auto, a una carretera sin salida, proximidad a una avenida congestionada, siendo necesario programarlo para estas dos funciones.



Figura 3.12. Nodo Sensor de automóvil marca Telos B  
[<http://www.circulaseguro.com/que-es-la-comunicacion-entre-vehiculos/>]

La estructura del nodo sensor, es la siguiente:

- Alimentación con pilas AAA.
- Antena integrada de comunicación inalámbrica.
- Indicador de conexión a red.
- Pulsador de alerta.
- Conector a computador.
- Detector integrado de aceleración / desaceleración.

### **Consumo de banda.**

El nodo utiliza para su comunicación una frecuencia en la banda libre de 2.4GHz con un total de 16 canales. La banda libre del nodo es de una amplitud media que no se afecta con interferencias como son WiFi o Bluetooth.

TIPO DE NODO SENSOR	FRECUENCIA	CANALES
Inalámbrico	2.4 GHz	16

Tabla 3.18. Características del nodo sensor inalámbrico.

### **Gateway del proveedor de red ISP.**

El gateway es el hardware del proveedor de red metro Ethernet de fibra óptica que enlaza el Internet y la red de los nodos con protocolo 802.1 ad. Los elementos que la componen son el nodo sensor Telos B y el modem 4G que está conectado a la PC en el hogar digital, los mismos que dan conectividad a Internet con IPv6 en conjunto respectivamente.

El gateway es en un subsistema de dos elementos en el que uno (el nodo) da órdenes y el otro (el módem) las interpreta y ejecuta. Dichas órdenes son comandos AT, el idioma que entienden la mayoría de los módems comerciales. Dichos comandos se envían por la interfaz serie UART del nodo, y mediante un cable llegan a la interfaz serie del módem 4G. Si éste responde, el camino es el inverso.

A través de estos comandos el Gateway controla todas las funciones del modem 4G como son transmitidos de voz, audio y datos de los equipos domóticos conectados en la casa.

### **Red 6LOWPAN.**

La red 6LOWPAN, es una red de cobertura personal, que se utiliza para conectar los nodos de red con el nodo sensor del auto, a través del Gateway del proveedor de la red metropolitana de fibra óptica. La tecnología de red 6LOWPAN, están basadas en la especificación IEEE 802.1ad, la cual facilita la transmisión de datos desde los nodos de acceso directo en la red al nodo sensor del auto, y de este a través del Gateway comunicarse con la vivienda automatizada.

TIPO DE RED	ESTANDAR	EQUIPOS EN EL AUTOMOVIL
6LOW PAN inalámbrica	IEEE 802.1ad	Teléfonos celulares
		PAD's
		Computadores
		Laptop

Tabla 3.19. Características de la Red 6LOWPAN.

### **Celular Android 4G.**

El celular Android 4G es el medio de comunicación más generalizado en los autos para la conectividad por internet con IPv6 en el hogar digital el cual funcionando a través de una tecnología de red de nodos 6LOWPAN y la LAN del hogar. El celular es de tipo Android, con las siguientes características de conectividad.

TIPO DE CELULAR	CONECTIVIDAD	ESTANDAR
Android	Wireless WLAN	HSDPA-HSUPA

Tabla 3.20. Características de la conectividad Wifi del celular 3G en el auto

### **Red LAN Gigabyte Ethernet para la casa.**

La Red LAN Gigabyte Ethernet que se utilizará en la vivienda, permite una velocidad de transmisión de datos de hasta 10 Gbps, de acceso conmutado bajo la norma de internet 100BASE-T, cuyo alcance va desde 10 metros hasta 100 Km. Los requerimientos para instalar esta red en la vivienda automatizada serán los siguientes:

ÁREA DE SERVICIO	CONDUMMO DE ENERGÍA	SEGURIDAD	CONECTIVIDAD
Hasta 100 Km	UPS	Control de interferencias	Conmutado

Tabla 3.21. Requerimientos para instalar una Red LAN Gigabyte Ethernet.

### **Ventajas:**

- Acceso conmutado.
- Los ISP (proveedor de internet) proveen de alta velocidad.
- Costo reducido.

- Alcance de 10 metros a 100 kilómetros.

### **Red LAN Inalámbrica.**

La Red LAN inalámbrica permite una velocidad de transmisión de hasta 54 Mbps, trabaja bajo el estándar IEEE 802.11(b/g/n). Los requerimientos para instalar esta red en la vivienda automatizada serán los siguientes:

ÁREA DE SERVICIO	CONDUMO DE ENERGÍA	SEGURIDAD	CONTROL DE REDES INALÁMBRICAS ADYACENTES	CONECTIVIDAD
18 a 38 metros	UPS	Control de interferencias	Configuración de redes	Antena sincronizada

Tabla 3.22. Requerimientos para instalar una Red LAN Inalámbrica en el hogar domótico.

### **Ventajas:**

- Amplia capacidad de cobertura.
- Permite movilidad, traslados y trabajo en red ad hoc.
- Fácil mantenimiento.

### **Medio de Transmisión (Bus de transmisión).**

Para el medio de transmisión se utiliza el cableado de fibra óptica plástica FOP de 2,2mm con un ancho de banda de 1 Gbps hasta 10 Gbps, con baja latencia, con una fuerza de tracción de 150N (newtons fuerza), el cual necesita de un router y un switch para fibra óptica para enlazar la comunicación entre la red de nodos en la metro Ethernet de fibra

óptica y el vehículo con el nodo sensor trabajando en conjunto con los nodos de acceso con 6LOWPAN.

La vivienda deberá poseer unas rosetas de alimentación de fibra óptica que integran el cableado y lo conducen al interior de la casa conjuntamente con el cableado eléctrico, facilitando su instalación y ahorrando costos. El estándar de fibra óptica es el 802.3u.

ITEM	DETALLE
CABLE FIBRA OPTICA PLASTICA FOP	2,2 mm
VELOCIDAD DE TRANSMISION	Mayores a 1 Gb
CONECTORES	Sin conectores
FUERZA DE TRACCIÓN	150 N
RADIO DE COBERTURA	20 mm sin emisiones electromagnéticas
EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA SEÑAL	Router, Switch
CAJA ALIMENTADORA FOP EMPOTRABLE EN CASA	3 puertos RJ45 y punto de acceso WIFI
WIFI	Estándar de comunicaciones IEEE 802.3 u
IP	Integrados

Tabla 3.23 Características del Cable de Fibra Óptica estándar IEEE 802.3 u

- **Router Cisco para fibra óptica.**

La conectividad del Router Cisco 8 puertos, utiliza la Red LAN con fibra óptica como medio de conexión con la PC o servidor en la vivienda cuyas características de conectividad son las siguientes:

ROUTER	CONEXIÓN WLAN	ESTÁNDAR	CONEXIÓN LAN
Gateway 8 puertos	Inalámbrico GSM	VoIP protocolos (SIP & h.323)	Dos 10/100 Ethernet

Tabla 3.24. Características de conectividad del router Gateway 8 puertos.

- **PC o Laptop.**

La conectividad de la PC o Laptop, servirá para la transmisión en audio y video de todos los componentes domóticos instalados en la casa a un nodo sensor conectado a 6LOWPAN con capa IPv6, el cual podrá transmitir la señal de audio y video hacia el celular IPv6 del usuario que esta al interior del vehículo.

La PC al igual que el router, está conectado a la red LAN con fibra óptica cuya velocidad y ancho de banda permitirán una transmisión nítida de la señal desde la casa al auto. La característica de conectividad de la PC son las siguientes:

COMPONENTES DE RED	CONECTIVIDAD LAN	CONECTIVIDAD W LAN
Tarjeta de red Ethernet	Conectividad WLAN. Ethernet 10/100/1000 Ethernet support	WLAN option: Mini Card wireless network adapter (802.11 b/g/n) • WPAN option: Bluetooth • Integrated 2.0 MP webcam
Tarjeta de video		2.1+EDR (Enhanced Data Rate)
Slot para tarjeta grafica		
Slot para tarjeta de sonido		
Puertos USB para conectividad móvil 3G		
Configuración de red al protocolo IPV6		

Tabla 3.25. Características de conectividad de la PC.

### 3.6.1.3. ANALISIS DE COSTOS.

**EQUIPO: Nodo Sensor Telos B**

MODELO	COSTOS	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL
Telos B	\$ 200,00	12 MESES	\$ 230,00

**EQUIPO: Router Cisco fibra óptica inalámbrico**

MODELO	COSTOS	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL
Cisco 200E	\$ 97,00	12 MESES	\$ 117,00

**EQUIPO: PC/Laptop**

MODELO	COSTOS	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL
PC ACER All In One 22"+	\$ 366,00	12 MESES	\$ 400,00
Notebook HACER Chrome Book Q1VZC C710-2847	\$ 277,00	12 MESES	\$ 317,00

**INSTALACION: PROVEEDOR RED METROPOLITANA DE FIBRA OPTICA METRO ETHERNET**

PROVEEDOR	COSTOS MENSUALES	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL POR AÑO
PUNTO NET	25	12 MESES	300
CLARO	22	12 MESES	264
TV CABLE	30	12 MESES	360
CNT	22	12 MESES	264

**INSTALACIÓN: FIBRA OPTICA**

PROVEEDOR	COSTOS MENSUALES	FINANCIAMIENTO	PRECIO FINAL POR AÑO
ECUANET	45	12 MESES	540
TELCONET	50	12 MESES	600
SATNET	43	12 MESES	516

Tabla 3.26. Análisis de Costos Propuesta No 2.

### **3.7.PROPUESTA DE APLICACIÓN No 3.**

**PROPUESTA DE DISEÑO TEÓRICO PARA ESTUDIAR LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTAR UNA RED DOMOTICA DE UNA CASA CON CONECTIVIDAD DE FIBRA OPTICA, MEDIANTE UN SERVIDOR ISP LOCAL DIRECCIONADO A IPV6, PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DEL HOGAR.**

#### **3.7.1. INGENIERIA DEL PROYECTO.**

##### **3.7.1.1.TIPOLOGIA DE RED.**

###### **3.7.1.1.1. REQUERIMIENTOS DE TIPOLOGÍA.**

La tipología para el sistema de control y vigilancia de un hogar con red domótica, es de tipo centralizada con las características siguientes:

- Requerimiento de fibra óptica.
- Proveedor ISP que utilice una interfaz del protocolo IPv6.
- Red domótica LAN y WLAN (Wireless) en la casa.
- Los módulos de control tienen acceso directo independiente a la LAN.
- Los sensores y actuadores son de tipo universal.
- Costos altos.

##### **3.7.1.2.TOPOLOGIA DE RED.**

###### **3.7.1.2.1. REQUERIMIENTOS DE TOPOLOGÍA.**

## **FIBRA OPTICA.**

### **Conectividad con fibra óptica.**

La conectividad con fibra óptica en una red domótica de una casa trabaja con una topología de tipo estrella, en la que cada estación está directamente conectada a un nodo central común, generalmente a través de dos enlaces punto a punto, uno para transmisión y otro para recepción. Para una red domótica de control y vigilancia de un hogar el proveedor de internet usara el protocolo IPv6, y el cableado es de fibra óptica.

Este sistema de video vigilancia presenta según la topología de estrella dos escenarios a ser analizados:

### **Infraestructura de Red LAN-WLAN con fibra óptica.**

#### **Red Domótica del Hogar:**

- ISP con IPv6.
- Cableado de fibra óptica.
- Conmutador central o Unidad de Control conectada a la red LAN (Access Point).
- Sensores y actuadores inalámbricos.
- Router Gigabyte inalámbrico direccionado a IPv6.
- Equipos de video vigilancia direccionados a IPv6.
- Equipos de control domótico de interiores y exteriores del hogar direccionados a IPv6.
- Computador PC de escritorio direccionado a IPv6.
- Celular, Tablet, Laptop, direccionados a IPv6.

- Conexión LAN (RJ45).
- Red WLAN (Wireless LAN –WiFi).

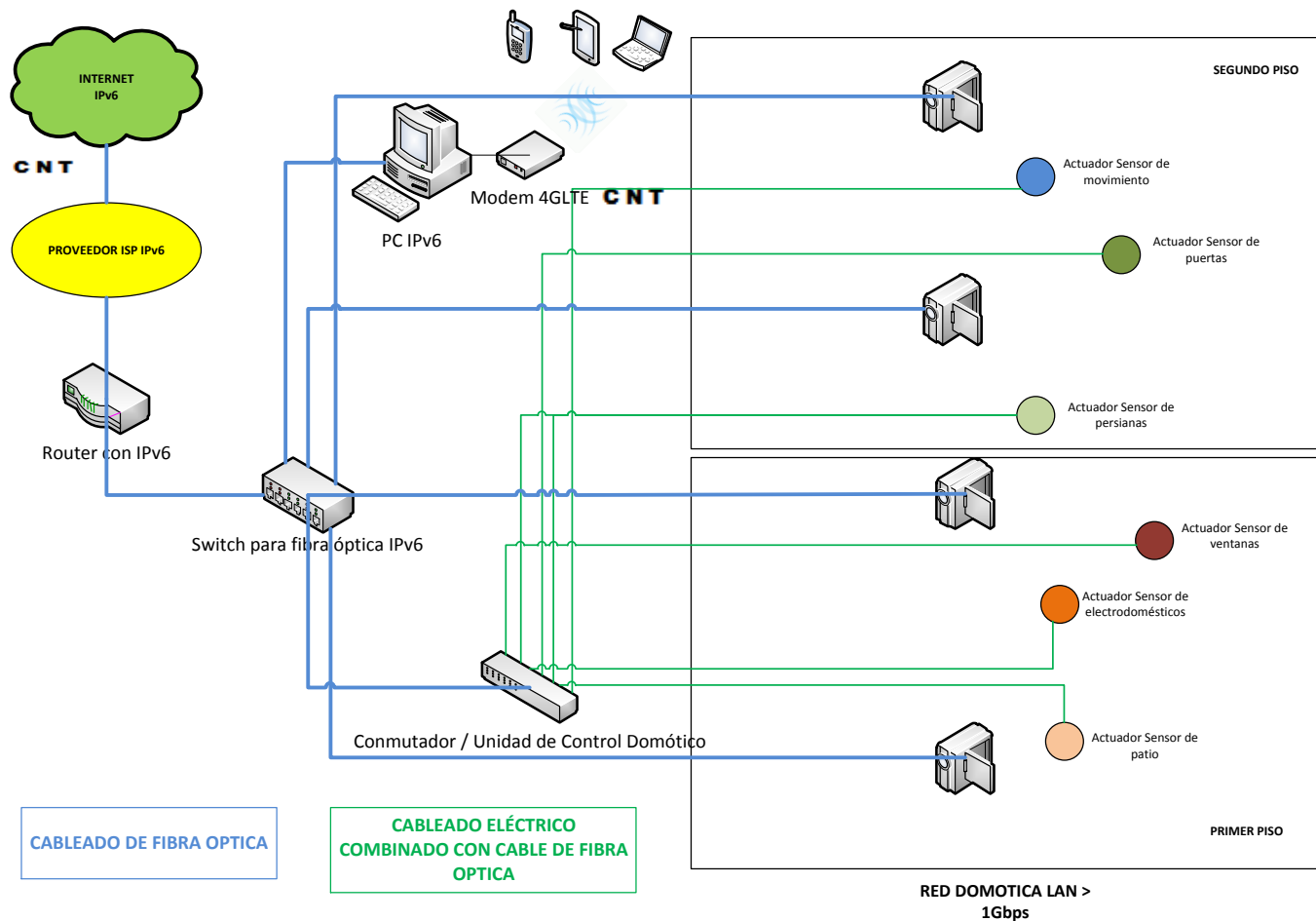


Figura 3.13: Propuesta de diseño teórico para estudiar la factibilidad de implementar una red domótica de una casa con conectividad de fibra óptica, mediante un servidor ISP local (CNT-tecnología 4GLTE) direccionado a IPv6 para el control y vigilancia del hogar.

### **Análisis de la Red.**

La propuesta de aplicación No 3, presenta una topología de red tipo estrella en la que se conecta por medio de fibra óptica una red domótica instalada en una casa con el proveedor de internet ISP que es CNT, el cual posee el protocolo IPv6. A la red domótica se conecta el conmutador o unidad de control domótico el cual mediante el cableado eléctrico de la casa, mantiene y resguarda el proceso electrónico de los diferentes dispositivos y equipos de vigilancia.

La red LAN de la casa es alimentada con fibra óptica a la cual se conectan el computador, switch, router, los cuales están direccionados al protocolo IPv6 de internet. A través de la conexión LAN de la casa el switch de fibra óptica posee 4 slots o puertos RJ45 los cuales permiten que la red LAN de internet pueda controlar las cámaras, sensores, actuadores dentro de la casa y de esta forma poder transferir información de audio y video desde estos dispositivos hacia la PC.

La PC posee un modem 4G LTE, el cual permite que esta transferencia de información en audio y video se transfiera por red WiFi a los diferentes dispositivos móviles como celulares, tablets, laptops, ipad, entre otros, y poder tener controlada la casa de forma externa.

La presente topología de red con fibra óptica permite alcanzar velocidades superiores a 1 Gbps con ancho de banda mayor a 100 Mb, con una cobertura de hasta 100 Km para

conexiones monopunto, de donde la velocidad WiFi es de 54 Mbps. La red LAN es Gigabyte Ethernet, de donde el protocolo de comunicaciones es el IEEE 802.3u.

### **Proveedor ISP con fibra óptica.**

#### **Cableado de fibra óptica.**

Para esta propuesta de control y vigilancia de un hogar domótico con internet IPv6, el cableado de fibra óptica lo proporciona CNT. El cableado de fibra óptica del ISP CNT, posee un tipo de red FTTH (fibra para la casa) permite una conectividad de alta velocidad brindando al usuario en el hogar domótico el acceso a muchos contenidos mediáticos en streaming sin problemas de ralentizaciones (buffering demasiado lento), el uso de servicios en la nube, juegos sin retardos, realización de video llamadas en HD, entre otros beneficios.



Figura 3.14. Cable de Fibra Óptica [<http://isimobil.com/servicios-en-fibra-optica/>]

El cableado de fibra óptica de CNT en este proyecto permitirá la conectividad externa de los dispositivos y controladores domóticos instalados en la casa con celulares, ipads, tablets, etc., a través de la nube de internet. Las ventajas de conectividad con el exterior será con Electrodomésticos, sensores, robots limpiadores, consolas, smart TV, equipos de audio, smartphones, incluso muebles, bombillas, cámaras de seguridad.

	UTP	STP	Coaxial	Fibra Óptica
Tecnología ampliamente probada	Si	Si	Si	Si
Ancho de banda	Medio	Medio	Alto	Muy Alto
Hasta 1 Mhz	Si	Si	Si	Si
Hasta 10 Mhz	Si	Si	Si	Si
Hasta 20 Mhz	Si	Si	Si	Si
Hasta 100 Mhz	Si (*)	Si	Si	Si
Canales video	No	No	Si	Si
Canal Full Duplex	Si	Si	Si	Si
Distancias medias	100 m 65 Mhz	100 m 67 Mhz	500 (Ethernet)	2 km (Multi.) 100 km (Mono.)
Inmunidad Electromagnética	Limitada	Media	Media	Alta
Seguridad	Baja	Baja	Media	Alta
Coste	Bajo	Medio	Medio	Alto

Tabla 3.27: Tabla comparativa entre cables UTP, STP, Coaxial y Fibra Óptica.  
[<http://www.monografias.com/trabajos82/redes-y-mantenimiento/redes-y-mantenimiento2.shtml>]

### **Características Técnicas de la Fibra óptica plástica (FOP) del ISP.**

CNT, para este proyecto deberá usar la fibra óptica plástica FOP que se la instalará por las canalizaciones eléctricas ya montadas en la casa, lo cual disminuye as interferencias electromagnéticas, evitando nuevas instalaciones. Esta fibra óptica plástica está fabricada

de un material no galvánico completamente aislante, con las siguientes características técnicas:

**CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE LA FIBRA ÓPTICA PLÁSTICA (FOP)  
DEL ISP.**

ITEM	DESCRIPCION
CABLE FIBRA ÓPTICA PLÁSTICA FOP	2,2 mm
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	Mayores a 1 GB
CONECTORES	Sin conectores
FUERZA DE TRACCIÓN	150 N
RADIO DE CURVATURA	20 mm sin emisiones electromagnéticas
EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA SEÑAL	Router , Switch
CAJA ALIMENTADORA FOP EMPOTRABLE EN CASA	3 puertos RJ45 y punto de acceso Wifi
WIFI	Estándar de comunicaciones IEEE 802.3.u
IP	Integrados

Tabla 3.28 Características Técnicas Fibra Óptica

**Instalación de la Fibra óptica Plástica.**

La instalación del FOP del servidor ISP CNT, para el hogar domótico, permitirá un numero grandes de Acces point en la casa de hasta 10 puntos de acceso. El cableado de fibra óptica ira a través de los conductos eléctricos hacia la casa, conmutados a través de una caja central empotrada en la casa junto al medidor de luz.

De esta forma el cableado eléctrico combinado con el cable de fibra óptica permitirá la integración de electrodomésticos y equipos de audio, video y multimedia con el sistema de video vigilancia y celulares, utilizando la red de internet con IPv6.

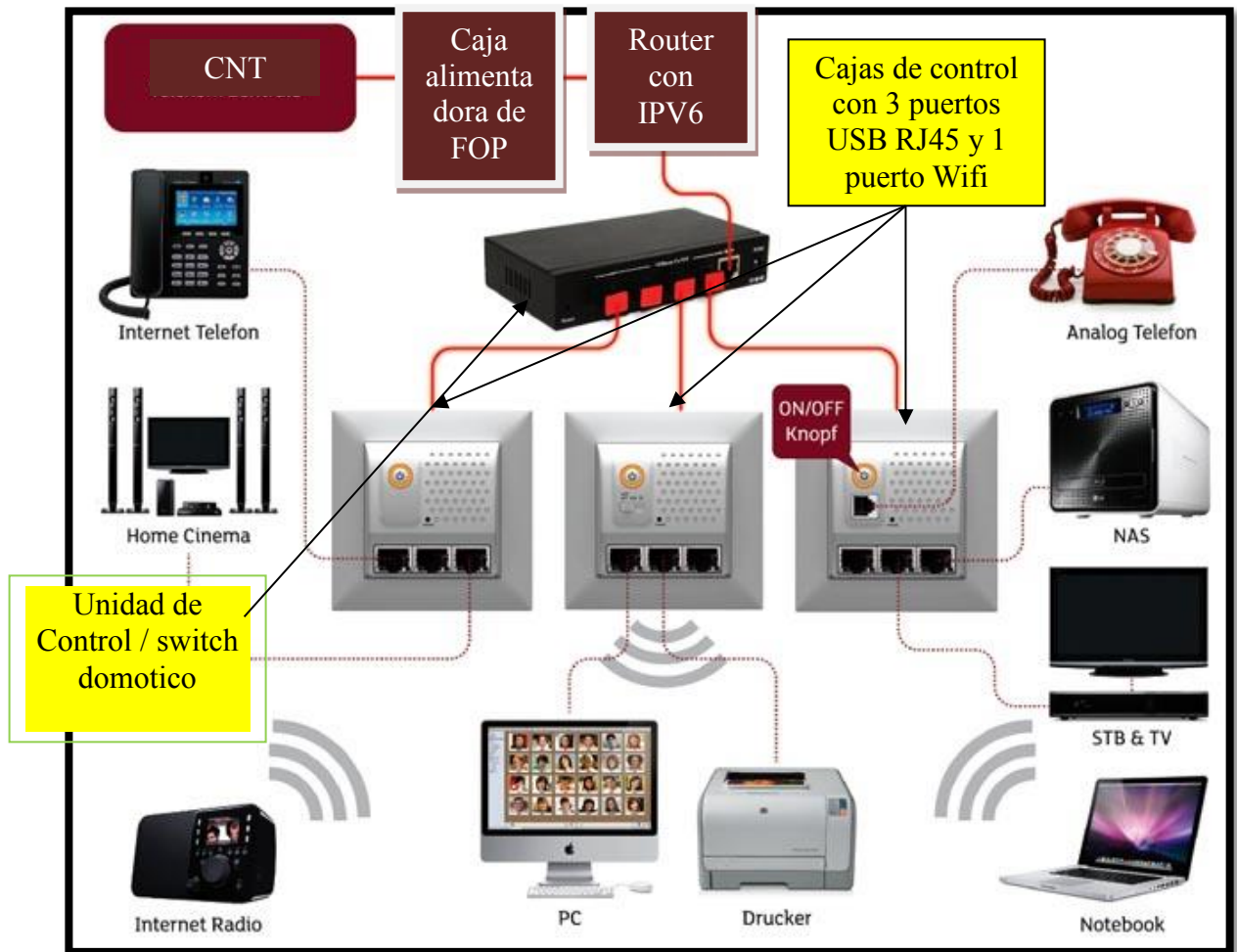


Figura 3.15: Instalación del cableado de Fibra Óptica.  
[\[http://www.fibraopticahoy.com/componentes-del-cableado-en-el-hogar-inteligente/ejemplo-instalacion-fop/\]](http://www.fibraopticahoy.com/componentes-del-cableado-en-el-hogar-inteligente/ejemplo-instalacion-fop/)

El servidor ISP CNT, envía la información proveniente del hogar domótico a cualquier dispositivo con conexión a internet que puede ser Smart phones, tablets, ipads, etc. En el hogar domótico las cajas de control se comunican con la unidad de control central la cual configura los chips que están basados en el estándar digital STROM (DSID).

### **Proveedor ISP con IPv6.**

Para efectos de este proyecto el proveedor de red CNT, deberá configurar la red a IPv6, para lo cual deberá primeramente configurar su interfaz interna, y colocando su router Gateway direccionado a IPv6, de esta forma:

Direccionamiento a IPv6 del Router Gateway de CNT

Router CNT: 2800:68:16::1/64

```
#interface de CNT
#description Conexion a UNIVERSIDAD_X
#ipv6 address 2800:68:16::1/64
#ipv6 enable
#ipv6 route 2800:68:16::/48 2800:68:16::2
```

Figura 3.16: Configuración interfaz Router Gateway.

### **RED DOMOTICA DEL HOGAR.**

#### **Ancho de Banda.**

El proveedor de internet con IPv6 CNT, mediante la fibra óptica plástica FOB, ofrece al hogar domótico un ancho de banda mayor a 1 Gbps, que permitirá al usuario el acceso a gran cantidad de información y velocidades de carga y descarga en voz, datos y video inigualables.

La distribución del ancho de banda con fibra óptica plástica del ISP, a través de la red LAN y el WiFi, esta descrito en estas tablas:

RED DOMOTICA LAN CON FIBRA OPTICA				
TIPO DE LAN DOMESTICA	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE DATOS	MEDIO DE TRANSMISIÓN	MÉTODO DE ACCESO	ESTÁNDAR
Gigabyte Fibra Óptica FOP	1 Gbps a 10 Gbps	Fibra Óptica	Conmutado	estándar de comunicaciones IEEE 802.3.u

Tabla 3.29. Especificaciones de una Red Domótica de Hogar- LAN con fibra óptica.

RED DOMOTICA WIRELESS CON FIBRA OPTICA			
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE DATOS	MEDIO DE TRANSMISIÓN	MÉTODO DE ACCESO	ESTÁNDAR
54 Mbps	Microondas de 2,4 GHz	CSMA	Estándar de comunicaciones IEEE 802.3.u

Tabla 3.30. Especificaciones de una Red Domótica de Hogar- WLAN Inalámbrica.

**Conmutador central o Unidad de Control conectada a la red LAN de fibra óptica (Acces Point).**

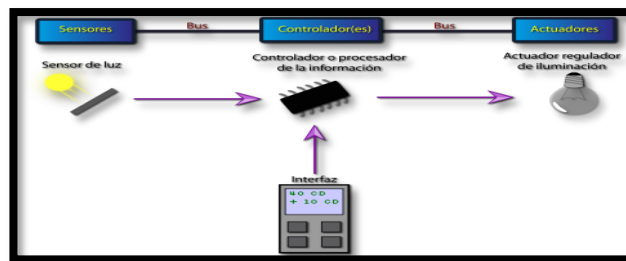


Figura 3.17: Componentes de un Sistema de Control  
 [http://domoticaudem.wordpress.com/componentes-de-un-sistema/componentes-01-2/#main]

El conmutador central o Unidad de Control domótico está conectado a la red LAN utilizando fibra óptica como bus de datos. Para esta propuesta el hogar digital estará equipado de un solo conmutador el cual gestiona la información que reciben del sistema

a través de los sensores, permitiendo enviar ordenes decodificadas y mediante pulsaciones de onda hacia los actuadores los cuales accionan dispositivos como interruptores, termostatos, etc).

El conmutador trabaja con un bus de datos de cable de fibra óptica plástica FOB.



Figura 3.18: Operación de la Unidad de Control Domótico.

[[http://www.domaut.com/Proyectos/GSM\\_Salas\\_CPD.htm](http://www.domaut.com/Proyectos/GSM_Salas_CPD.htm)]

### **Sensores y actuadores inalámbricos.**

El sensor es el dispositivo que monitoriza el entorno captando información que transmite al sistema (sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.). Para esta propuesta se utilizarán los siguientes sensores:

- Sensores de movimiento.
- Sensores en las puertas.
- Sensores en las ventanas.

- Sensores en las persianas.
- Sensores en los electrodomésticos.
- Sensores de temperatura.
- Sensores en el patio.

Los sensores de movimiento estarán instalados en el primer piso y segundo piso, los cuales transmitirán su señal al conmutador central a través de la red de fibra óptica desde donde se enviarán órdenes a los actuadores como son las cuatro alarmas instaladas en los dos pisos.

Los sensores en las puertas detectaran si una puerta es forzada o si está siendo golpeada, permitiendo que el conmutador central envíe una orden al sistema de seguridad de la casa y bloquear todas las puertas de la casa.

Los sensores de las ventanas y persianas permitirán detectar si una ventana o persiana es forzada o destruida permitiendo dar un aviso al usuario a través de la PC o celular.



Figura 3.19: Sensores. [<http://es.biodomotica.wikia.com/wiki/Dom%C3%B3tica>]

Los sensores en los electrodomésticos reconocerán si han sido apagados o si alguno está consumiendo demasiada energía, con el fin de que el usuario pueda regularlos o apagarlos desde un dispositivo móvil como una tablet o celular. La arquitectura de estos sensores es la siguiente:



Figura 3.20: Arquitectura Domótica Centralizada.

[<http://es.biodomotica.wikia.com/wiki/Dom%C3%B3tica>]

## Planta Alta con Fibra Óptica

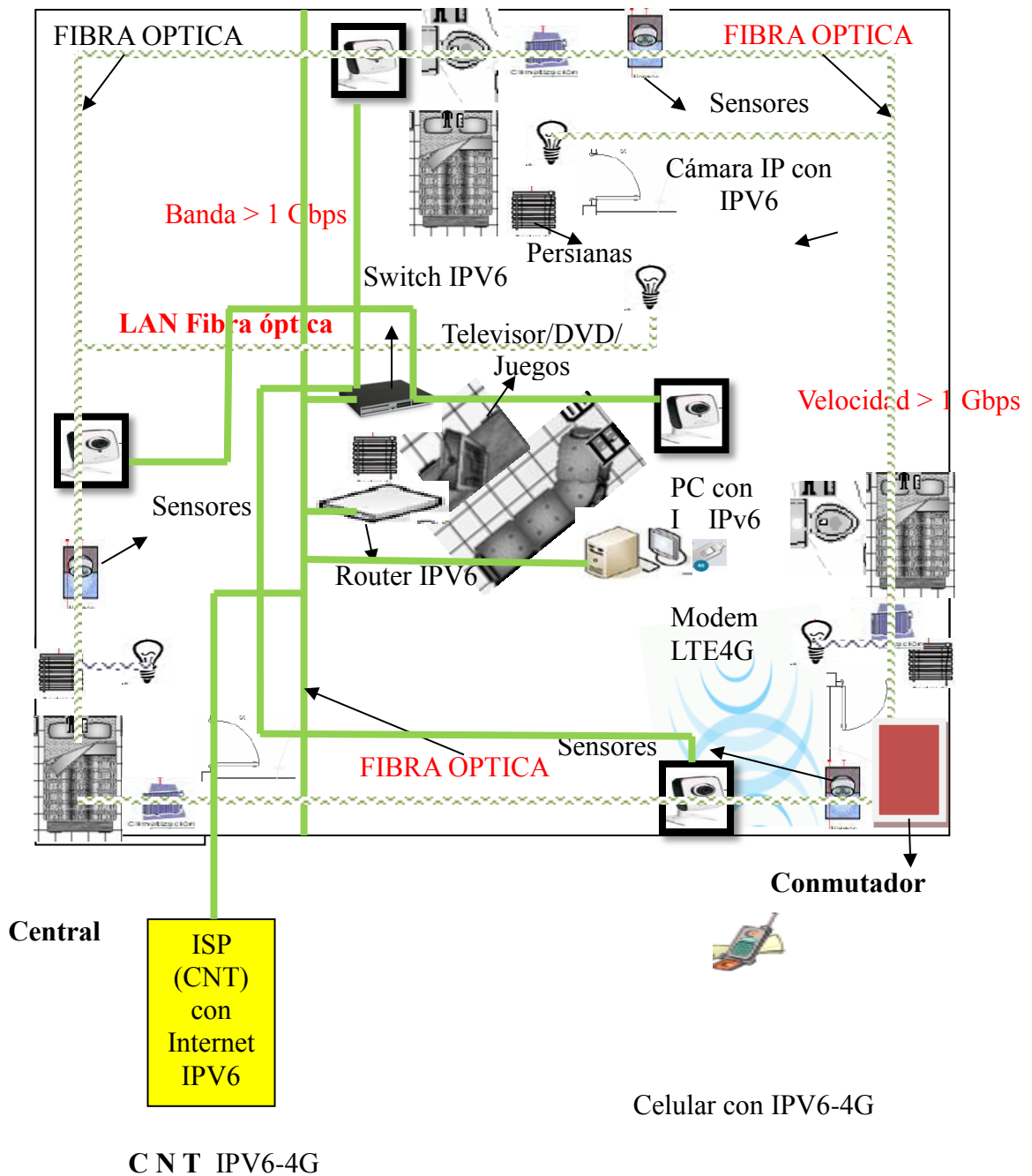


Figura 3.21: Red LAN (CNT) propuesta Nro. 3 (Planta Alta).

## Planta Baja con Fibra Óptica

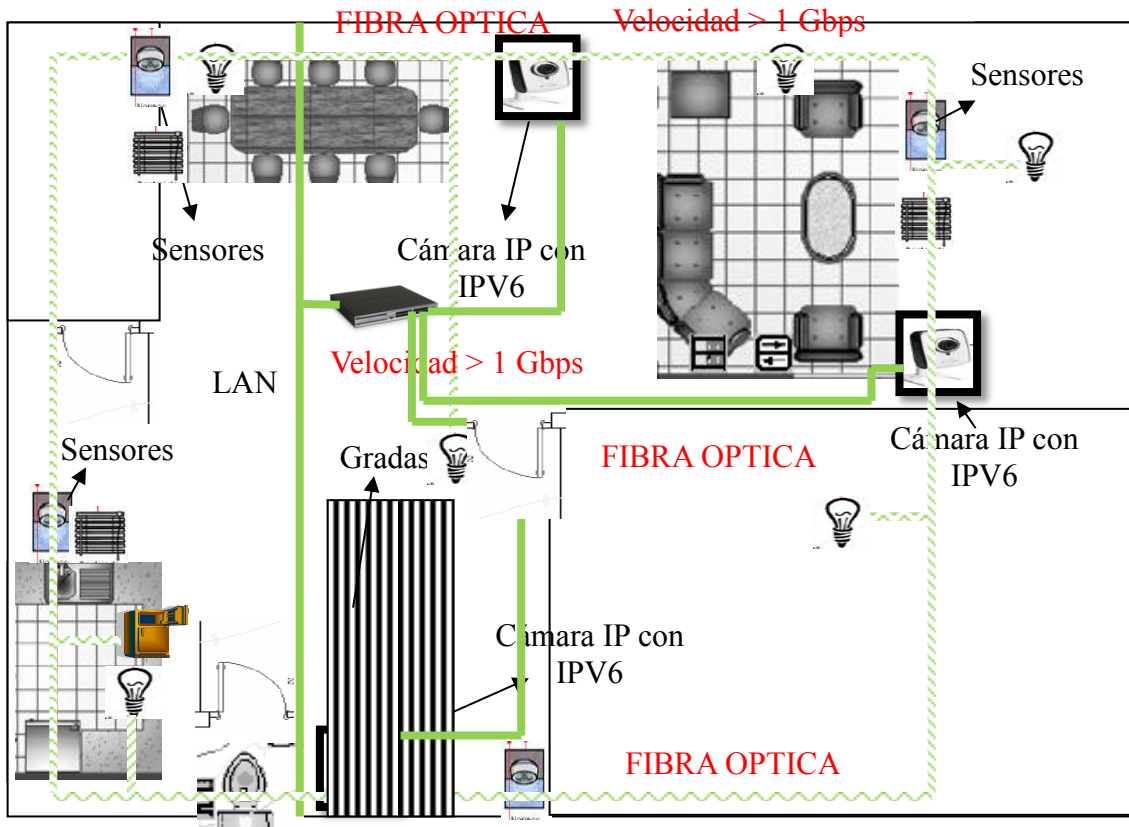


Figura 3.22: Red LAN propuesta Nro. 3 (Planta Baja).

Los actuadores son dispositivos capaces de recibir una orden y ejecutarla, así cambiando las características del entorno domótico (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, etc.). Para esta propuesta los actuadores están instalados en toda la vivienda y son los siguientes:

- Termostatos.
- Aire Acondicionado / Calefactores.
- Control remoto de luces.
- Control remoto de persianas.
- Control remoto de ventanas.
- Controles de alarma.
- Controles de equipo de audio y video.
- Interruptores.
- Cámaras IP inalámbricas IPv6

### **Interfaces de Usuario.**

Las interfaces de usuario son aquellos equipos y dispositivos en que se muestran la información del sistema para los usuarios y donde ellos mismos pueden interactuar con el sistema. Com interfaces de usuario para la propuesta de hogar domótico con fibra óptica se tiene un servidor o PC personal que trabaja con un modem 4G, para la comunicación por protocolo IPv6 con un Smartphone direccionado también a IPv6 o a cualquier otro dispositivo móvil.

### **Equipos y Dispositivos Móviles Direccionados a IPv6.**

La red domótica con fibra óptica para el control y video vigilancia del hogar, posee los siguientes equipos y dispositivos de control y vigilancia, los cuales serán direccionados al protocolo de internet IPv6, cuyo servicio lo dará el ISP CNT:

#### **Equipos de red:**

- Router Gigabyte inalámbrico para fibra óptica.
- Switch Cisco de 8 puertos para fibra óptica.
- Computador PC del usuario.
- Celular Smartphone.

#### **Equipos de control y video vigilancia:**

- Conmutador o Unidad de Control domótico.
- Cámaras IP inalámbricas.
- Alarmas.
- Sensores de movimiento.
- Sensores en las puertas.
- Sensores en las ventanas.
- Sensores en las persianas.
- Sensores en los electrodomésticos.
- Sensores de temperatura.
- Sensores en el patio.

### **Actuadores.**

- Termostatos.
- Aire Acondicionado / Calefactores.
- Control remoto de luces.
- Control remoto de persianas.
- Control remoto de ventanas.
- Controles de alarma.
- Controles de equipo de audio y video.
- Interruptores.

Estos equipos de seguridad y controladores estarán cada uno conectados a la red eléctrica de la casa, y controlados directamente desde una PC conectada a una red local o LAN utilizando cableado de fibra óptica plástica FOP. El direccionamiento IPv6 para los equipos conectados a la Red LAN fibra óptica es de / 64.

El direccionamiento a IPv6 se utiliza en los equipos de red y dispositivos móviles, cuyo detalle es el siguiente:

### **Router Gigabyte inalámbrico para fibra óptica.**

#### **Direccionamiento a IPv6.**

El router inalámbrico para fibra óptica que se utilizara e esta propuesta es el Cisco Linksys E4200, cuya configuración a IPv6 es la siguiente:



Figura 3.23: Router Inalámbrico Cisco E4200.

[[http://www.redeszone.net/app/uploads/cisco\\_linksys\\_e4200.jpg](http://www.redeszone.net/app/uploads/cisco_linksys_e4200.jpg)]

**Paso 1:**

Acceder a la página web de configuración del router.

**Paso 2:**

Debajo de la solapa **Setup**, hacer clic en la sub-solapa **IPv6 Setup**.



Figura 3.24: Configuración IPv6 del router (Paso 2).

[<http://kb.linksys.com/Linksys/ukp.aspx?pid=82&vw=1&articleid=25208>]

**NOTA:** Si no ve la sub-solapa IPv6 Setup, debe actualizar el firmware de su router.

### Paso 3:

En la sección **Internet Connection Type** (Tipo de conexión de Internet) seleccionar **Disabled** (Desactivado) en **IPv6 - Automatic**.

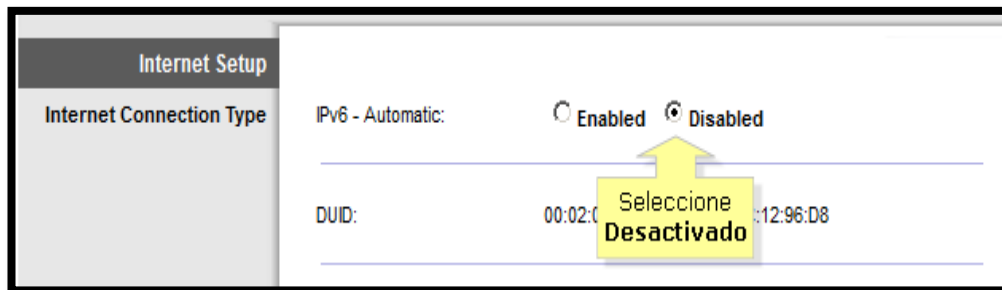


Figura 3.25: Configuración IPv6 del router (Paso 3).

[<http://kb.linksys.com/Linksys/ukp.aspx?pid=82&vw=1&articleid=25208>]

### Paso 4:

En la sección **6rd Tunnel** (Túnel 6rd), seleccionar **Manual Configuration** (Configuración Manual). Luego ingresar la información provista por su ISP para los campos **Prefix** (Prefijo), **Prefix Length** (Longitud del Prefijo), **Border Relay** (Relevo de Frontera) y **IPv4 address Mask Length** (Longitud de la Máscara de la dirección IPv4).

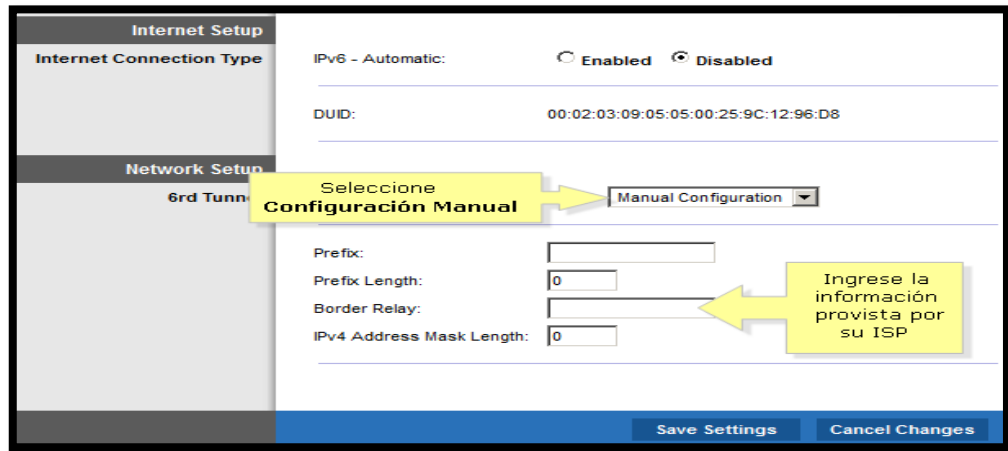


Figura 3.26: Configuración IPv6 del router (Paso 4).  
[\[http://kb.linksys.com/Linksys/ukp.aspx?pid=82&vw=1&articleid=25208\]](http://kb.linksys.com/Linksys/ukp.aspx?pid=82&vw=1&articleid=25208)

#### Paso 5:

Hacer clic en **Save Settings** (Guardar cambios).

- **Switch Cisco Serie 200E de 8 puertos para fibra óptica**

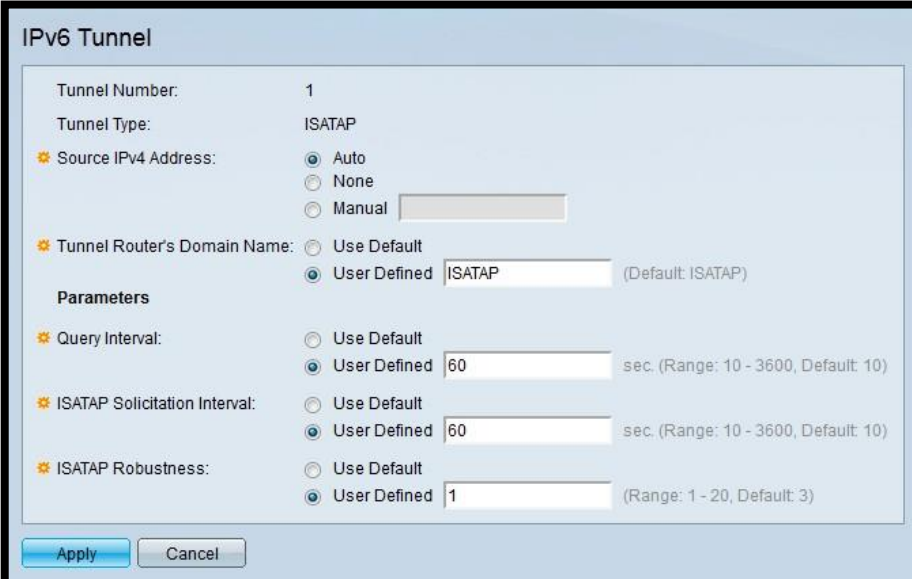


Figura 3.27: Switch Cisco 200E. [\[http://www.amazon.com/Cisco-SF200-24-Smart-Switch-SLM224GTNA/dp/B004GHMU4C\]](http://www.amazon.com/Cisco-SF200-24-Smart-Switch-SLM224GTNA/dp/B004GHMU4C)

## Direccionamiento a IPv6.

### Paso 1.

Iniciar sesión en la utilidad de configuración web y elegir **Administración > interfaz de gestión > túnel IPv6** si el interruptor está en modo de capa 2 o **configuración IP > Gestión e interfaz IP > túnel IPv6** si el interruptor está en modo de capa 3. Se abre la página de *Túnel IPv6* :



The screenshot shows the 'IPv6 Tunnel' configuration page. The 'Tunnel Number' is set to 1 and the 'Tunnel Type' is ISATAP. Under 'Source IPv4 Address', 'Auto' is selected. Under 'Tunnel Router's Domain Name', 'User Defined' is selected with the value 'ISATAP'. The 'Parameters' section includes 'Query Interval', 'ISATAP Solicitation Interval', and 'ISATAP Robustness', all set to 'User Defined' with values of 60, 60, and 1 respectively. The page has 'Apply' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Figura 3.28: Configuración IPv6 del switch (Paso 1).  
[<http://kb.linksys.com/Linksys/ukp.aspx?pid=82&vw=1&articleid=25208>]

Los siguientes campos mostrarán información sobre el túnel

- Túnel número — el número de dominio de enrutador de túnel automático.
- Túnel tipo — el tipo de túnel que por defecto es asignado como ISATAP.

**Paso 2.**

Hacer clic en el botón que corresponde a la dirección IP de origen de túnel deseada en el campo de dirección IPv4 de la fuente.

- Auto — el interruptor selecciona automáticamente la dirección IPv4 mas baja de todas las demás interfaces configuradas en el interruptor.
- Ninguno — túnel el ISATAP está deshabilitado.
- Manual — ingresar la fuente deseada dirección IPv4. Esta dirección debe ser una de las direcciones IPv4 de las interfaces del conmutador.

**Paso 3.**

Hacer clic en el botón que corresponde al nombre del túnel deseada en el campo de nombre de dominio del túnel del Router. Esto representa el nombre de dominio de enrutador de túnel automático.

- Use Default — de forma predeterminada, el nombre de dominio del router túnel es ISATAP.
- User Defined — ingresar un nombre de dominio de enrutador de túnel.

**Paso 4.**

Hacer clic en el botón que corresponde al método deseado en que intervalos de consulta se definen en el campo intervalo de consulta. El intervalo de consulta indica el número de segundos entre las consultas DNS. La consulta DNS se utiliza para resolver el nombre de dominio del túnel en una dirección IP.

- Use Default — de forma predeterminada, el valor de 10 segundos se utiliza como intervalo de consulta.
- User Defined — Introducir el intervalo de consulta correspondiente.

### **Paso 5.**

Hacer clic en el botón que corresponde al método en el cual el intervalo de solicitud de ISATAP está definido en el campo de ISATAP solicitud intervalo deseado. Mensajes de solicitud de ISATAP se utilizan para publicitar la interfaz ISATAP. Esto sólo ocurre si no hay ningún enrutador ISATAP activo.

- Use Default — de forma predeterminada, el valor de 10 segundos se utiliza como intervalo de solicitud.
- User Defined — ingresar el intervalo deseado solicitud.

### **Paso 6.**

- Hacer clic en el botón que corresponde a la robustez ISATAP deseada en el campo de ISATAP robustez. Esto se utiliza para calcular el intervalo de las consultas DNS o enrutador de solicitud. Este es el número de mensajes de actualización: cuanto mayor sea el número, cuanto mayor sea la frecuencia de las consultas.
- Use Default — de forma predeterminada, se utiliza el valor de 3.
- User Defined — ingresar la robustez deseada de ISATAP.

### **Computador PC del usuario.**

La configuración del IPV6 en el computador / servidor del usuario, se realiza en los siguientes pasos:

#### **Configuración para Windows.**

Windows 7, Windows Vista y Windows XP Service Pack 1 o superior son compatibles con IPv6.

1. Hacer clic en [Inicio]→[Todos los programas]→[Accesorios]→[Símbolo de sistema].
2. Cuando él [Símbolo de sistema] aparece, introducir ipv6 install. Una vez terminada la instalación, aparece [Éxito.].
3. Confirmar la habilitación correcta de IPv6, introducir ipconfig. La instalación fue correcta cuando aparecen las direcciones IPv6

### **Celular Samsung Android Galaxy Young GT S 6310.**



Figura 3.29: Celular Samsung Android Galaxy Young GT S 6310  
[<http://desbloqueoandroid.blogspot.com/2012/12/desbloquear-samsung-galaxy-young.html>]

Para configurar a IPv6 en un teléfono celular Celular Samsung Android Galaxy Young GT S 6310, se deberá realizar los mismos pasos que la configuración para una computadora de escritorio o laptop, así:

1. Ingresar a Gogo 6.
2. Instalar en el Android, la aplicación GogoDroid y automáticamente se instala IPv6.

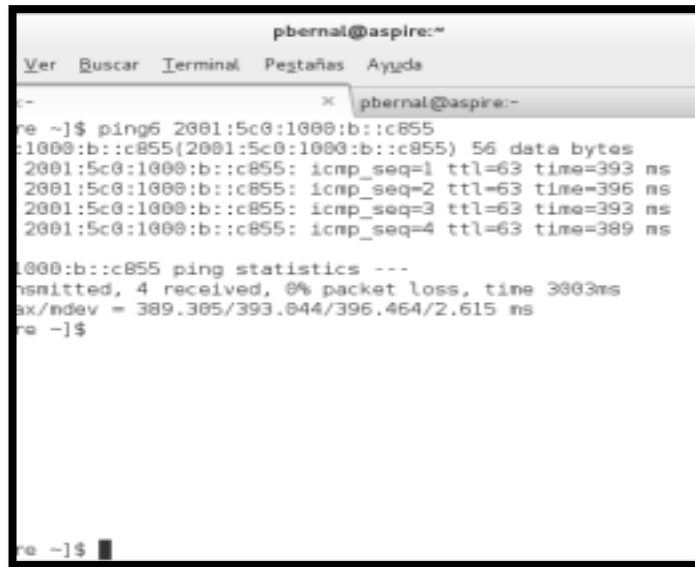


Figura 3.30: Configuración a IPv6 del Celular Samsung Android Galaxy Young GT S 6310 [ <http://www.paulbernal.com/general/ipv6-en-mi-android-con-gogoc/attachment/gogodroidping6android/>]

3. Si se quiere que el IPv6 se quede fijo en el celular, instalar la aplicación FreeNet6, y seguir los pasos siguientes:

userid=tuUsuario

passwd=tuClave

server=authenticated.freenet6.net

auth\_method=any

## CAPITULO 4

### VALIDACIONES

#### 4.1.PRUEBAS DE LAS PROPUESTAS.

##### 4.1.1. Pruebas técnicas de la propuesta No 1.

**PROPUESTA DE DISEÑO TEÓRICO PARA ESTUDIAR LA FACTIBILIDAD DE CONECTIVIDAD EN UNA RED ETHERNET DE CAMARAS IP INALAMBRICAS CON DISPOSITIVOS MOVILES Y NODOS SENSORES, APLICANDO LA TECNOLOGIA 6LOWPAN Y PROTOCOLO IPV6 EN UN HOGAR DOMOTICO.**

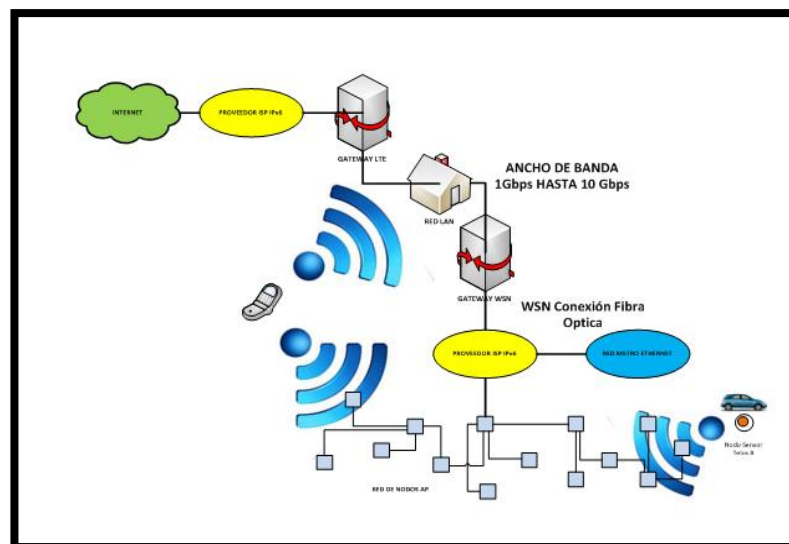


Figura 4.1: Propuesta No 1.

Las pruebas técnicas de la propuesta No 1, se aplicaran primeramente para evaluar la compatibilidad entre la red Metro Ethernet con nodos distribuidos en toda la ciudad de Quito, con la red LAN Gigabyte Ethernet y la Red domótica en la casa.

Para efectuar estas pruebas técnicas, se evaluara primeramente la compatibilidad entre las tecnologías 6LOWPAN de los nodos sensores en la red metro Ethernet con el protocolo de internet IPv6 del proveedor IP, las cuales utilizan fibra óptica y cable coaxial respectivamente.

Luego de evaluar la compatibilidad entre 6LOWPAN e IPv6, se procede a medir la compatibilidad bajo fibra óptica de la red LAN/Wifi con los nodos sensores de la red Metro Ethernet. Finalmente se evalúa la compatibilidad de la red domótica con la tecnología de nodos sensores en la red Metro Ethernet, para concluir con un diagnóstico si esta propuesta es factible de implementarla en la ciudad de Quito.

#### **4.1.1.1. Recursos.**

##### **Infraestructura de Red Metro Ethernet Fibra Óptica Protocolo IEEE 802.1 ad.**

Red de Transporte con nodos de acceso:

- Nodos 6LOWPAN.
- Proveedor de red ISP con direccionamiento de su ruteador a IPv6.
- Cableado de fibra óptica para los nodos de acceso.

- Nodos con posibilidad de capa IPv6.
- Servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2.
- Cableado de fibra óptica.
- Protocolo IEEE 802.1ad
- Red LAN con acceso a internet por medio de un router fibra óptica.
- Nodo sensor 6LOWPAN.
- Red 6LOW PAN con posibilidad de capa IPv6.
- SIM ISP.
- Celular Android 4G.

#### **Infraestructura de Red LAN/WIFI con Internet IPv6.**

- Topología de bus de estrella.
- Cámaras IP inalámbricas.
- Red Gigabyte Ethernet.
- Banda Ancha.
- Servidor ISP con Interfaz Gateway LTE.
- Nodo Sensor inalámbrico TelosB.
- Conexión LAN (RJ45).
- Red WLAN (Wireless LAN –WiFi).
- Router Access Point (AP) LTE.
- Dispositivos móviles celulares, tablets, con LTE.

- Protocolo Ethernet 802.11

#### **4.1.1.2. Evaluación de Compatibilidad Técnica.**

- **Red Metro Ethernet con Fibra Óptica.**

La red de fibra óptica es utilizada por el proveedor de los nodos AP dentro de la red Metro Ethernet en la ciudad de Quito, para lo cual el proyecto necesita una velocidad de transmisión de datos mayor a 1 Gbps, con ancho de banda de 100 Mbps, para poder enviar y recibir información VoIP desde la vivienda conectada a dispositivos móviles, los cuales intercambiarán información por internet utilizando como medio de transporte los nodos o puntos de acceso instalados en diferentes sectores de la ciudad de Quito, en donde la tecnología usada es MPLS en sus redes metropolitanas.

La Red Metro Ethernet en Ecuador es una tecnología que actualmente solo posee como mercado de demanda a los clientes corporativos a nivel nacional, pero no existe un proveedor de servicios Metro Ethernet específicamente para viviendas familiares. Así, Telconet posee 100 nodos en Guayaquil y 50 nodos en Quito, con 200 Km de fibra óptica en Quito.

- **Infraestructura para Red Metro Ethernet.**

**Proveedor:** Telconet S.A

## Compatibilidad de Nodos con tecnología 6LOWPAN.

NODOS DE ACCESO						
Tecnologías de red	Estándar de Acceso	Acceso conmutado	Alcance	Estándar de Conmutación	Administración y Mantenimiento	Soportes
EFM PON	IEEE 802.3 ah	1000 BASE T	10 m a 100 Km	IEEE 802.1 ad Q-in Q- tagging	Protocolo IEEE 802.1 Connectivity Fault Management	Soporte de: SFTP/client sering

Tabla 4.1: Características de los Nodos de Acceso.

- **Infraestructura de Red LAN Gigabyte Ethernet.**

**Proveedor:** CNT.

La Red LAN Gigabyte Ethernet del proveedor CNT, para la propuesta No1, deberá poseer una capacidad de velocidad de transmisión de datos de hasta 10 Gbps, de acceso conmutado bajo la norma de internet 100BASE-T, cuyo alcance va desde 10 metros hasta 100 Km. Los requerimientos para instalar esta red en la vivienda automatizada serán los siguientes:

Área de Servicio	Estándar	Velocidad de transmisión	Consumo de Energía	Seguridad	Conectividad
Hasta 100 Kilómetros	IEEE 802.11(b/g/n)	10 Gbps	UPS	Control de interferencias	Conmutado

Tabla 4.2: Requerimientos de instalación de red.

### Análisis Técnico.

COMPATIBILIDAD TECNICA DE REDES				
Proveedor de Red	Estándar de conmutación	Acceso conmutado a Internet	Alcance	Tecnologías de red
CNT: Red LAN gigabyte Ethernet	IEEE 802.11(b/g/n)	1000 BASE T	10 m a 100 Km	Cable coaxial / Fibra Óptica
Telconet: Red Metro Ethernet	IEEE 802.1 ad Q-in Q-tagging	1000 BASE T	10 m a 100 Km	Fibra Optica

Tabla 4.3: Compatibilidad técnica de redes.

**Resultados:** Según el análisis técnico para evaluar la compatibilidad entre las redes Gigabyte Ethernet y Red Metro Ethernet, podemos concluir que si son compatibles en cuanto a su estructura de acceso a internet con tecnología 1000 BASE T, el alcance es de 10 a 100 Km sobre una plataforma de fibra óptica o de cable.

- **Compatibilidad de 6LOWPAN con IPv6.**

**Proveedores:** TelcoNet y CNT.

**Integración del IP en Redes Inalámbricas de Nodos Sensores con 6LOWPAN.**

Para esta propuesta, Telconet trabaja con 6LOWPAN, el estándar que utiliza es IEEE 802.15.4, el cual optimiza el uso del IPv6 en redes LAN Gigabyte Ethernet, utilizando una compresión tipo IPHC, a la red 802.1 ad Q-in Q-tagging de Telconet. Para conseguir esto Telconet, debe utilizar una capa intermedia entre el protocolo de red IPv6 de CNT y el estándar IEEE 802.15.4, para facilitar el proceso de compresión.

Esta compresión de tipo IPHC, reducirá la sobrecarga de información del IPv6 de CNT con el cual trabajan los equipos y dispositivos de la red Gigabyte Ethernet, pudiendo así transmitir información hacia los nodos de una forma inmediata y sin cortes. Para configurar esta estructura es necesario que los nodos sensores de Telconet estén configurados al IP de CNT.

### Validación de la integración del IP de CNT en los nodos sensores de Telconet.

VALIDACION DE LA INTEGRACION DEL IP DE CNT EN LOS NODOS DE TELCONET	
Conexión de nodos a Internet IpV6	Uso de Gateways tanto en Telconet como en CNT
Dispositivos comunicados con la red metro	Utilizan los mensajes request
Compatibilidad en aplicaciones entre Red LAN y Red Metro Ethernet	SI
Compatibilidad en direccionamiento	SI
Compatibilidad en flujo de datos	SI
Compatibilidad en velocidad de transmisión	SI
Compatibilidad en recursos	SI
Compatibilidad en tiempo de vida de la red	SI
Compatibilidad en operaciones	SI

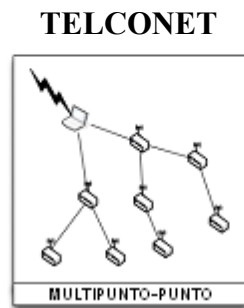
Tabla 4.4: Validación de la integración del IP de CNT en los nodos de Telconet.

	Red Gigabyte Ethernet	Red Metro Ethernet
Modo de Red	Aplicaciones independientes: aplicaciones de internet para dispositivos y equipos conectados a la red LAN/WiFi y red domotica.	Aplicación BaseStationCC2420 del nodo base de Telconet
Paradigma de Encaminamiento	Direcciones web de proveedor a clientes	Datos enviados de los carriers a telconet como administrador de la red
Flujo de Datos	Uno-para-uno	Varios-para-uno
	Proveedor IP a Cliente de Internet	Carriers de Internet para Telconet
Velocidad de Transmisión	Mayor a 1 Gbps	250Kbps
Recursos Limitados	Ancho de banda=100 Mbps	Ancho de banda= 1 a 100 Kbps
Operación	Administrada por CNT	Auto-configurable por Telconet

Tabla 4.5: Comparaciones técnicas entre la Red Gigabyte Ethernet y la Red Metro Ethernet.

**Resultados:** Mediante esta validación se pudo verificar la compatibilidad entre la red Metro Ethernet basada en 6LOWPAN en los nodos sensores donde Telconet es el proveedor principal y la red Gigabyte Ethernet en donde los equipos y dispositivos como cámaras IP, computador PC, y dispositivos móviles, trabajan en función del protocolo de internet IPv6 tanto para las redes LAN como Wifi; esto se comprobó a través de la integración del IP de CNT en los nodos sensores de Telconet con sus aspectos principales de velocidad de transmisión y ancho de banda.

#### Red Metro Ethernet



#### Red Gigabyte Ethernet

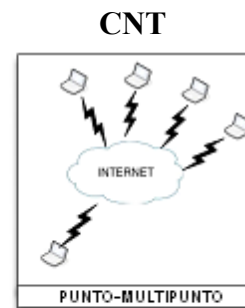


Figura 4.2: Red Metro Ethernet y Red Gigabyte Ethernet. [<http://www.gold-data.net/servicios/>]

Para esta propuesta, los problemas de integrar el IP de CNT en las redes de sensores de Telconet, es la falta de funcionalidad para las aplicaciones en internet ya que el TCP/IP de CNT contiene una cantidad de protocolos que no puede soportar la capa de red 6LOWPAN con IPv6 de la red de Telconet, ya que la amplitud de banda de los nodos sensores es reducida así como su velocidad, consumiéndose mucha energía en las dos redes.

Para esta propuesta la comprensión de 6LowPan en la red metro a IPv6 en la red Gigabyte Ethernet se la hizo por compresión de donde paso de 128 bits de la capa central ipv6 a 2 bits en la capa de 6Low pan para los nodos sensores, pudiendo de esta forma transmitir información desde el hogar digital a los nodos sensores en forma de mensajes o SIMS desde el computador a los teléfonos celulares (mensajes de texto).

- **Validación de conectividad con fibra óptica entre los nodos sensores de la red Metro Ethernet con los equipos y dispositivos conectados con cable coaxial en la red LAN/WiFi.**

#### **Conexión por cable coaxial.**

En la propuesta No 1, la conexión por cable coaxial es para la PC con su modem LTE 4G y para el Router AP o Switch configurados a IPv6, el cual los suministra CNT dentro de la red Gigabyte Ethernet. Ambos equipos se conectan a la red LAN/Wifi de la vivienda.

#### **Conexión por Fibra Óptica FOP.**

La conexión por fibra óptica lo suministra Telconet a sus nodos de acceso directo y nodos sensores mediante los cuales se entrega y recibe información desde la red del ISP configurada al protocolo de internet IPv6 al igual que sus equipos y dispositivos (cámaras IP).

Para evaluar la compatibilidad entre las dos tecnologías de red tanto coaxial como fibra óptica es necesario establecer parámetros de medición y tipos de fibra óptica que se utilizarán en la conectividad de la red Metro Ethernet, para poder captar las necesidades de velocidad, ancho de banda y distancias de cobertura de red.

### **Fibra Óptica en nodos sensores.**

#### **Tecnologías XPON.**

Los sistemas XPON de fibra óptica son de diferentes tipos entre los cuales se encuentran: PON, APON, BPON, EPON, GPON, GEPON<sup>2</sup>. Todas estas tecnologías tienen un denominador común que es la clase de fibra óptica ya sea Monomodo, o Multimodo.

- **PON.**

PON posee una topología punto-multipunto, su conectividad es entre el proveedor de red que utiliza un equipo OLT y la ONU del cliente. Esta tecnología alcanza velocidades de bajada de 1.290 nm, y 1.310 nm de subida. Su fibra es de la clase monomodo.

- **APON.**

APON posee una topología punto-multipunto, su conectividad es entre el proveedor de red que utiliza un equipo OLT y la ONU del cliente. Esta tecnología alcanza velocidades de bajada de 155 Mbps, y 155 Mbps de subida. Utiliza una trama ATM

con protocolo de comunicación ITU-TG.983.1. Su fibra es e clase monomodo con 32 divisiones por fibra.

- **BPON.**

BPON posee una topología punto-multipunto, su conectividad es entre el proveedor de red que utiliza un equipo OLT y la ONU del cliente. Esta tecnología alcanza velocidades de bajada de 622 Mbps, y 155 Mbps de subida. Utiliza una trama ATM con protocolo de comunicación ITU-TG.983.x. Su fibra es e clase monomodo con 32 divisiones por fibra

- **EPON.**

EPON posee una topología multipunto-punto, su conectividad es entre el proveedor de red que utiliza un equipo OLT y la ONU del cliente. Esta tecnología alcanza velocidades de bajada de 1.2 Gbps, y 1.2 Gbps de subida. Utiliza una trama Ethernet con protocolo de comunicación IEEE 802.3ah. Su fibra es e clase multimodo con 32 divisiones por fibra.

- **GPON2.**

GPON2, posee una topología multipunto-punto, su conectividad es entre el proveedor de red que utiliza un equipo OLT y la ONU del cliente. Esta tecnología alcanza velocidades de bajada de 2.5 Gbps, y 1.25 Gbps de subida. Utiliza una trama Ethernet

con protocolo de comunicación IEEE 802.3ah. Su fibra es de clase multimodo con 32 divisiones por fibra.

En Ecuador actualmente no se aplican las cuatro primeras tecnologías, únicamente se utiliza GPON.

Para la propuesta No 1, se utilizará la fibra óptica Multimodo, en donde su topología será Multipunto Punto para la Red Metro Ethernet de Telconet y Punto Multipunto para la Red Gigabyte Ethernet de CNT. En el Ecuador las tecnologías de fibra óptica actualmente están usando GPON, por ser la más comercial para viviendas y clientes corporativos, por tanto para esta propuesta es la tecnología de fibra óptica más adecuada, ya que GPON se deberá utilizar para la conectividad entre los nodos de acceso y el servidor de la Red Metro Ethernet que es Telconet, cuya trama es Ethernet.

### **Tecnología GPON.**

La tendencia comercial en Ecuador, está enfocada a instalar redes GPON, y para la propuesta No 1, es necesario evaluar su compatibilidad técnica con la tecnología de cable para una red Gigabyte Ethernet. A continuación se presentan las características técnicas de la fibra óptica GPON:

- GPON es un estándar de las redes PON que alcanza una velocidad superior a 1 Gbps, soporta varias tasas de velocidad con el mismo protocolo, incluyendo velocidades simétricas de 622 Mbps, 1.25 Gbps, y asimétricas de 2.5 Gbps en el enlace descendente y 1.25 Gbps en el ascendente.
- Tiene un alcance de 20 km, aunque actualmente el estándar ha sido apto para alcanzar los 60 km, el máximo número que puede soportar una misma fibra es de 64 usuarios pero puede alcanzar a soportar hasta 128 usuarios. GPON usa multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing) la cual le permite que la información viaje tanto ascendente como descendente.
- Soporte global multiservicio: incluyendo voz (TDM, SONET, SDH), Ethernet 10/100 Base T, ATM, Frame Relay y muchas más

Tecnología	Estándares	Tipo de Trama	Divisiones por fibra	Velocidad de subida	Velocidad de bajada	Alcance
GPON	IEEE 802.3ah	Ethernet	64 a 128	1.25 Gbps	2.5 Gbps	20 Km a 60 km

Tabla 4.6. Características Técnicas de la fibra óptica GPON de Telconet

### **Análisis Técnico.**

De la tabla 4.6 se puede observar que la tecnología de fibra óptica GPON, trabaja con Ethernet mediante el protocolo de comunicaciones IEEE 802.3ah, con velocidades de 1.25 Gbps de subida y 2.5 Gbps de bajada, con un alcance de red de 20 Km a 60 km, lo cual su capacidad abastece para toda la red de nodos hasta el servidor de red.

### **Cable para conectividad LAN.**

La conexión por cable dentro de una red Gigabyte Ethernet utiliza el par trenzado tipo 5 que soporta hasta 1 Gbps dentro de la red LAN, y dentro de la red WLAN desde 2,4 GHz hasta 5 GHz de velocidad de transmisión. Sus características son:

RED LAN / WIFI GIGABYTE ETHERNET					
Tipo de LAN domestica	Tecnología de red	Velocidad de Transmisión de datos en la red LAN	Velocidad de Transmisión de datos en la red WiFi	Método de Acceso	Estándar
Gigabyte Ethernet	Cable par trenzado tipo 5	Hasta 1 Gbps	54 Mbps	Conmutado	estándar de comunicaciones IEEE 802.3.u

Tabla 4.7: Características red LAN / WIFI Gigabyte Ethernet.

### **Resultados.**

Comparando las dos tecnologías de red GPON y Cable, se puede concluir que las dos son compatibles ya que ambas utilizan Ethernet y el protocolo IEEE 802.3 ah y IEEE 802.3u, con accesos conmutados en las dos. Sus velocidades de transmisión están proporcionales de 1 Gbps para la red Gigabyte Ethernet y de 1.25 a 2.5 en la Red Metro Ethernet, siendo factible esta propuesta bajo GPON y cable par trenzado.

- **Validación de compatibilidad entre la Red Domótica con la Red Metro Ethernet de TelcoNet.**

La red domótica está estructurada bajo una tecnología de cable implementada en el cableado eléctrico de la casa, para lo cual su energía la suministra la unidad de control o conmutador central domótico el cual posee una pantalla táctil por medio de la cual se programan los comandos de los diferentes dispositivos o sensores en la casa como son lámparas, detectores de humo, cámaras IP, etc.

Para la propuesta No 1, la red domótica deberá ser compatible a la red Gigabyte Ethernet y a la Red Metro Ethernet por medio de la cual se darán órdenes a través de los nodos para que los dispositivos conectados a la Red LAN y Wifi como celulares, ipads y tablets controlen los diferentes dispositivos y sensores de la casa incluyendo las cámaras IP de video vigilancia.

Por tanto se debe analizar los diferentes equipos y conmutadores que más se ajustan a los requerimientos de Ethernet con fibra óptica y con cable.

## Equipos y Conmutadores domóticos para redes Ethernet.

Proveedores	Equipos y Conmutadores	Estándar de comunicaciones	Tipo de conectores	Acceso en la vivienda	Disponible en Ecuador
Biticino	Software controlador: Visual SCS	Ethernet 10 BASE T	RJ45 para Ethernet	PC, PDA, dispositivos móviles	SI
Eye Touch	Controlador táctil X-10	Ethernet 10 BASE T	RJ45 para Ethernet	PC o PDA o Internet	NO
Em-Power	1 Central Microprocesada	Ethernet 10 BASE T	RJ45 para Ethernet	PC	NO
	1 Pantalla Táctil monocromo			PDA	
	1 Lector de Llaves Smart Key			Teléfono Movil	
	2 Smart Key				

Tabla 4.8: Equipos y Conmutadores domóticos para redes Ethernet.

### Análisis Técnico:

Biticino es el proveedor que más se ajusta a la estructura de red LAN Gigabyte Ethernet ya que utiliza un software controlador a manera de conmutador que se instala en el PC desde el cual se programan los dispositivos y equipo domótico conectados en la casa por medio del uso de comandos. Por tanto Biticino soporta Ethernet en sus conexiones RJ45 en sus equipos.

**Factibilidad:** La propuesta No 1 si es factible ya que la tecnología 6LOWPAN si es conmutable con el protocolo de internet IPv6 mediante el cual los equipos y dispositivos conectados a la red LAN Gigabyte tiene acceso a internet, por tanto esta propuesta es factible.

#### 4.1.2. Pruebas técnicas de la propuesta No 2.

**PROPUESTA DE DISEÑO TEÓRICO PARA ESTUDIAR LA FACTIBILIDAD DE CONECTIVIDAD POR INTERNET MOVIL IPv6 6LOWPAN PARA UN AUTO Y UN HOGAR DIGITAL CON RED METRO ETHERNET ISP DE FIBRA OPTICA EN LA CIUDAD DE QUITO.**

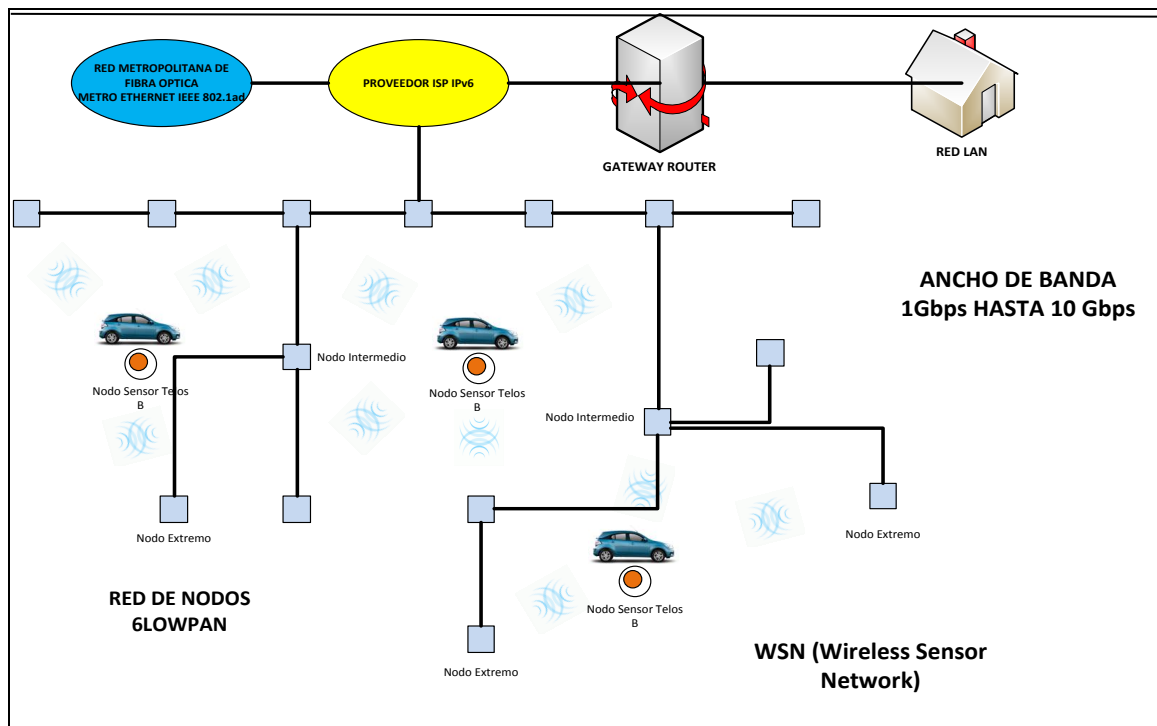


Figura 4.3: Propuesta No 2.

##### 4.1.2.1.RECURSOS.

**Infraestructura de Red Metro Ethernet Fibra Óptica Protocolo IEEE 802.1 ad**

**Red de Transporte con nodos de acceso.**

- Nodos 6LOWPAN.
- Proveedor de red ISP con direccionamiento de su ruteador a IPv6.
- Cableado de fibra óptica para los nodos de acceso.
- Nodos con posibilidad de capa IPv6.
- Servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2.
- Cableado de fibra óptica.
- Protocolo IEEE 802.1ad
- Red LAN con acceso a internet por medio de un router fibra óptica.

#### **Auto.**

- Nodo sensor 6LOWPAN.
- Red 6LOW PAN con posibilidad de capa IPv6.
- SIM ISP.
- Celular Android 4G.

#### **Hogar.**

- Internet Banda Ancha.
- Conectividad con fibra óptica plástica FOP.
- Router Cisco fibra óptica.
- PC o Laptop.
- Conmutador central o Unidad de Control conectada a la red LAN (Acces Point).

- Sensores y actuadores inalámbricos.
- Router Gigabyte inalámbrico direccionado a IPv6.
- Equipos de video vigilancia direccionados a IPv6.
- Equipos de control domótico de interiores y exteriores del hogar direccionados a IPv6.
- Computador PC de escritorio direccionado a IPv6.
- Celular, Tablet, Laptop, direccionados a IPv6.
- Conexión LAN (RJ45).
- Red WLAN (Wireless LAN –WiFi).

- **Compatibilidad IPv6 Móvil con 6LOWPAN.**

La compatibilidad entre el protocolo IPv6 Móvil y la tecnología 6LOWPAN de los nodos sensores en la red metro Ethernet, se basara en el estándar de red IEEE 802.1 ad en el hogar digital. Para efectuar las pruebas de validación, se tienen que evaluar las dos tecnologías para verificar su compatibilidad con los siguientes parámetros:

Características Técnicas	IPv6 móvil	6LOWPAN
Estándar	IETF RFC 3344	IEE 802.1 ad y con IEEE 802.15.4 para capas de enlace
Direcciones IP	128 bits	64 bit y 16 bit usado en 802.15.4
Multiplexacion	SI	SI
Autoconfiguración	SI	SI

Tabla 4.9: Características Técnicas IPv6 móvil y 6LOWPAN.

**Resultados:** La compatibilidad de 6LOWPAN con IPv6 móvil en la red TCP/IP del proveedor, se realiza mediante una compresión de cabecera IPv6. En donde la transportación se realiza en la cabecera UDP, por tanto los nodos sensores de la red metro Ethernet podrán transportar todas su aplicaciones a través del protocolo de comunicaciones IEEE 802.15.4 a la red LAN Ethernet del proveedor instalada en la casa.

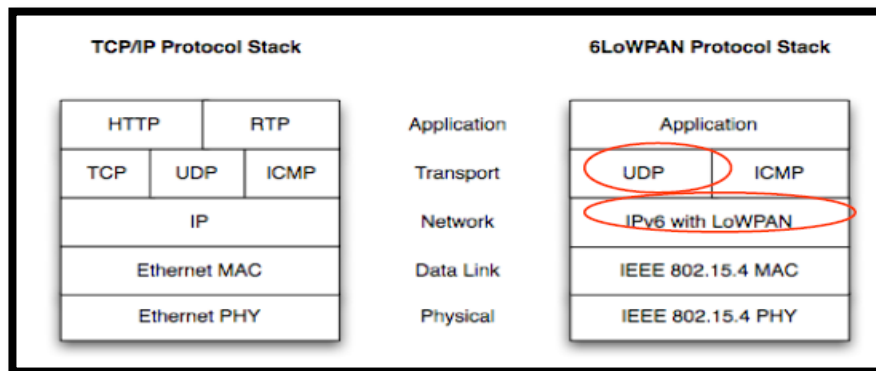


Figura 4.4: Compatibilidad 6LOWPAN con IPv6 móvil.

- **Compatibilidad del nodo sensor del auto con los nodos de la red Metro Ethernet.**

Para evaluar la compatibilidad del nodo sensor Telos B incorporado en el auto con los nodos de la red Metro Ethernet, se tiene que conocer las características técnicas, protocolos y estándares de comunicaciones con los cuales trabaja este nodo para su conectividad con los nodos sensores de la red Metro Ethernet. Estas características son proporcionadas por el proveedor del nodo sensor Telos B que es Willow Technologies, y son las siguientes:

### **Nodo sensor TelosB.**

<b>NODO SENSOR TELOS B</b>	
<b>Proveedor</b>	Willow Technologies
<b>Nodo Sensor</b>	Telos B TPR 2400
<b>Sistema Operativo</b>	Tiny OS 2.0
<b>Memoria RAM</b>	10 kb
<b>Velocidad de conectividad radial</b>	250 Kb/s
<b>Protocolo de Red</b>	Red IPV6 compatible mediante 6LOWPAN con compresión IPHC
<b>Algoritmo para rutear</b>	LOAD
<b>Conexión a Internet</b>	Router Gateway del ISP
<b>Compatibilidad</b>	Estándar IEEE 802.1ad

Tabla 4.10: Nodo Sensor Telos B.

### **Nodos sensores de la Red Metro Ethernet.**

#### **Nodos de Acceso.**

El nodo de acceso o nodos AP (acces point), en la presente propuesta es aquel nodo al cual se conecta el auto, para enviar su información hacia el resto de la red metro Ethernet del proveedor. El nodo de acceso contiene las siguientes características técnicas:

<b>Estándar de comunicaciones - Interfaz de entrada</b>	<b>Estándar de comunicaciones - Interfaz de salida</b>	<b>Tipo</b>
IEEE 802.1 Q	IEEE 802.1ad (Q-in-Q)	ePB

Tabla 4.11: Características Técnicas de los Nodos de Acceso.

#### **Nodos de Distribución.**

Los nodos de distribución de la red Metro Ethernet son aquellos que se comunican internamente en esta red, es decir son los que alimentan al nodo de acceso del proveedor. Las características técnicas de estos nodos son:

Estándar de comunicaciones - Interfaz de salida	Tipo
IEEE 802.1ad (Q-in-Q)	PB

Tabla 4.12: Características Técnicas de los Nodos de Distribución.

#### **Nodos de Núcleo.**

Los nodos de núcleo son aquellos nodos de frontera que van instalados en la ciudad de Quito, los cuales encapsulan la transmisión del núcleo del portador o proveedor para que pueda realizarse la convergencia de información desde los nodos de distribución al núcleo en entorno Q in Q. Estos nodos no tienen nada que ver con los nodos de distribución es decir no trabajan con el protocolo IEEE 802.1 ad. Sus características técnicas son las siguientes.

Protocolo de comunicación en frontera	Tipo
IEEE 802.1ah	c-PBB

Tabla 4.13: Características Técnicas de los Nodos de Núcleo.

- **Validación de la conmutabilidad entre los nodos Telos B del auto y nodos sensores de la red Metro Ethernet.**

PRUEBA DE CONMUTABILIDAD ENTRE NODO IPV6 AUTO Y NODOS SENSORES 6LOWPAN RED METRO		
	Estándar de comunicaciones IEEE 802.1ad (Q-in-Q)	Backbone del proveedor de Red Metro Ethernet IEEE 802.1ah
Nodo del auto con IPv6	SI	SI
Nodos de distribución	SI	SI
Nodos de acceso	SI	SI

Tabla 4.14: Prueba de Conmutabilidad entre nodos Telos B del auto y nodos sensores de la Red Metro Ethernet.

**Resultados:** Validando la conmutabilidad de los nodos en la red metro Ethernet con el nodo del auto Telos B, se confirma su compatibilidad bajo el estándar IEEE 802.1ad (Q-in-Q) el cual se comunica a la red metro Ethernet por medio de los nodos de núcleo los cuales poseen el estándar IEEE 802.1ah, por tanto la propuesta es factible en cuanto a infraestructura

**Factibilidad:** No existe en el Ecuador, proveedores de nodos sensores para autos principalmente de la marca Telos B, por tanto esta propuesta necesita importar el nodo sensor Telos B para que sea viable.

#### 4.1.3. Pruebas técnicas de la propuesta No 3.

**PROPUESTA DE DISEÑO TEÓRICO PARA ESTUDIAR LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTAR UNA RED DOMOTICA DE UNA CASA CON CONECTIVIDAD DE FIBRA OPTICA, MEDIANTE UN SERVIDOR ISP LOCAL DIRECCIONADO A IPV6, PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DEL HOGAR**

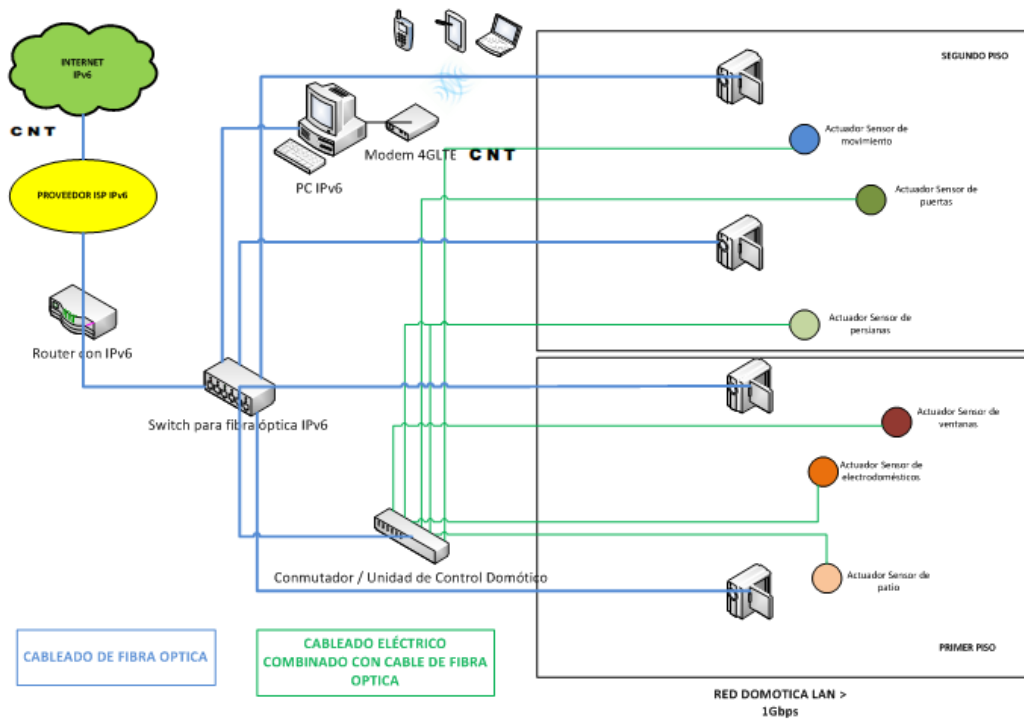


Figura 4.5: Propuesta Nro 3.

Las pruebas técnicas de la propuesta No 3, permitirán evaluar la factibilidad que tiene esta propuesta en la instalación de redes, equipos y dispositivos utilizando la fibra óptica en un hogar domótico, en donde se utiliza el protocolo IPv6 como tecnología de internet para la conectividad de la Red LAN, WiFi con la red domótica conectada al sistema eléctrico de la vivienda.

#### 4.1.3.1. Recursos.

##### 4.1.3.1.1 Fibra Óptica.

Para la ejecución de esta prueba técnica se necesita conocer las especificaciones técnicas y compatibilidad de los equipos, dispositivos, sensores y actuadores, en una red de fibra óptica plástica FOP con las siguientes especificaciones técnicas:

Cable de Fibra Óptica Plástica FOP	Velocidad de Transmisión	Conectores	Fuerza de tracción	Radio de curvatura	Equipos de distribución de la señal	Caja alimentadora FOP empotrable en casa	Wifi	IP
2.2 mm	Mayores a 1 GB	Sin conectores	150 N	20 mm sin emisiones electromagnéticas	Router , Switch	3 puertos RJ45 y puerto de acceso Wifi	Estándar de comunicaciones IEEE 802.3 u	Integrados

Tabla 4.15: Características técnicas de la Fibra Óptica.

Para conocer sobre la compatibilidad de la fibra óptica con la red domótica, red LAN/WiFi de la vivienda, es necesario primero evaluar a los proveedores de red ISP de fibra óptica para viviendas familiares en el mercado nacional.

- **Proveedores de fibra óptica FOP.**

Entre los proveedores de fibra óptica a nivel nacional están los siguientes:

**Ecuanet-NetLife.**

**Fibra Óptica: GEAPON<sup>2</sup>**

**Características Técnicas.**

<b>CARACTERISTICA TECNICAS</b>	
<b>Tecnología</b>	GEAPON <sup>2</sup>
<b>Estándares</b>	IEEE 802.3ah
<b>Tipo de Trama</b>	Ethernet
<b>Divisiones por fibra</b>	32
<b>Velocidad de subida</b>	1.25 Gbps
<b>Velocidad de bajada</b>	2.5 Gbps
<b>Alcance</b>	20 Km
<b>Ancho de Banda</b>	100 Mbps
<b>Capacidad de Actualización</b>	Alta
<b>Sistema Centralizado</b>	Si
<b>Seguridad</b>	Alta

Tabla 4.16: Características Técnicas GEAPON<sup>2</sup> Ecuonet-NetLife.

Elaborado por: Marco Proaño

**CNT.**

**Fibra Óptica:** GPON.

**Características Técnicas.**

Tecnología	Estándares	Tipo de Trama	Divisiones por fibra	Velocidad de subida	Velocidad de bajada	Alcance
<b>GPON</b>	ITU-T G.984.x	ATM GFP	32 64	622 Mbps 622 Mbps	1.2 Gbps 2.5 Gbps	20 Km

Tecnología	Ancho de banda	Capacidad de actualización	Sistema centralizado	Seguridad
<b>GPON</b>	100 Mbps	Alta	Si	Media a nivel de protocolo

Tabla 4.17: Características Técnicas GPON CNT.

## Punto Net.

### Fibra Óptica: GPON.

#### Características Técnicas.

Tecnología	Estándares	Tipo de Trama	Divisiones por fibra	Velocidad de subida	Velocidad de bajada	Alcance
GPON	ITU-T G.984.x	ATM GFP	32 64	622 Mbps 622 Mbps	2.4 Gbps	20 Km

Tecnología	Ancho de banda	Capacidad de actualización	Sistema centralizado	Seguridad
GPON	100 Mbps	Alta	Si	Media a nivel de protocolo

Tabla 4.18: Características Técnicas GPON Punto Net.

#### Análisis Técnico.

Como se puede observar, existen únicamente tres proveedores de internet fibra óptica a nivel de viviendas familiares en el país que son: Net Life, CNT y PuntoNet. Net Life es el proveedor ISP que trabaja con fibra óptica GPON<sup>2</sup> y CNT y Punto Net utilizan la tecnología GPON.

Analizando sus características técnicas se puede concluir que NetLife posee a nivel nacional los más altos estándares en cuanto a velocidad de transmisión tanto de subida como de bajado, ancho de banda, seguridades, entre otras ventajas sobre sus otros dos competidores.

#### 4.1.3.1.2. Equipos instalados a la red LAN /WiFi con IPv6.

##### Recursos.

Para esta propuesta el proveedor ISP debe trabajar con el protocolo de internet IPv6, es decir que toda la infraestructura de equipos y dispositivos móviles red deberá ajustarse a IPv6. Con estos parámetros se califica al proveedor de internet fibra óptica si admite o no el protocolo IPv6 en la red:

- Router para fibra óptica con IPv6.

ISP	Router fibra óptica con IPv6	Marca	Estándar de comunicaciones	Servidor	Soportes	Puertos Gigabyte Ethernet	Conexión ONT	Velocidad de transmisión WiFi
NetLife	Si	COMTREND VG8050	802.11/802.11 b/g	DHCP	NAT PAT	4 puertos RJ45	Si	48 Mbps a 3 mts
CNT	Si	Huawei Hg532s	802.11b/g/n	DHCP	NAT PAT	4 puertos RJ45	Si	96 Mbps a 3 Mts
PuntoNet	Si	Router Cisco 1841	802.11 a/b/g	DHCP	NAT PAT	8 puertos RJ45	Si	40 Mbps a 3 mts

Tabla 4.19: Características del Router IPv6 que trabaja con cada ISP.

##### Análisis Técnico.

Como se puede observar, existen únicamente tres proveedores de internet fibra óptica a nivel de viviendas familiares en el país que son: Net Life, CNT y PuntoNet. Net Life es el proveedor ISP que trabaja con fibra óptica GEPON<sup>2</sup> y CNT y Punto Net utilizan la tecnología GPON.

Analizando sus características técnicas se puede concluir que NetLife posee a nivel nacional los más altos estándares en cuanto a velocidad de transmisión tanto de subida como de bajado, ancho de banda, seguridades, entre otras ventajas sobre sus otros dos competidores.

#### 4.1.3.1.3. Equipos instalados a la red Domótica.

##### Recursos.

- **Proveedores de equipos para red domótica.**

Para esta propuesta se evaluarán los proveedores de red domótica existentes en el país, cuyos equipos y dispositivos deberán admitir las especificaciones básicas de la red LAN y WiFi es decir velocidad de transmisión y ancho de banda.

Los proveedores de equipos domóticos, más aconsejables para suplir la capacidad instalada de conectividad en la propuesta No 3 son:

Proveedores	Presencia en Ecuador	Facilidad e Instalación	Integración de Aplicaciones	Administración	Difusión de Información	Evaluación (Pts)
Vantage	NO	SI	SI	NO	NO	2
Siemens	SI	SI	NO	SI	SI	4
Biticino	SI	SI	SI	SI	NO	4
ADT	NO	SI	NO	SI	NO	2
LG	SI	SI	NO	SI	SI	4
Samsung	SI	NO	NO	SI	NO	2

Tabla 4.20: Proveedores de equipos domóticos en el país.

### **Análisis Técnico.**

Como se puede observar, existen únicamente tres proveedores de red domótica que pueden cubrir las demandas operativas y administrativas de la presente propuesta cuyas calificaciones son de 4/4 y son: Siemens, Biticino y LG, de los cuales Biticino es el proveedor optimo ya que permite una integración completa en conectividad con dispositivos móviles como son tablets, celulares y portátiles.

- **Unidad de control domótico.**

La unidad de control domótico para la propuesta No 3, es proporcionada por los proveedores de equipos domóticos antes mencionados, de los cuales los más opcionados son Biticino, Siemens y LG; para lo cual es necesario evaluaron la factibilidad técnica de los controladores domóticos que estos instalan en las casas. A continuación un detalle de las características de estos controladores.

<b>Proveedores</b>	<b>Unidades de Control</b>	<b>Software Controlador</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Control desde Ordenador</b>	<b>Control desde dispositivos móviles</b>	<b>Conectividad con fibra óptica</b>	<b>Evaluación</b>
LG	LG Home Network	NO	PLC	SI	NO	NO	1
Siemens	Simatic S7-200	Simática V2.0	S7-200 PC ACCESS	SI	SI	SI	3
Biticino	NO	Visual SCS	L4686	SI	SI	SI	3

Tabla 4.21: Proveedores opcionados para el Ecuador.

### **Análisis Técnico.**

Como se puede observar, Biticino no posee una unidad de control o conmutador central para administrar y operar la red domótica y Siemens si lo tiene el cual es el controlador Simatic S7-200, con este dispositivo a través de un panel digital TD-200 se puede conectarlo al computador a través de un Software Simatica V2.0 y poder controlar los dispositivos desde un dispositivo móvil en el cual también se instale el presente software.

Por tal motivo Siemens es el proveedor más acertado tanto para la administración como para la operación en la red domótica de todos los dispositivos y equipos tanto internos como externos.

- **Evaluación de la Unidad de control domótico Simatic S7-200 (Siemens).**

Unidad de Control domotico	Estándar	Protocolo	Compatibilidad con Internet Ipv6	Compatibilidad con fibra óptica	Acceso desde dispositivos móviles	Acceso a computador
Simatic S7 200	RS-485	PPI	SI	SI	SI / Uso de un Modem de Telecontrol	SI / Uso de software con tecnología S7-200 PC ACCESS

Tabla 4.22: Características Técnicas Simatic S7-200 (Siemens).

### **Resultados:**

**Proveedor de red fibra óptica seleccionado:** NetLife.

**Proveedor de red domótica seleccionado:** Siemens.

**Factibilidad:** La propuesta No 3 si es factible por cuanto el proveedor Net Life si cumple con los requerimientos de red y Siemens también cumple con la capacidad de instalación en la red domótica. Ambos son proveedores que están disponibles en el Ecuador.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones.

1. La situación de las redes actualmente y los servicios que proveen los operadores, se limitan a conectividad LAN / Wifi con cable banda ancha y fibra óptica GPON, con servicios de voz, datos y video con velocidades de hasta 1.2 Gbps de baja, y 622 mbps de subida, con adaptabilidad a dispositivos móviles con IPv4, y tecnología LTE4G proporcionadas únicamente por CNT y NetLife (fibra óptica).
2. La infraestructura de red en la propuesta No 1 se basa en una red LAN Gigabyte Ethernet para la vivienda y una red Metro Ethernet con nodos sensores para una óptima conectividad de los dispositivos móviles con las cámaras IP de video vigilancia.
3. La red domótica está instalada con cable eléctrico alimentada por un conmutador o unidad de control domótico la cual controla los procesos de cada equipo y dispositivo domótico instalado en la casa.
4. El router Gateway es el equipo que utiliza tanto el proveedor de red LAN Gigabyte Ethernet como el proveedor de la red metro Ethernet.
5. Los nodos sensores de la red Metro Ethernet utilizan la tecnología 6LOWPAN para que los dispositivos móviles direccionados a IPv6 reciban la transferencia de

información de datos, voz, audio y video de las cámaras IP conectadas a la red LAN Gigabyte Ethernet en la casa.

6. La fibra óptica del proveedor de la red Metro Ethernet alcanza velocidades de transmisión de hasta 10 Gbps para transmitir la información de los nodos sensores a los dispositivos móviles, cuyo protocolo de comunicación es el IEEE 802.1ad
7. Las velocidades alcanzadas de transmisión en la red Gigabyte Ethernet dentro de la casa hasta llegar al cliente es de máximo 1 Gbps por cable y con wifi es de hasta 5 GHz, siendo su protocolo de comunicación el IEEE 802.11 (b/g/n).
8. En la propuesta No 2 el auto puede conectarse a la red Gigabyte Ethernet de la casa mediante un nodo sensor Telos B instalado en su interior el cual configura automáticamente el protocolo IPv6 de internet para poder transmitir la información de la casa pasando por los nodos sensores en la red metro Ethernet.
9. Los nodos sensores de la red metro Ethernet con tecnología 6LOWPAN pueden comprimir la información de los equipos direccionados a IPv6 hasta 2 Kbps de velocidad con el fin de soportar mayores volúmenes de transmisión de información.
10. La red de nodos utiliza nodos de acceso y nodos de distribución para la conectividad móvil del auto y el hogar digital.
11. El proveedor de la red metro Ethernet con fibra óptica soporta IPv6 en su red de nodos de acceso y distribución mediante una interfaz de compresión para que este protocolo trabaje con el nodo sensor del auto y el hogar digital con equipos también direccionados a IPv6, bajo una plataforma de red LAN Gigabyte Ethernet.

12. La red de nodos de acceso y distribución están conectados con fibra óptica permitiendo alcanzar velocidades de transmisión en el auto de hasta 10 Gbps, y desde el auto a la vivienda de hasta 1 Gbps, en una distancia de hasta 100 km.
13. En la propuesta No 3 la red domótica la controla un conmutador central o unidad de control domótico conectada a la fibra óptica suministrada por el proveedor ISP de internet con protocolo IPv6.
14. Los equipos y dispositivos están conectados al conmutador por cableado eléctrico.
15. La red LAN Gigabyte Ethernet con fibra óptica conecta el PC, el switch y el router para poder transmitir por Wifi la información de los equipos domóticos de video vigilancia a los dispositivos móviles como celulares, tablets, laptops, etc.
16. El servidor central es la PC, el cual utiliza un modem de red inalámbrica LTE 4G para transmitir la información a los celulares, de lo que se receipta de la red domótica.
17. El switch posee 8 puertos RJ45 encargados de dar mayor velocidad a la transmisión desde las cámaras IP al router, y de este a la PC, para su conectividad Wifi con los dispositivos móviles.
18. El estándar de comunicaciones utilizado en la red LAN/Wifi Gigabyte Ethernet con fibra óptica es el IEEE 802.3.u, con velocidades de 1 Gbps en LAN y 54 Mbps en Wifi.
19. Las pruebas técnicas de la propuesta No 1 se basa en evaluar la compatibilidad entre la red Metro Ethernet con nodos distribuidos en toda la ciudad de Quito, con la red LAN Gigabyte Ethernet y la red domótica en la casa concluyendo que si son

compatibles tanto en su estructura 6LOWPAN como en sus protocolos IPv6 de los equipos y dispositivos móviles.

20. Las pruebas técnicas de la propuesta No1 se basaron en evaluar la compatibilidad entre la red Metro Ethernet con nodos distribuidos en toda la ciudad de Quito, con la red LAN Gigabyte Ethernet y la red domótica en la casa concluyendo que si son compatibles tanto en su estructura 6LOWPAN como en sus protocolos IPv6 de los equipos y dispositivos móviles.

21. Las pruebas técnicas de la propuesta No 2 se basaron en: 1) evaluar la compatibilidad entre el protocolo IPv6 móvil con la tecnología 6LOWPAN de los nodos sensores en la red Metro Ethernet de Quito; 2) evaluar la compatibilidad entre el nodo sensor del auto con los nodos de acceso y distribución de la red Metro Ethernet y 3) la validación de la conmutabilidad entre los nodos Telos B del auto y nodos sensores de la red Metro Ethernet, llegando a la conclusión que si son compatibles bajo el estándar IEEE 802.1ad (q-in-q) el cual se comunica a la red metro Ethernet por medio de los nodos de núcleo los cuales poseen el estándar IEEE 802.1ah, por tanto la propuesta es factible en cuanto a infraestructura, pero en lo referente a la disponibilidad de quipos no es viable ya que en el Ecuador no existen proveedores de nodos sensores para autos principalmente de la marca Telos B.

22. Las pruebas técnicas de la propuesta No 3 se basaron en evaluar la compatibilidad de redes, equipos y dispositivos configurados a IPv6 y conectados con fibra óptica con la red domótica conectada al sistema eléctrico de la vivienda, para lo cual se necesita 1) evaluar a los proveedores de red ISP de fibra óptica para viviendas familiares en el

mercado nacional, 2) evaluar compatibilidad de los equipos del proveedor con la tecnología de red de fibra óptica y con el protocolo IPv6 y 3) evaluar la compatibilidad de los equipos y dispositivos domóticos distribuidos por los proveedores de red domótica, con los requerimientos básicos de la red LAN y WiFi de la casa tanto en velocidad de transmisión y ancho de banda, llegando a la conclusión que la propuesta si es factible puesto que tanto el proveedor de fibra óptica Netlife como el proveedor de red domótica Siemens cumplen con los requerimientos para fibra rica y capacidad de instalación en la red domótica de la casa.

## **5.2. Recomendaciones.**

1. Para obtener mayor conectividad WiFi de las Cámaras IP en la red domótica del hogar con la PC y dispositivos móviles dentro de la red Metro Ethernet, es necesario aumentar el número de routers conectados inalámbricamente a estas cámaras tanto en el primer piso como en el segundo de la casa.
2. Para una mayor vigilancia en la vivienda se necesita conectar un mayor número de cámaras hasta 8 ya que el ancho de banda y velocidad de transmisión con la fibra óptica es de hasta 10 Gbps,
3. Es recomendable en vez de utilizar un nodo sensor Telos B en el auto, utilizar un router portátil inalámbrico que lo suplante, ya que este nodo no está disponible en el mercado tecnológico del Ecuador.

4. El switch utilizado en la propuesta No 3, deberá poseer puertos de conexión para fibra óptica y puertos de conexión con cable, para poder direccionar la información desde el proveedor hacia los equipos domóticos con mayor velocidad.
5. Es recomendable que en todas las propuestas con red domótica la fibra óptica utilizada sea GPON, ya que esta permite una conectividad Ethernet segura entre los nodos de acceso y el proveedor de la Red Metro Ethernet.
6. La viabilidad de las propuestas 1, 2, 3, serían más eficientes si existirían los proveedores de equipos adecuados, por tanto es recomendable importar los equipos domóticos de mejor tecnología con el fin de que se adapten a las necesidades del cliente.
7. Es recomendable que los equipos de la red domótica de la casa estén controlados por un Conmutador que posee pantalla táctil con la cual el usuario podrá digitalizar las diferentes configuraciones del sistema domótico como luces, alarmas, sensores de humo, sensores de agua, cámaras IP etc. La marca as recomendable es Siemens disponible en el país.
8. Las necesidades domóticas del cliente requieren de un servicio de asistencia técnica que evalúe la conectividad LAN / Wifi con dispositivos celulares interconectados.
9. Dentro de la domótica de hogares es recomendable que se adquieran sistemas que permitan soportar el control de los equipos también a distancia por medio de dispositivos móviles como tablets, celulares, laptops, etc.

10. La red domótica de hogares utiliza actualmente como medio de transmisión el cableado eléctrico, siendo necesario utilizar el mejor cable par trenzado para mayor seguridad.
11. Los equipos domóticos conectados al conmutador central deberán estar conectados necesariamente en paralelo, es decir bajo una topología de bus centralizada
12. La configuración a IPV6 de la red domótica en un hogar, se la realizara únicamente a los dispositivos conectados en Wifi al PC o servidor.
13. Es necesario que el proveedor de red o ISP, facilite un IP configurado a IPv6 a la casa en donde estará conectado el computador a la fibra óptica GPON.
14. Es recomendable que el proveedor ISP CNT para la aplicación de las propuestas 1,2 y 3 realicen la transición de IpV4 a IpV6 al momento de configurar su IP con el cliente.

## BIBLIOGRAFÍA ESCRITA

- [1] Trasoírás J. (2004)... *Desarrollo de Instalaciones Electrotécnicas en los Edificios*. España: Paraninfo
- [2] Thomson, W.a.a, *Sistemas de Control Para Viviendas y Edificios: Domótica*,
- [3] Sanfor E. L. (2004)...*Instalaciones Eléctricas e Iluminación para Hogares y Oficinas*.Argentina: Limusa Thomson Paraninfo, España, 2004
- [4] Rodríguez. (2004).*Solución Productividad en Oficinas*. España: Díaz de Santos
- [5] Nanning. (2004)*Administración Eficiente de Oficinas*. España: Iberoamérica
- [6] Moreno, Jose, *Domótica: Sistema EIB Características Del Sistema*, Editorial
- [7] Molina.L. (2004).*Instalaciones Automatizadas en Viviendas y Edificios CF*. Colombia: McGraw-Hill
- [8] Martínez Abadía, J. (2004). *Manual básico de tecnología audiovisual y técnicas de creación emisión y difusión de contenidos*
- [9] Martín, J. M. (1988). *Comunicaciones ópticas*. Paraninfo.
- [10] Maplin, *Montajes de Seguridad Para el Hogar*, Editorial Thomson Paraninfo S.A.
- [11] Madrou, T. (2003). *Local Area Networks: New Technologies, Emergin Standards*, . Nueva York, : Wiley .
- [12] Khoshafian. (2004).*Edificios Inteligentes*. España: Paraninfo Lengua Castellano. ISBN: 84-953-5701-1.

- [13] Junestrand, Stefan y otros, Domótica y Hogar Digital, 2da. Edición, Editorial
- [14] Huidrobo Jose, Domótica: Edificios Inteligentes, Editorial Lengua Castellano,
- [15] Harper, E, Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales,
- [16] Fuster D. (2004)...*100 Casas Unifamiliares de la Arquitectura del Siglo XX*. Riverside Agencia
- [17] Díaz J. C. (2003).*La Ingeniería en Edificios de Alta Tecnología*. México: McGraw-Hill Editorial Limusa, Mexico, 1996
- [18] Cuadro N. P. (2004)...*Protección de Edificios Contra Incendios*. México: Alsina
- [19] Clark. (2004).*Análisis y Gestión Energética de Edificios*. España: McGraw-Hill
- [20] Mukherjee, B. (2006). *Optical networking & WDM*. Chicago: Illus.
- [21] Prat, J. (2008). *Next Generation FTTH*.
- [22] Portocarrero, M. (2009). *GPON*. España: Mc Graw Hill
- [23] Sotomayor, A. (2009). *Manual de Diseño e Inspección de Redes FTTX-PON*.
- [24] Dussaubat, S. (2008). *Implementación de Redes FTTH*.