

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN DE CONECTIVIDAD WIRELESS PARA
LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR CAMPUS DE TERNERA,
UTILIZANDO TECNOLOGÍAS WI-FI**

GUILLERMO JOSE ARRAZOLA OLANO

JACIR RAFAEL BADILLO ANGULO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS

2004

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN DE CONECTIVIDAD WIRELESS PARA
LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR CAMPUS DE TERNERA,
UTILIZANDO TECNOLOGÍAS WI-FI**

**GUILLERMO JOSE ARRAZOLA OLANO
JACIR RAFAEL BADILLO ANGULO**

**TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TITULO
DE INGENIERO DE SISTEMAS**

Director

ING. ISAAC ZÚÑIGA SILGADO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS**

2004

Cartagena de Indias, Mayo 28 de 2004.

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.

Comité de Evaluación de Proyectos.

Escuela de Ingenierías.

Ciudad.

Estimados Señores:

De la manera más cordial, nos permitimos presentar a ustedes para su estudio, consideración y aprobación el trabajo final titulado **“Análisis y Diseño de la Solución de Conectividad Wireless para la Universidad Tecnológica de Bolívar Campus de Ternera, utilizando Tecnologías Wi-Fi”**, presentado para optar por el título de ingeniero de sistemas.

Esperamos que este proyecto sea de su total agrado.

Cordialmente,

Guillermo Arrázola Olano

Cod: 9905043

Jacir Rafael Badillo Angulo

Cod: 9905010

Cartagena de Indias, Mayo 28 de 2004.

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.

Comité de Evaluación de Proyectos.

Escuela de Ingenierías.

Ciudad.

Estimados Señores:

Con el mayor agrado me dirijo a ustedes para poner a consideración el trabajo final titulado “**Análisis y Diseño de la Solución de Conectividad Wireless para la Universidad Tecnológica de Bolívar Campus de Ternera, utilizando Tecnologías Wi-Fi**”, el cual fue llevado a cabo por los estudiantes JACIR RAFAEL BADILLO ANGULO y GUILLERMO JOSE ARRAZOLA OLANO, bajo mi orientación como Director.

Cordialmente,

ORLANDO MERLANO FERNANDEZ

Ingeniero Electrónico

Cartagena de Indias, Mayo 28 de 2004.

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.

Comité de Evaluación de Proyectos.

Escuela de Ingenierías.

Ciudad.

Estimados Señores:

Con el mayor agrado me dirijo a ustedes para poner a consideración el trabajo final titulado **“Análisis y Diseño de la Solución de Conectividad Wireless para la Universidad Tecnológica de Bolívar Campus de Ternera, utilizando Tecnologías Wi-Fi”**, el cual fue llevado a cabo por los estudiantes JACIR RAFAEL BADILLO ANGULO y GUILLERMO JOSE ARRAZOLA OLANO, bajo mi orientación como Asesor.

Cordialmente,

ISAAC ZÚÑIGA SILGADO

Ingeniero de Sistemas.

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, 28 de Mayo 2004

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico en primera instancia a Dios que fue mi guía en momentos de desespero, gracias a él estoy en estos momentos redactando mi dedicatoria y por eso le concedo el primer lugar.

A mis padres que con su esfuerzo, amor y dedicación siempre me llevaron hacia el camino del triunfo, logrando así en compañía de ellos mis más anheladas metas.

A mis Hermanos, mis abuelos, mis tíos y tías, y en general a toda mi familia que siempre confiaron en mi y me ayudaron a seguir adelante y sobrepasar todos los obstáculos. Igualmente a mis amigos que siempre me dieron apoyo en situaciones difíciles.

De igual modo a mi novia que siempre estuvo paciente durante este proyecto de grado y que con su don de empeño y dedicación me ayudo a que el curso de este trabajo siempre estuviera por el camino del éxito.

Guillermo J. Arrázola Olano

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios, porque fue el que me guió en los momentos difíciles y de cansancio de la carrera, me ayudó para seguir adelante y no dejarme caer ante cualquier tropiezo.

A mis padres, mis hermanos, mis tíos, primo y a mi abuela y en general a todas personas que me ayudaron y apoyaron en todos momentos difíciles y confiaron siempre en mis capacidades.

También quiero agradecer a mi novia por su apoyo, consideración y comprensión durante el desarrollo de este trabajo.

Jacir Badillo Angulo

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus más sinceros agradecimientos al Ingeniero Isaac Zúñiga Silgado por toda la paciencia, atención y colaboración prestada en la elaboración del presente documento.

A nuestro director el Ingeniero Orlando Merlano Fernández quien nos apoyo tecnológicamente en el transcurso de este proyecto de grado.

A nuestro Decano Gonzalo Garzón por apoyarnos siempre durante la elaboración de este proyecto, a las Ingenieras Gloria Isabel Bautista y Luz Estrella Robles por brindarnos ánimos en momentos de desespero y tendernos una mano amiga en momentos desolación.

Además se les agradece a todas las personas que de una u otra forma tuvieron algo que ver con el desarrollo de este trabajo y la Universidad Tecnológica de Bolívar por facilitarnos los medios para recolectar la información necesaria.

Queremos agradecerle a Dios por guiarnos durante toda la carrera y ante todo por ayudarnos a tomar la decisión de escoger la mejor carrera del mundo: Ingeniería De Sistemas, de la cual nos sentimos orgullosos y nos ha llenado de muchas satisfacciones.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION

1. GENERALIDADES DE REDES WIRELESS.
 2. ESTADO ACTUAL DE LA RED TELEMÁTICA DE LA UTB.
 3. ESTUDIO DE COMPARACIÓN Y VALORACIÓN DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS WIRELESS.
 - 3.1. Bluetooth
 - 3.2. Home-RF (Infrarrojos)
 - 3.3. 802.11 (Wi-Fi)
 - 3.4. HiperLan
 - 3.5. Comparación de las Tecnologías
 4. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS PARA EL DISEÑO DE LA RED WIRELESS DE LA UTB UTILIZANDO TECNOLOGÍAS WI-FI.
 5. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UTB EN EL CAMPUS DE TERNERA, UTILIZANDO TECNOLOGÍAS WI-FI.
 - 5.1. Estudio y Diseño de la conectividad microondas entre los edificios y el nodo de la UTB
 - 5.1.1. Generalidades de los enlaces en la UTB
 - 5.1.2. Estación base Malok@net.
 - 5.1.3. Estaciones Clientes en los Edificios de la UTB
-

5.1.4. Enlace inalámbrico MaloK@net con el Edificio de Aulas 1.

5.1.4.1. Análisis Topográfico del Enlace.

5.1.4.2. Análisis Espectral del Enlace

5.1.4.3. Tecnologías de Red Adheridas.

5.1.4.4. Consideraciones y diseño del enlace.

5.1.5. Enlace inalámbrico MaloK@net con el Edificio de Aulas 2,
Auditorio y Oficinas Administrativas.

5.1.5.1. Análisis Topográfico del Enlace

5.1.5.2. Análisis Espectral del Enlace

5.1.5.3. Tecnologías de Red Adheridas

5.1.5.4. Consideraciones y Diseño del Enlace

5.1.6. Enlace inalámbrico MaloK@net con el Edificio de la
Biblioteca Luís Enrique Borja Barón.

5.1.6.1. Análisis Topográfico del Enlace

5.1.6.2. Análisis Espectral del Enlace

5.1.6.3. Tecnologías de Red Adheridas

5.1.6.4. Consideraciones y Diseño del Enlace

5.1.7. Enlace inalámbrico MaloK@net con el Edificio de
Bienestar Universitario.

5.1.7.1. Análisis Topográfico del Enlace

5.1.7.2. Análisis Espectral del Enlace

5.1.7.3. Tecnologías de Red Adheridas

- 5.1.7.4. Consideraciones y Diseño del Enlace
 - 5.1.8. Formas de Protección de los Equipos Wireless.
 - 5.1.8.1. Consideraciones para las torres de las Antenas.
 - 5.1.8.2. Consideraciones para las Antenas
 - 5.1.8.3. Consideraciones para los Equipos Wireless (Radios)
 - 5.1.8.3.1. Equipos Indoor
 - 5.1.8.3.2. Equipos Outdoor
 - 5.2. Análisis y diseño de la Solución de Conectividad Wireless para toda la comunidad universitaria en el campus de Ternera de la U.T.B.
 - 5.2.1. Generalidades
 - 5.2.2. Análisis y ubicación de equipos en el Edificio de Aulas 1
 - 5.2.3. Análisis y ubicación de equipos en el Edificio de Aulas 2
 - 5.2.4. Análisis y ubicación de equipos en el Edificio de Administración de Servicios y Auditorio
 - 5.2.5. Análisis y ubicación de equipos en el Edificio Bienestar Universitario
 - 5.2.6. Análisis y ubicación de equipos en la Biblioteca Luís Enrique Borja Barón
 - 5.2.7. Análisis y ubicación de equipos Outdoor en el Campus de Ternera.
 - 5.3. Diseño de Red, empalmando los dos tipos diferentes de
-

conectividad Wi-Fi

6. DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD EN LA PORTERÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA WIRELESS Y CÁMARAS IP.
7. ESTUDIO DE COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS, BENEFICIOS Y PRECIOS ENTRE EL CABLEADO ESTRUCTURADO COMÚN Y LAS REDES WIRELESS, Y DETERMINAR CUAL ES LA MÁS FACTIBLE PARA IMPLEMENTAR EN LA U.T.B.
8. ESTUDIO DEL ANCHO DE BANDA PARA QUE SOPORTE INTERNET, VIDEOCONFERENCIA, DATOS Y DEMÁS SERVICIOS DE VALOR AGREGADO.
9. COSTOS DE IMPLEMENTACION DE LA RED PROPUESTA
10. CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema general de la Red de la UTB

Figura 2. Esquema de conexión Red ternera

Figura 3. Red Bluetooth

Figura 4. Red HomeRF

Figura 5. Red Wi-fi

Tabla 1. Comparativo entre tecnologías inalámbricas

Figura 6. Router inalámbrico DI-624

Figura 7. Ubicación del router en la Red Wireless

Figura 8. Punto de acceso DWL-2100AP

Tabla 2. Modos de operación del punto de acceso DWL-2100AP

Figura 9. Ubicación del Access Point en la red wireless

Figura 10. Espectro de cobertura antena omnidireccional ANT24-1500

Figura 11. Cobertura de la antena outdoor ANT24-1400

Figura 12. Tarjeta Wireless PCI DWL-G520

Figura 13. Convergencia red cableada - wireless

Figura 14. Tarjeta Wireless PCMCIA DWL-G650

Figura 15. Cable de Baja Perdida ANT24-CB0xN

Figura 16. Acople de los dispositivos wireless

Figura 17. Cámara IP Wireless DCS-1000W

Figura 18. Ubicación y distancia de los equipos en la UTB

Figura 19. Forma de conexión de los equipos Edificio de Malok@Net

Figura 20. Distancia entre edificio Aula 1 y Malok@net

Figura 21. La descripción de los valores establecidos para el enlace

Figura 22. Triangulo 1 línea de vista

Figura 23. Zona de fresnel del enlace edificio 1 y malok@net

Figura 24. Zona de clearance entre edificio 1 y Malok@net

Figura 25. Comparación zona de fresnel y clearance enlace edificio 1 y malok@net

Figura 26. Distancia entre edificio Aula 2 y Malok@net

Figura 27. La descripción de los valores establecidos para el enlace

Figura 28. Triangulo 2 línea de vista

Figura 29. Zona de fresnel del enlace edificio A2 y malok@net

Figura 30. Distancia entre edificio de biblioteca y Malok@net

Figura 31. La descripción de los valores establecidos para el enlace

Figura 32. Triangulo 3 línea de vista

Figura 33. Zona de fresnel del enlace edificio biblioteca y malok@net

Figura 34. Nueva Zona de fresnel para el enlace edificio biblioteca y malok@net

Figura 35. Zona de clearance entre edificio de biblioteca y Malok@net

Figura 36. Comparación zona de fresnel y clearance enlace biblioteca y

malok@net

Figura 37. Distancia entre edificio de bienestar y Malok@net

Figura 38. La descripción de los valores establecidos para el enlace

Figura 39. Triangulo 4 línea de vista

Figura 40. Zona de fresnel del enlace edificio bienestar y malok@net

Figura 41. Zona de clearance entre edificio de bienestar y Malok@net

Figura 42. Comparación zona de fresnel y clearance enlace

bienestar y malok@net

Figura 43. Cobertura Access points 1º nivel aulas 1

Figura 44. Cobertura Access points 2º nivel aulas 1

Figura 45. Cobertura Access points 3º nivel aulas 1

Figura 46. Cobertura Access points 4º nivel aulas 1

Figura 47. Cobertura Access points 1º nivel aulas 2

Figura 48. Cobertura Access points 2º nivel aulas 2

Figura 49. Cobertura Access points 3º nivel aulas 2

Figura 50. Cobertura Access points 4º nivel aulas 2

Figura 51. Cobertura Access points 5º nivel aulas 2

Figura 52. Cobertura Access points auditorio

Figura 53. Cobertura Access points bienestar universitario

Figura 54. Cobertura Access points 1º nivel biblioteca

Figura 55. Cobertura Access points 2º nivel biblioteca

Figura 56. Cobertura Access points 3º nivel biblioteca

Figura 57. Cobertura antenas outdoor en el campus

Figura 58. Distancias y ubicaciones de los equipos

Figura 59. Acople red cableada y red wireless

Figura 60. Distribución de equipos edificio aulas 1

Figura 61. Distribución de equipos edificio aulas 2

Figura 62. Distribución de equipos edificio Bienestar

Figura 63. Distribución de equipos edificio Biblioteca

Figura 64. Cámara IP wireless

Figura 65. Típica configuración red wireless

Tabla 3. Costo montaje de una red cableada sin incluir la NIC

Tabla 4. Costo montaje de una red cableada incluyendo la NIC

Tabla 5. Costo montaje de una red wi-fi incluyendo la NIC

Tabla 6. Costo montaje de una red wi-fi sin incluir la NIC

Tabla 7. Comparativos entre las diferentes opciones de montaje

Tabla 8. Tiempo de montaje de las diferentes soluciones

Figura 66. Gráfica de velocidad contra tiempo en la Tecnología ethernet

Figura 67. Comparativas entre los ingresos de la Tecnología de fast

Ethernet y gigabit ethernet a través del tiempo

Figura 68. Requerimientos de ancho de banda del canal según servicio

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Ubicación del Mástil del Nodo Central en la Superficie del Edificio de Malok@Net.

ANEXO B. Foto Línea de Vista desde el Edificio de Malok@Net hacia el Edificio de Aulas 1

ANEXO C. Foto Línea de Vista desde el Edificio de Malok@Net hacia el Edificio de Aulas 2.

ANEXO D. Foto Línea de Vista desde el Edificio de Malok@Net hacia el Edificio de la Biblioteca Luís Enrique Borja Barón.

ANEXO E. Foto Línea de Vista desde el Edificio de Malok@Net hacia el Edificio de Bienestar Universitario

ANEXO F. Foto Caja de la Caja Protectora para los Radios Outdoor.

ANEXO G. Especificaciones de Equipos a Utilizar (Data Sheet).

RESUMEN

Por medio del presente trabajo de investigación llamado **Análisis y Diseño de la Solución de Conectividad Wireless para la Universidad Tecnológica de Bolívar Campus de Ternerá, Utilizando Tecnologías Wi-Fi**, se pretende plantear una solución y a la vez una nueva forma de realizar y dinamizar los procesos de transmisión de datos e información en la UTB. Este trabajo esta basado en las leyes de la física eléctrica, la teoría de ondas y en todos estos postulados que hacen que hoy día la transmisión por medios inalámbrico sean una realidad.

En la primera etapa de este proyecto y después de revisar y estudiar a fondo todo el material teórico, se realizaron las respectivas mediciones y se llevo a cabo la recolección de datos referentes al estado actual de la Red Universitaria. Todos los datos recolectados fueron de gran utilidad a la hora de seleccionar la tecnología y los equipos correspondientes para el diseño que se propuso, ya que nuestra idea es principalmente satisfacer las necesidades básicas de los usuarios como lo son la conectividad y las consultas a las bases de datos y a la vez brindar movilidad, escalabilidad, etc., pero todo esto planteado en una base capaz de resistir servicios de valor agregado como Internet, videoconferencia, llamadas de VoIP, entre otros.

El estudio de la conectividad radio frecuencia entre edificios se realizo teniendo en cuenta las características técnicas, limitantes y valores agregados de los equipos elegidos, por tal motivo se asegura que el funcionamiento y la cobertura de la red será el mejor y mas amplio posible. Para el diseño de estos enlaces se tuvo en cuenta la consideraciones de las zonas de fresnel, zona de clearance y demás cálculos que hay que realizar para que el enlace funciones de manera correcta.

Para ofrecer la conectividad indoor en los diferentes edificios se realizo el estudio de piso por piso de todos los edificios para ubicar los diferentes Access Point en lugares estratégicos, teniendo como variable primordial el área de cobertura de los mismos y el tipo de edificación donde se ubicara, ya que dependiendo del material que este construida la edificación se puede presentar mayor o menor resistencia al paso de la señal. Para la parte de conectividad outdoor, las antenas se posicionaron en puntos clave para que de esta manera la cobertura en el campus fuera la mayor posible.

En nuestro proyecto también se incluye un aparte correspondiente a seguridad en el campus, para la cual se utilizó una cámara Wi-Fi ubicada en la portería, para de esta manera manejar el control de acceso al campus remotamente, es decir desde el escritorio de la persona solicitada.

En el desarrollo del trabajo se incluye un estudio comparativo entre las diferentes tecnologías de redes inalámbricas, explicando sus ventajas y desventajas, como

también se incluye un comparativo entre las Redes Cableadas Ethernet y Las Redes Wi-Fi dando a conocer en los costos en que se incurren al momento de implementar una de las dos tecnologías.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación se desarrolla con el fin de presentar una solución a los problemas de conectividad y movilidad que se presentan actualmente en la Universidad Tecnológica De Bolívar. Hoy día cada vez que un profesor requiere un aula con el servicio de Internet, este tiene que apartarla con anterioridad y como es de notar, no hay suficientes aulas para todos los profesores.

En la universidad la mayoría de los profesores cuentan con un equipo de computación portátil lo que facilita la movilidad (en cierto modo) pero no garantiza la conectividad, a los equipos de escritorios se les puede adaptar una tarjeta de red Wi-Fi para que de esta manera también puedan hacer parte de la red propuesta.

De esta manera no solo las aulas dispuestas para fines audio visuales contarán con conexión a Internet, sino que todas las aulas quedarán con el servicio y por supuesto libres de puntos de conexión fijos.

1. GENERALIDADES DE REDES WIRELESS.

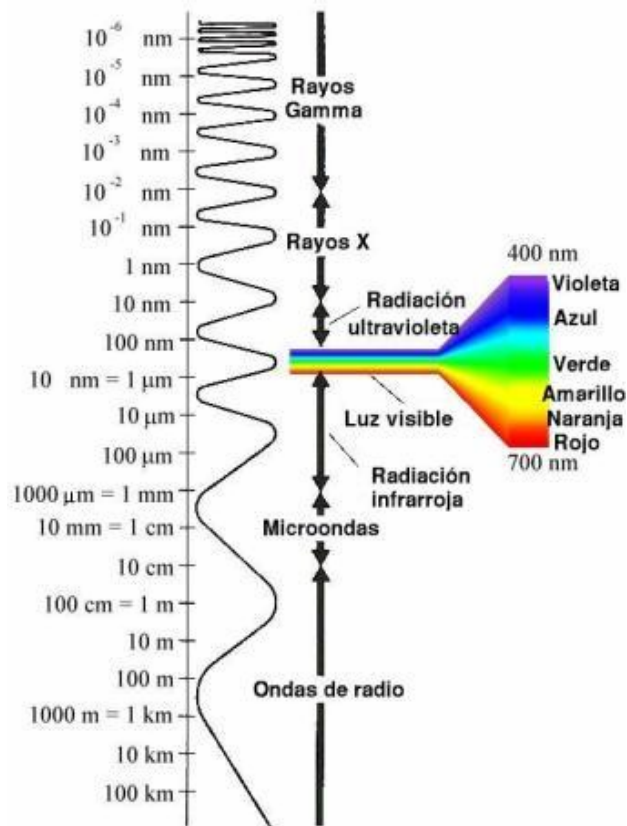
El principio funcional de las redes wireless se basa principalmente en las ondas y en toda la teoría que estas ameritan. El estudio de las ondas es muy complejo, por tal motivo existen innumerables teorías y postulados acerca de su comportamiento, propiedades y otro mundo de cosas mas que son sumamente complejas y avanzadas.

Durante el desarrollo de este capítulo se mencionarán y explicarán algunos conceptos y propiedades básicas para el entendimiento de las ondas y su comportamiento.

La mayoría de las ondas pueden ser representadas como una función senoidal de la forma $y = f(x) = A \cdot \text{sen}(x+j)$, y las que no pueden, se pueden descomponer en sumatorias de funciones senoidales.

Las ondas cuentan con varias propiedades que las distinguen a unas de otras como son, el periodo, la frecuencia, la longitud de la onda, la amplitud, dentro de otras. Las ondas también poseen característica como la velocidad de propagación, el ángulo de fase, la polarización, la refracción, la reflexión, los cuales son fenómenos sumamente importantes a la hora de diseñar una Red Wireless.

En la actualidad existe un concepto llamado espectro electromagnético que no es más que una tabla donde se tienen las diferentes longitudes de ondas de conocidas por el hombre. Este concepto es muy importante conocerlo y tenerlo claro ya que todos los equipos que funcionan con tecnología inalámbrica usan bandas de operación de dicho espectro, y estas bandas dependiendo de la frecuencia son de uso libre o privado por tal motivo hay que tener cuidado a la hora de elegir los equipos a utilizar durante el transcurso del proyecto.



Existen varias tecnologías utilizadas en redes inalámbricas. El empleo de cada una de ellas depende mucho de la aplicación. Cada tecnología tiene sus ventajas y desventajas. A continuación se listan las más importantes en este género.

- ☐☐ Infrarrojo
- ☐☐ Banda Angosta
- ☐☐ Espectro Extendido

El infrarrojo es más que todo utilizado en sistemas de comunicación de muy altas frecuencias, Como la luz, el infrarrojo no puede penetrar objetos opacos, por eso se cuenta con dos técnicas para la implementación de este ya sea directamente (línea de vista) o indirectamente (tecnología difundida/reflectiva).

Por otro lado un sistema de banda angosta transmite y recibe información en una radio frecuencia específica. La banda amplia mantiene la frecuencia de la señal de radio lo más angostamente posible para que solo pase la información.

Y la técnica de Espectro Extendido que es la que más se utiliza en la mayoría de los sistemas inalámbricos, usa una tecnología de banda amplia desarrollada por los militares estadounidenses para proveer comunicaciones seguras, confiables y de misión crítica.

Actualmente existe un estándar llamado 802.11 desarrollado por el Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos (IEEE) en el año 1997. Desde su creación este estándar ha venido sufriendo modificaciones y cambios en muchos de sus aspectos, uno de los más relevantes es el relacionado con la velocidad de conexión de los equipos, ya que los usuarios y las aplicaciones cada día son más

exigentes en cuanto a este punto. Hoy se esta manejando la variante del estándar 802.11g que ampara los productos que comenzaron a salir al mercado a finales del 2002 y principios del 2003. Esta variante soporta anchos de banda de hasta 108 Mbps en la banda de los 2.4 Ghz, es compatible con el estándar 802.11b, y como se de notar tiene mayor velocidad que los estándares anteriores a el, también soporta mayor número de usuarios simultáneos y además cuenta con un buen rango de señal.

En el mercado hay una certificación llamada Wi-Fi, la cual fue creada y organizada por clientes y fabricantes de las tecnologías basadas en el estándar 802.11; estos decidieron reunirse para establecer ciertos parámetros comunes en sus protocolos, buscando la forma que los fabricantes de equipos Wireless se certificaran con su firma, todo esto con el fin de establecer un estándar, para que todos los equipos Wireless certificados, sin importar su fabricante puedan trabajar conjuntamente sin problemas; esta alianza sirvió mucho en la evolución de las WLAN, por tal motivo muchos clientes no dudaron en adquirir estos equipos e implementar esta tecnología, ya que brinda la posibilidad de escoger varios equipos de diferentes marcas certificados con la firma, para que todos trabajen en conjunto.

Las redes Wireless también tienen grandes ventajas a la hora de compararlas con las Lan comunes (Cableado Estructurado), dentro de esas ventajas podemos mencionar las siguientes:

❏ Economía: debido a que el costo de despliegue de una WLAN puede estimarse mas bajo que el de una Lan común, dependiendo notablemente de los requerimientos (seguridad, calidad, bit-rate) y de las características del lugar de implantación. En el caso de una red cableada, la gran dispersión en el presupuesto se atribuye fundamentalmente a la problemática asociada despliegue físico del cableado. Toshiba España ha publicado un estudio en el que va todavía más lejos, llegando a afirmar que la reducción de costos por la implantación de una red wireless puede suponer ahorros de hasta un 95% frente a un despliegue tradicional.

❏ Rapidez de implantación: Por lo general la tarea que suele consumir mayor tiempo en la instalación de una red inalámbrica es paradójicamente la parte cableada que se emplea para enlazar los puntos de acceso con la red local del lugar donde se quiere implementar o la conexión con la Red Eléctrica de la misma. Aunque generalmente la duración de los proyectos Wireless se miden en días, por lo que se puede notar que la duración del mismo es corto. En el caso de redes fijas o cableadas, no son días sino habitualmente semanas. Esto es en muchos casos un factor decisivo para ciertos proyectos. También cada vez se ven más casos de ampliaciones de infraestructura que por necesidades urgentes, generalmente inician por la construcción de una red Wlan para posteriormente consolidarse con

una cableada, aunque manteniendo la primera para temas de movilidad y atender los requerimientos de ciertos usuarios.

❏ Movilidad: como es evidente este es el punto más fuerte de las WLAN's, lo cual es inalcanzable para las redes cableadas. Esta característica es más notable e interesante cuando se trata de cubrir salas de reunión, laboratorios, auditorios, es decir cualquier sitio donde haya equipos portátiles y en general donde se pueda facilitar reuniones de trabajo. En nuestro caso la movilidad es un gran valor agregado comparada con las LAN's cableadas ya que estas solo merman el trabajo a realizar, porque siempre que se quiere realizar una exposición, una ponencia o cualquier trabajo en que intervenga la conexión a la red hay que partir del hecho de donde se encuentra el punto de red, para después si poder planificar la posición en que se va a colocar el equipo siendo esta en algunos casos no la mas apropiada.

❏ Estética: Las instalaciones de redes locales se caracterizan por la existencia de infinidad de cajas de conexiones próximas a cada puesto de trabajo, canalizaciones generalmente visibles y cables desde los PC's hasta el punto de conexión más próximo. Todo ello y debido a la cada vez mayor densidad de equipos, impacta de forma muy negativa en la estética del entorno de trabajo, por ejemplo si citamos el caso del laboratorio de comunicaciones y redes de la universidad podemos apreciar todos los

aspectos antes mencionados las rosetas donde se conectan los equipos, los cables y las canaletas por donde van los cables a los servidores, aunque se trabaje y se consiga cierta organización la presencia de los cables inspira desorganización. Como contrapartida, en una instalación wireless desaparecen los cables de los PCs y las rosetas, así como se reducen al mínimo las canalizaciones visibles. Este factor, siempre bien valorado, en ocasiones se convierte en fundamental, decidiendo la tecnología de la red a implantar.

❏ Provisionalidad: Las WLANs tienen una gran utilidad en instalaciones que tienen carácter provisional, como despliegues cortos o limitados en el tiempo (hasta para oficinas temporales), para absorber fuertes picos de utilización ocasional (las WLAN pueden soportar un número elevado de usuarios transitorios, mientras que las fijas están limitadas a las conexiones ya cableadas exclusivamente) y para permitir crecimientos urgentes en una red ya establecida hasta adoptar otras alternativas.

❏ Robustez: Las redes basadas en cableado estructurado son por lo general más robustas frente a interferencias y condiciones adversas que las inalámbricas. Sin embargo en ciertos entornos en fábricas con elevada humedad, agentes químicos agresivos, calor, o en caso de excesiva corrosión, como en nuestra ciudad por ser costera, las instalaciones cableadas pueden sufrir una rápida degradación o ser inviables. Una

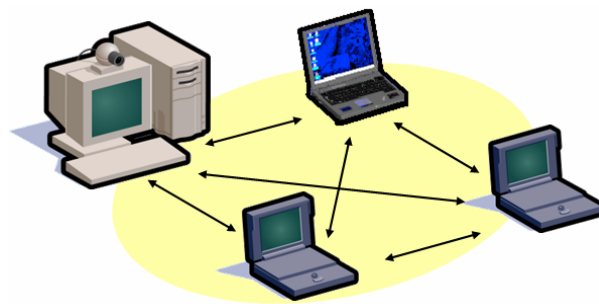
instalación Wireless adecuadamente ubicada sería la solución idónea para resguardarse de dichas inclemencias.

Por la versatilidad y flexibilidad ofrecida por las redes inalámbricas una LAN implementada con esta tecnología permite que la topología de esta sea tremendamente variable. Dentro las configuraciones más comunes tenemos:

Topología Ad-Hoc (Punto a Punto)

Esta es la configuración más sencilla, ya que en ella los únicos elementos necesarios son PCs (de escritorio o portátiles) equipados con las correspondientes tarjetas adaptadoras de Redes Wireless preferiblemente con la certificación Wi-Fi.

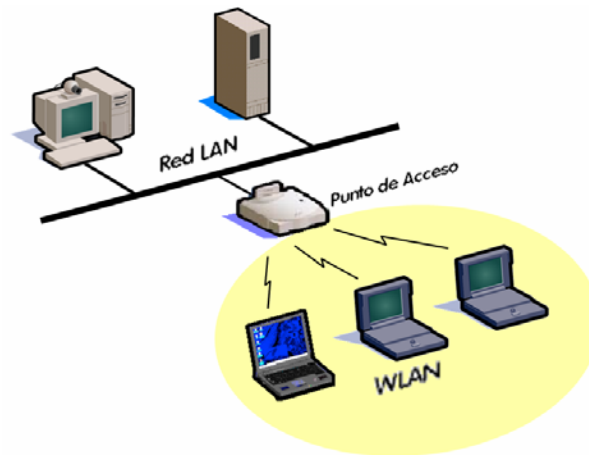
En la siguiente gráfica se muestra un ejemplo ilustrativo a este tipo de configuración.



Topología Infraestructura (Infrastructure)

Con esta configuración es posible que los puntos de acceso se conecten a la Red Lan Cableada, de esta manera si en determinadas instalaciones ya se encuentra tendido el Cableado Estructurado no es necesario suprimirlo, sino que se agregan los Access Points como otro punto de red, logrando con esto que estas dos tecnologías trabajen en conjunto y se integren.

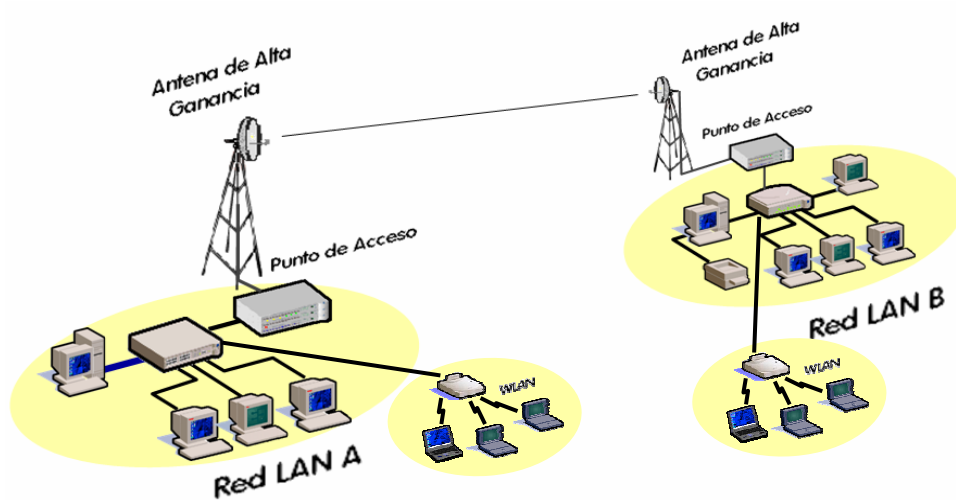
En las siguientes gráficas se ilustra el modo de operación de esta topología,



Redes WLAN con enlace inalámbrico (Puente)

Esta topología consiste en conectar dos redes por medio de soluciones de radiofrecuencia, esta topología detalladamente se asemeja mas a el diseño que se elaborara para la Tecnológica de Bolívar, según el diseño arquitectónico de la Universidad, posee las características mas convenientes para este tipo de Topología, sus edificios apuntan hacia un punto centro, que en este caso es

Malok@net, el cual servirá como nodo, independientemente de cual sea la configuración de las redes de los edificios.



Para la creación de enlaces inalámbricos hay que tener en cuenta muchos aspectos importantes como lo son:

- ❏ Wireless Router ó Wireless Bridge
- ❏ PC Card
- ❏ Pigtail
- ❏ Lightning Protector
- ❏ Cable de Baja Pérdida (Low Loss Cable)
- ❏ Antena
- ❏ Mástil

Además de los factores condicionantes como:

- Potencia de transmisión de las tarjetas
- Calidad de los conectores
- Longitud y calidad del pigtail
- Longitud y calidad del cable coaxial
- Ganancias y tipos de antenas
- Distancia entre antenas
- Zona de Fresnel
- Condiciones del terreno y meteorológicas

Si desea información más detallada o profunda de cualquiera de los temas mencionados en este capítulo, puede consultar el material en CD adjunto a este trabajo de investigación en el directorio x:\GENERALIDADES DE REDES WIRELESS. (Donde x:\ es su unidad de CD)

2. ESTADO ACTUAL DE LA RED TELEMÁTICA DE LA UTB.

Figura 1. Esquema general de la red de la UTB

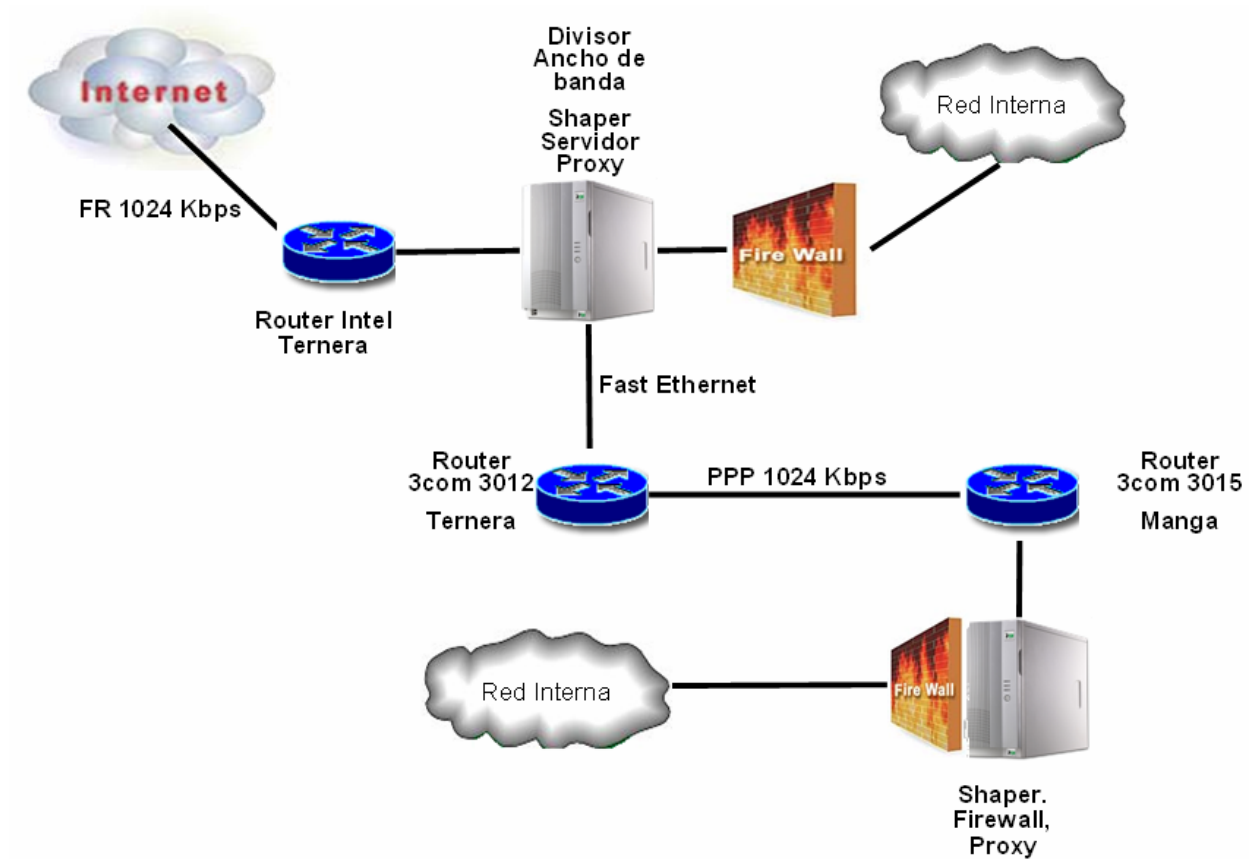
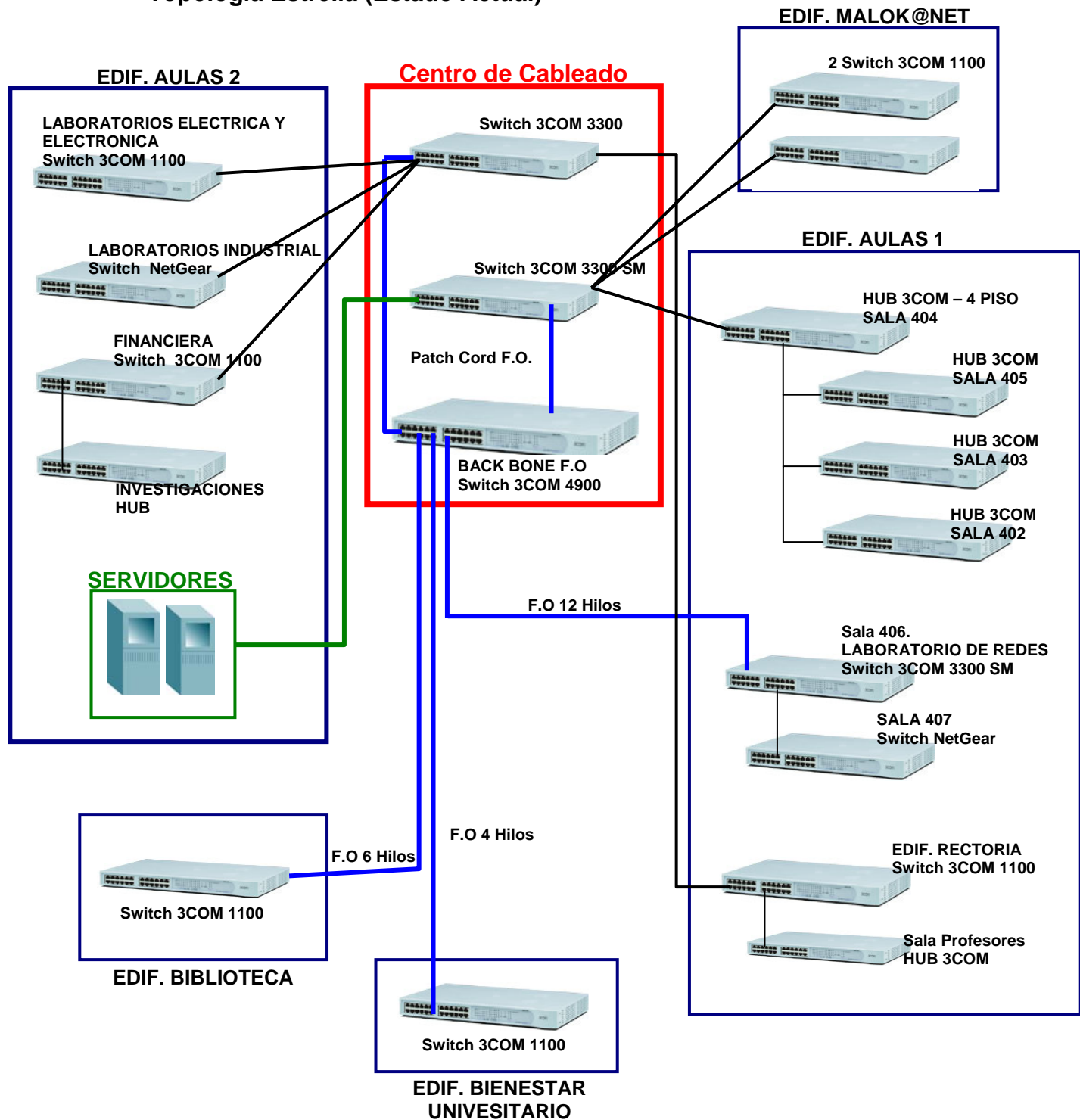


Figura 2. Esquema de conexión red ternera

Topología Estrella (Estado Actual)



En las gráficas anteriores se nota que la UTB¹ recibe un canal dedicado Frame Relay de Internet de 1024Kbps suministrado por la Empresa Enred. La interface de conexión de la Universidad con Internet es un Router Intel ubicado en el Campus de Ternera, el cual esta directamente conectado a un Servidor Shaper que permite la administración para la división del Ancho de Banda de la Red de la Universidad, de este servidor se derivan las conexiones hacia el Router 3COM 3012 para conectar el campus de Ternera con Manga, los Servidores y la Red Interna.

La Universidad Posee un Centro de Cableado (Backbone), de donde se derivan las subredes por Edificios. Existe un Switch 3COM 4900, el cual es el Backbone de Fibra Óptica, que esta conectado por fibra con los otros dos Switch ubicados en el Nodo del Cableado, Switch 3COM 3300 y Switch 3COM 3300 SM. Desde el Backbone se conectan por Fibra Óptica la Biblioteca Luís Enrique Borja Barón (6 Hilos), el Laboratorio de Redes ubicado en el Cuarto Piso del Edificio Aulas 1 (12 Hilos) y Bienestar Universitario (4 Hilos). Los demás Switchs y Hubs de las diferentes localidades de la Universidad están conectados con Cable UTP Categoría 6, como es detallado en la gráfica anterior.

Por fuentes información confiables provenientes del personal de sistemas de la UTB, se estimo que el Máximo Pico que se había dado en la Red Interna de la Universidad, incluyendo Bases de Datos, Aplicaciones, Internet y Servicios de

¹ Información Suministrada por los Administradores de la Red Institucional de la UTB.

Red, había sido de 194 Kb aproximadamente. Los servidores de Internet incluyendo Proxy funcionaban a velocidad estándar de 83.7 Kbps en su canal de Entrada y 84 Kbps en su canal de salida, resaltando que se habían presentado picos de 128 Kbps en ocasiones donde la red esta muy saturada.

El Canal de Internet de 1024 Kb proveniente de Enred, es dividido con el fin de administrar la red en dos, se le asignan 128 Kb directos solo a los Servidores, y el Ancho de Banda Restante (896 Kb) es asignado en forma constante a el Resto de la red Interna de la UTB.

3. ESTUDIO DE COMPARACIÓN Y VALORACIÓN DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS WIRELESS

3.1. Bluetooth

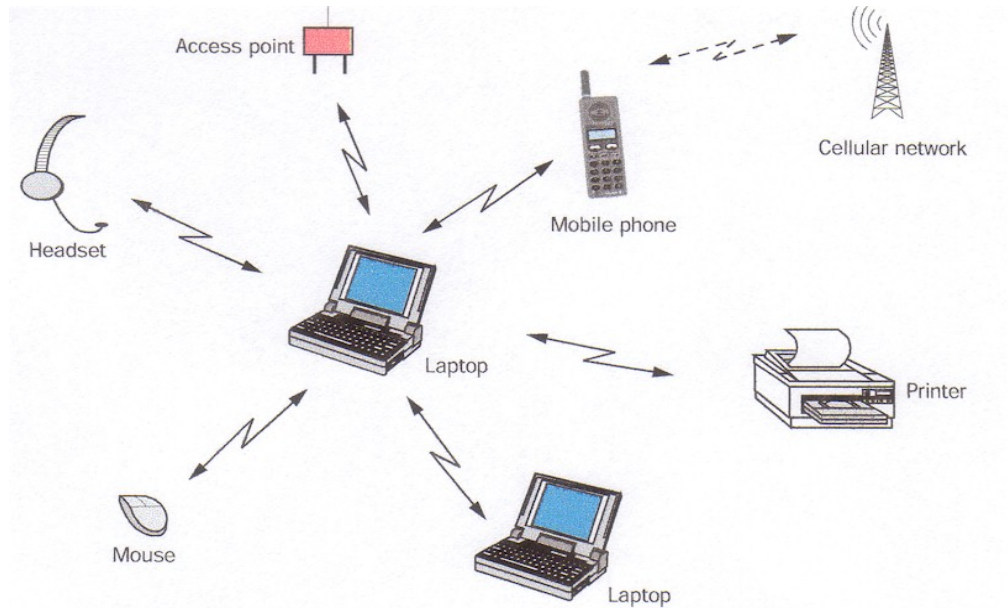
Esta Tecnología de comunicación inalámbrica es un estándar que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos personales mediante un enlace por radiofrecuencia. Sus principales funciones son:

- ❏ Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos
- ❏ Eliminar cables y conectores entre éstos.
- ❏ Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales (PDA, Laptop, Celulares, PCs, impresoras, etc.)

La tecnología Bluetooth comprende Hardware, Software y requerimientos de interoperabilidad, por lo que para su desarrollo ha sido necesaria la participación de los principales fabricantes de equipos de telecomunicaciones e informática. Por el gran auge y acogida que demuestran los clientes y fabricantes de estas tecnologías, se prevé que próximamente se utilicen para procesos de automatización industrial, maquinaria, ocio y entretenimiento, fabricantes de

juguetes, electrodomésticos, etc., en la siguiente gráfica se muestra un ejemplo de lo que puede ser una Red Bluetooth.

Figura 3. Red Bluetooth



Se aprecia que se pueden interconectar diversos periféricos, personales o de trabajo. Esta tecnología es muy fácil de implementar, y la mayoría de los equipos, electrodomésticos, celulares, etc., se están fabricando con esta característica.

El primer objetivo para los productos Bluetooth de primera generación eran los entornos de la gente de negocios, viajeros en potencia. Por lo que se pensó implementar el chip de radio Bluetooth en equipos como: Laptops, Celulares, PDAs, etc., en fin en equipos portátiles fácil de transportar. Esto originaba una serie de problemas a los que se debería dar solución:

- ❏ El sistema debería ser estándar para todos los equipos y operar a nivel mundial.
- ❏ El emisor de radio deberá consumir poca energía, ya que debe integrarse en equipos alimentados por baterías.
- ❏ La conectividad debería soportar voz y datos, y por lo tanto aplicaciones multimedia.

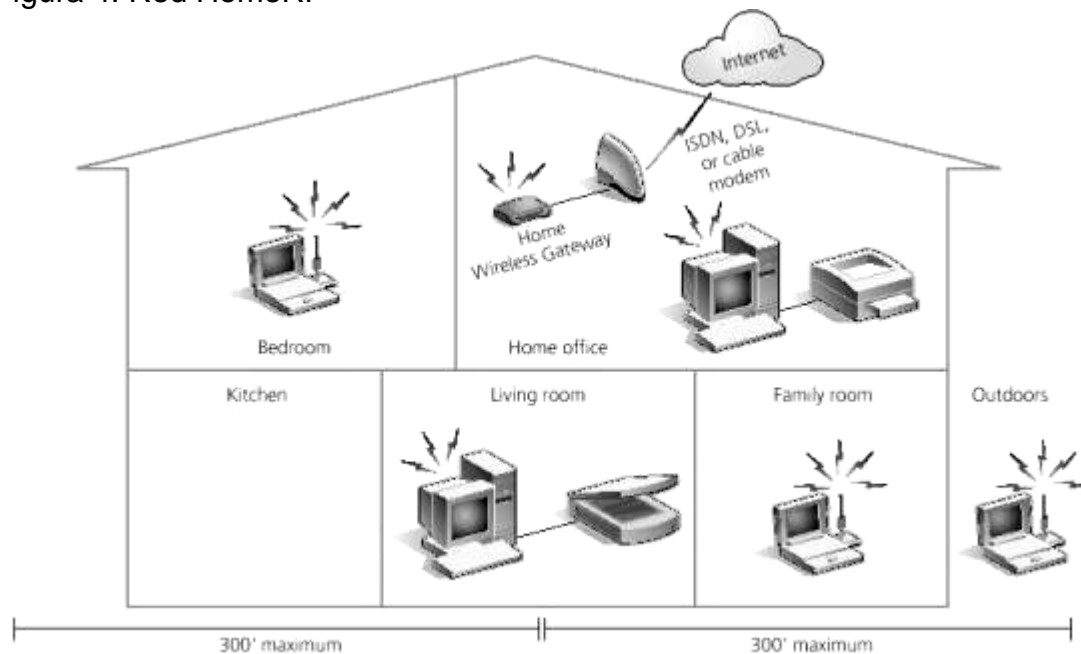
Estos equipos operan en una banda de frecuencia abierta en todo el mundo, la frecuencia en el orden de los 2.400Mhz a los 2.500Mhz (con excepción de algunas restricciones en España, Francia y Japón), era necesario establecer este estándar de frecuencia ya que Gran parte de sus clientes, son personas que viajan con frecuencia y que al suministrar toda su confianza en un equipo, no deberían encontrar ningún problema de conectividad sin importar su ubicación.

3.2. Home-RF (Infrarrojos)

La misión de Grupo de Trabajo HomeRF es la de conseguir la interoperatividad entre en el mayor número de dispositivos diferentes que estén ubicados en cualquier punto de la casa. Para ello establecen un estándar abierto y sin licencia basado en comunicación digital mediante Radio Frecuencia. El resultado ha sido el desarrollo de SWAP (Shared Wireless Access Protocol).

Este estándar fue desarrollado por HomeRF Working Group como una tecnología de bajo coste para el hogar. Opera en la banda de frecuencia de los 2.5GHz. Los dispositivos actuales HomeRF permiten transmisiones de hasta 2 Mbps en un rango de 137m.

Figura 4. Red HomeRF



HomeRF emplea la tecnología SWAP-CA (Shared Wireless Access Protocol – Cordless Access), que utiliza las cualidades de CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access – Collision Avoidance) para la transmisión de datos y las de TDMA (Time División Multiple Access) para la transmisión de voz.

Entre sus características se destacan:

- ☐ Soporta tres canales de voz, lo cual es una gran ventaja porque se puede utilizar el teléfono a la vez que se envían datos.
- ☐ Soporta hasta 128 dispositivos en red.
- ☐ Emplea encriptación Blowfish y opcionalmente encriptación con claves de 56 bits.

3.3. 802.11 (Wi-Fi)

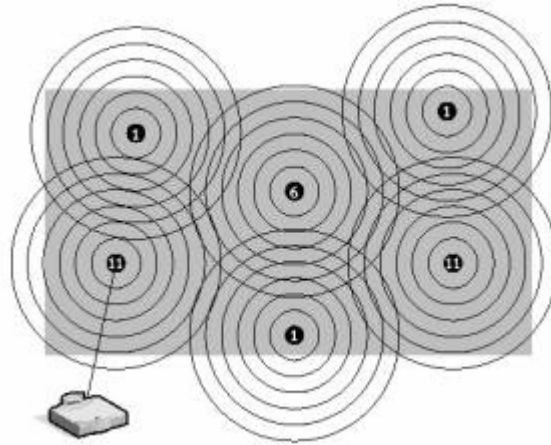
802.11 es un estándar de redes inalámbricas (WLAN), desarrollado por el Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos (IEEE) en el año 1997. En la primera versión, 802.11, proporcionaba unas velocidades de transmisión de 1 o 2 Mbps. El primer problema que se encontró, fue su baja tasa de transferencia de datos, incapaz de soportar los requerimientos de las empresas de la actualidad que utilizan aplicaciones críticas en la red para sus procesos. En consecuencia la asociación trabajó en un nuevo estándar, el 802.11b (también conocido como 802.11 High Rate), que apareció en 1999 y proporcionaba unas tasas de transferencia de hasta 11 Mbps. Gracias a las prestaciones ofrecidas por 802.11b, similares a las de las redes cableadas, ha logrado tener una buena acogida en el mundo empresarial, siendo una de las tecnologías más expandidas y que posee un amplio catálogo de productos y compañías que la soportan.

Muchas de las empresas dedicadas al desarrollo de equipamiento informático se han unido en una alianza denominada WECA (Wireless Ethernet Compatibility

Alliance), cuya misión es la de velar por la interoperabilidad entre productos 802.11b de distintos fabricantes y promocionar dicha tecnología en el ámbito empresarial, PYMES y hogar. Cuando un producto es comprobado que funciona correctamente con otros dispositivos 802.11b, recibe el certificado de Wi-Fi (Wireless Fidelity) como garantía de interoperabilidad y buen funcionamiento.

802.11 tiene diferentes formas de configuración desglosadas anteriormente, estas dependen de la configuración que se le va a dar a la Red Wireless, si se quiere que la comunicación sea equipo a equipo, sin Access Point se llama configuración de Igual a Igual (Peer to Peer), la cual interconecta varios equipos solo con su Tarjeta de Red Wireless, pero esta configuración no es tan eficiente como la Ad-Hoc que involucra uno o mas Access Points con propiedades de Roaming para obtener mas movilidad y flexibilidad; esta última es la mas utilizada por las empresas ya que al momento de configurar una Red Inalámbrica se tienen en cuenta muchos factores incluyendo el estado de la Red en esos momentos, ya que el objetivo de las Redes Wireless no es suplantar las LANs Comunes, sino interoperar con ellas para una mas eficiente conectividad.

Figura 5. Red Wi-fi




3.4. HiperLan


HiperLAN2 es un estándar desarrollado por el ETSI² para Redes Wireless. Esta Tecnología se destaca por:


- 📶 **Alta velocidad de transmisión:** HiperLAN2 ofrece una velocidad de transmisión de 54 Mb/seg, compitiendo con las velocidades de las actuales LAN. Para conseguir estas velocidades, la tecnología HiperLAN2 hace uso de OFDM³ para transmitir las señales analógicas. OFDM es muy eficiente en entornos de trabajo como las oficinas, donde las señales de radio son reflejadas en varios puntos, llegando al receptor con tiempos de propagación diferentes.


² European Telecommunications Standard Institute

³ Orthogonal Frequency Digital Multiplexing


-  **Orientado a conexión:** Los datos son transmitidos en conexiones entre los clientes inalámbricos y los puntos de acceso (AP), establecidas previamente a la transmisión. La conexión emplea multiplexación por división de tiempo y pueden ser punto a punto o punto a multipunto. Las primeras son bidireccionales, mientras que las segundas son unidireccionales.

-  **Calidad de servicio (QoS):** El hecho de que el estándar sea orientado a conexión permite proporcionar calidad de servicio, pudiendo establecer a cada conexión variables como el ancho de banda, el retraso, la ratio de errores, etc. Además ofrece la posibilidad de establecer prioridades distintas a cada conexión, facilitando la transmisión simultánea de video, voz y datos.

-  **Búsqueda automática de frecuencia:** En las redes HiperLAN2, no es necesaria la planificación manual de las frecuencias como en las redes celulares GSM. Los puntos de acceso (APs) seleccionan automáticamente el canal de radio adecuado para las transmisiones, basándose en la escucha de los puntos de acceso cercanos, evitando posibles interferencias.

-  **Seguridad:** Soporte de autenticación y encriptación. Los puntos de acceso y los clientes inalámbricos pueden autenticarse unos a otros para asegurar

un acceso autorizado y válido a la red. Todos los datos del usuario viajan encriptados para garantizar la confidencialidad.

- 
Movilidad: El estándar ofrece la posibilidad de “roaming”, por lo que el cliente inalámbrico puede desplazarse entre la cobertura de varios puntos de acceso distintos, sin perder en ningún momento conectividad.

3.5. Comparación de las Tecnologías

Tabla 1. Comparativo entre tecnologías inalámbricas

| | BlueTooth | HomeRF | 802,11 | HiperLan |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Características Técnicas | | | | |
| Espectro | 2,4 Ghz | 2,4 Ghz | 2,4 Ghz | 5,4 Ghz |
| Velocidad Máxima | 1 Mbps | 2 Mbps | 54 Mbps | 54 Mbps |
| Alcance (Entorno de Oficina) | 10m Aprox. | 100m Aprox. | 100m Aprox. | 100m Aprox. |
| Redes | PAN | WLAN | WLAN | WLAN |
| Voz y Datos | Si | Si | Si | Si |
| Seguridad | Si | Si | Si | Si |
| Topologías | Punto a Punto | Punto a Punto y Estrella | Punto a Punto y Estrella | Punto a Punto y Estrella |
| Selección de Frecuencias | FHSS | FHSS | DSSS | DSSS |
| Otras Características | | | | |
| Tipo de Red | PAN | WLAN | WLAN | WLAN |
| Órgano Estandarizador | BlueTooth - SIG | HomeRF | IEEE | ETSI |
| Disponibilidad de Productos | Alta | Media | Alta | Baja |
| Rango de Costo | Medio | Medio | Bajo | Alto |

4. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS⁴ PROPUESTOS PARA EL DISEÑO DE LA RED WIRELESS DE LA UTB UTILIZANDO TECNOLOGÍAS WI-FI.

📡 **Router DI-624 (Wireless):** Este router posee características robustas ideal



para la conectividad Wireless de la UTB. Trabaja en la Frecuencia de los 2.4Ghz y estándar 802.11g a una velocidad de 54Mbps,

pero aumenta su productividad a velocidad de 108Mbps utilizando equipos Dlink⁵.

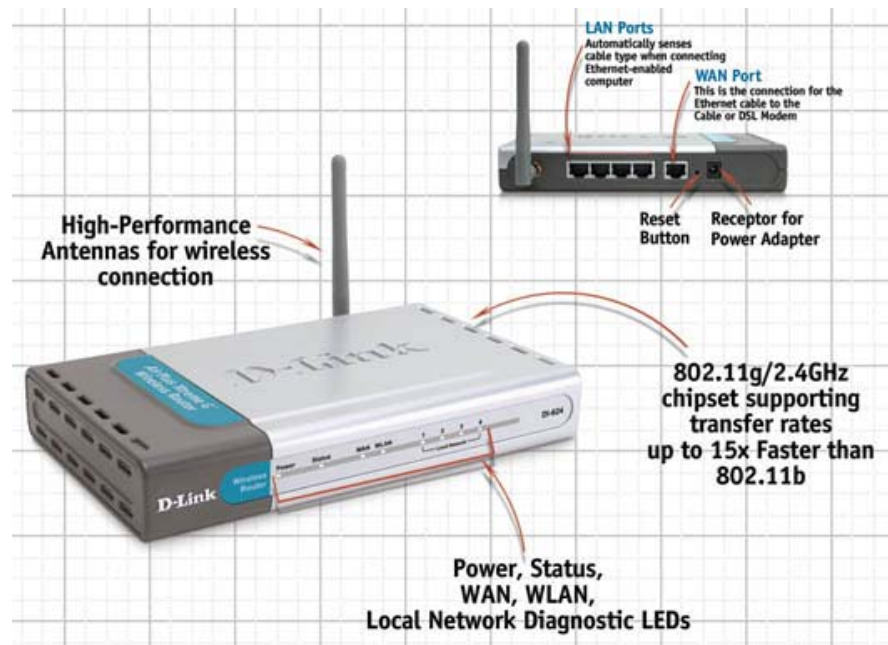
- ✓ Air Plus Extreme G.
- ✓ Estándar IEEE 802.11g, compatible con IEEE 802.11b.
- ✓ Frecuencia de 2.4Ghz a 2.462Ghz.
- ✓ Acreditación Wi-Fi (Wireless Fidelity).
- ✓ Características Avanzadas de FireWall.
- ✓ Software de Administración en ambiente Web.
- ✓ DHCP Servidor – Cliente.
- ✓ Velocidad Máxima de 108Mbps con Productos DLink, y Velocidad Estándar de 54Mbps.

⁴ Todos los Datos de los Equipos se encuentran en el Data Sheet de cada uno ubicado en los Anexos.

⁵ Todos los datos de descripción de equipos fueron sacados de la Pagina Web www.dlink.com

- ✓ Seguridad con algoritmo de encriptamiento WEP de clave de 64/128Bits, 802.11x, WiFi Protected Access (WPA).
- ✓ Control de Acceso al medio CSMA/CA.
- ✓ Rango de alcance Indoor hasta 100 Metros.
- ✓ Rango de alcance Outdoor hasta 400 Metros.
- ✓ 1 Puerto WAN y 4 Puertos LAN (10/100).
- ✓ Access Point, Router y Radio Enlace.

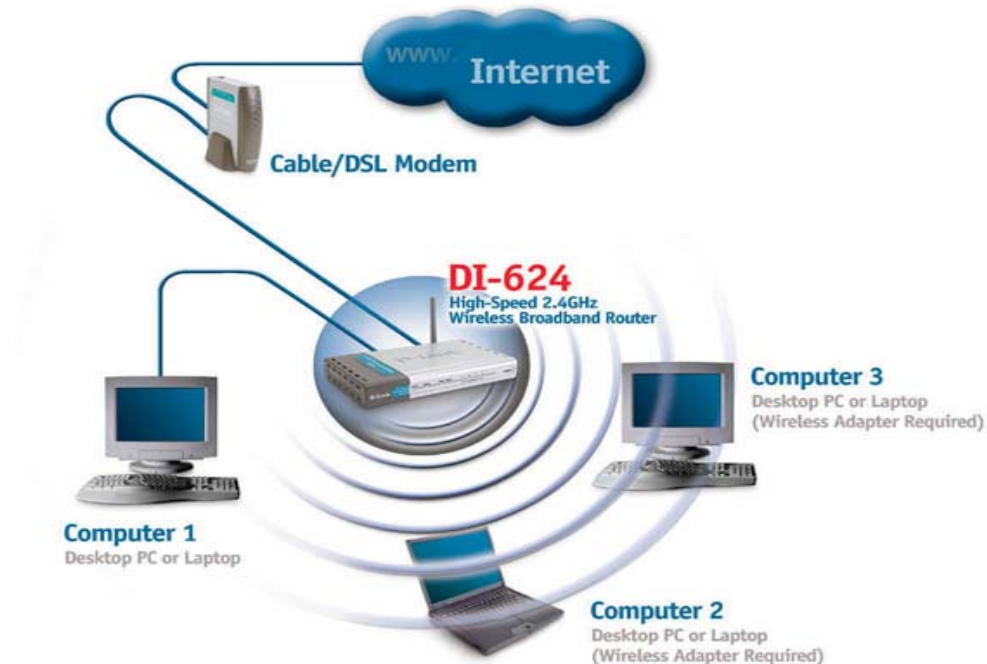
Figura 6. Router inalámbrico DI-624



Se puede apreciar que este Wireless Router posee 1 puerto WAN, el cual es su principal característica y 4 Puertos LAN (10/100).

Como es un Router posee características de interconectar segmentos de redes distintas y distantes, por medio de su Puerto WAN. En la siguiente gráfica se resaltan estas características, ya que se unirá la Red Local Wireless conformada por el router con Internet.

Figura 7. Ubicación del router en la red wireless



🖨️ **Access Point DWL-2100AP:** Este Access Point establecerá la conectividad



en todo el campus de ternera. Trabaja en la Frecuencia de los 2.4Ghz y estándar 802.11g a una velocidad de 54Mbps, pero aumenta su

productividad a velocidad de 108Mbps utilizando equipos Dlink.

- ✓ Air Plus Extreme G.
- ✓ Estándar IEEE 802.11g, compatible con IEEE 802.11b.

- ✓ Frecuencia de 2.4Ghz a 2.462Ghz.
- ✓ Acreditación Wi-Fi (Wireless Fidelity).
- ✓ Software de Administración en ambiente Web.
- ✓ DHCP Servidor – Cliente.
- ✓ Velocidad Máxima de 108Mbps con Productos DLink, y Velocidad Estándar de 54Mbps.
- ✓ Seguridad con algoritmo de encriptamiento WEP de clave de 64/128Bits, 802.11x, WiFi Protected Access (WPA).
- ✓ Control de Acceso al medio CSMA/CA.
- ✓ Rango de alcance Indoor hasta 100 Metros.
- ✓ Rango de alcance Outdoor hasta 400 Metros.
- ✓ 1 Puerto LAN (10/100).
- ✓ Access Point y Radio Enlace.

Figura 8. Punto de acceso DWL-2100AP



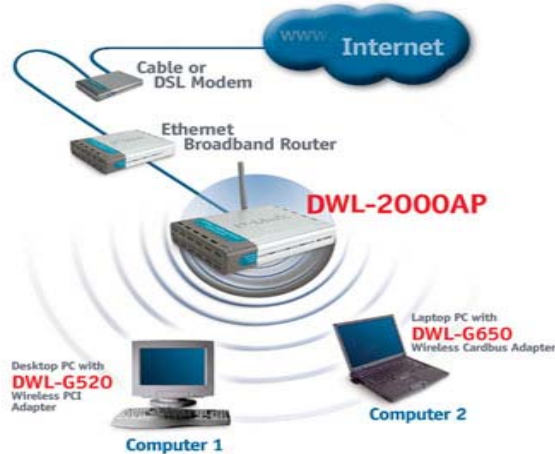
Se puede apreciar que este Wireless Access Point posee 1 puerto LAN (10/100) y una antena de 1Dbi de ganancia desmontable, con opción de conectar una de mayor ganancia.

Tabla 2. Modos de operación del punto de acceso DWL-2100AP


| Modos de Operación | |
|---|--|
| Modo de Operación | Función |
| Access Point | Creación Red Wireless Propia |
| Access Point a Access Point Enlaces de Radiofrecuencia | Conexión de dos Redes por medio de Enlaces Inalámbricos |
| Punto a Multipunto Enlaces de Radiofrecuencia | Conexión de Varias Redes apuntando hacia un Centro por medio de Enlaces Inalámbricos |
| Cliente Wireless | Extensión Wireless a una Red Ethernet |

En la tabla anterior⁶ se nota los diferentes modos de operación que posee este Access Point, según sea el caso requerido de la topología de la Red Wireless a diseñar.

Figura 9. Ubicación Access point en la red wireless



Debido a que es un Access Point es necesario que este dispositivo este conectado a un router o a la Red Lan con la debida configuración para recibir conectividad de redes diferentes y distantes como es el caso de Internet.

 **Antena Omnidireccional ANT24-1500:** Esta antena Omnidireccional se



utilizara en el Nodo Centro Ubicado en Malok@net, Tiene una cobertura de 360° donde no importará la ubicación de las

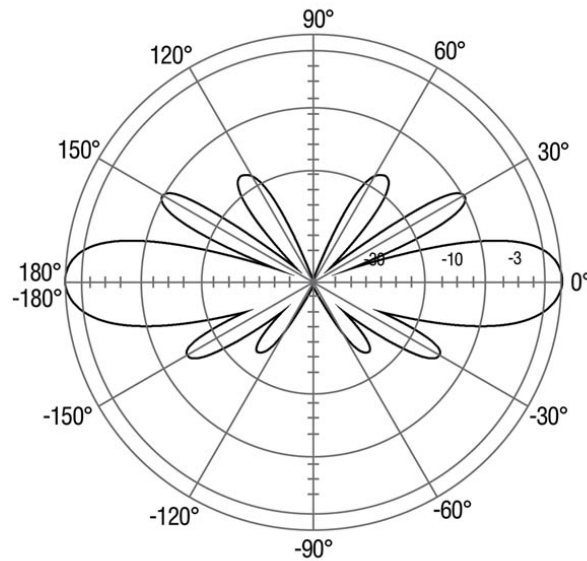
⁶ Sacado de la Hoja de Configuración del Access Point en la Pagina Web www.dlink.com

antenas direccionales de los diferentes enlaces, tiene características Outdoor, especial para trabajar con topologías de Enlace Punto a Multipunto, y obtiene una ganancia de la señal de 15Dbi.

- ✓ Antena para Exteriores (Outdoor).
- ✓ Omnidireccional.
- ✓ Estándar IEEE 802.11g y IEEE 802.11b.
- ✓ Frecuencia de 2.4Ghz a 2.5Ghz.
- ✓ Modo de Operación de enlace Punto a Multipunto.
- ✓ 15Dbi de Ganancia de Señal.
- ✓ Polarización Lineal y Vertical.

La siguiente Gráfica muestra la cobertura de la antena omnidireccional, se aprecia que su ángulo de cobertura es de 360°, siendo esta la ideal para establecer la conectividad desde el Nodo centro ubicado en Malok@net hacia los demás enlaces receptores ubicados en los edificios de la UTB

Figura 10. Espectro de cobertura antenna omnidireccional ANT24-1500



📡 **Antena Outdoor ANT24-1400:** Esta Antena será utilizada en cada Enlace,



es la más apropiada para los Puntos ubicados en los edificios ya que su conexión apunta directamente hacia el nodo centro. Su Rango Máximo de alcance

es de 3Km, pero a medida que disminuye la distancia su productividad aumenta considerablemente ya que su posibilidad de perdidas de datos se hace menor. Además será Utilizado para Incrementar la tasa de transmisión de los Access Points en los exteriores de la Universidad.

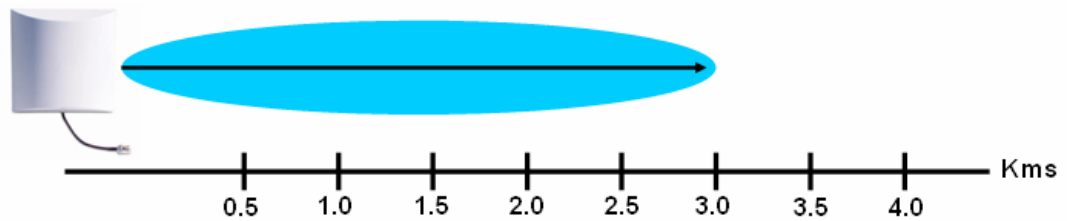
- ✓ Antena para Exteriores (Outdoor).
- ✓ Direccional.

- ✓ Mejora la Tasa de Transmisión de los Access Point.
- ✓ Estándar IEEE 802.11g y IEEE 802.11b.
- ✓ Frecuencia de 2.4Ghz a 2.5Ghz.
- ✓ Modo de Operación, enlace Punto a Multipunto o Punto a Punto.
- ✓ 14Dbi de Ganancia de Señal.
- ✓ Polarización Lineal y Vertical.
- ✓ Rango Máximo de Alcance 3Km.

En la siguiente gráfica se ilustra el Rango Máximo de Alcance de esta antena, sacando los datos de fuentes confiables de los productores de estos equipos.

Figura 11. Cobertura de la antena outdoor ANT24-1400

Antena Outdoor
Direccional ANT24-1400



📶 **Antena Indoor 6Dbi DWL-R60AT:** Esta Antena será la Utilizada para



amplificar la señal de los Access Points a 6Dbi en el interior de los edificios, será la utilizada en la conectividad Wireless en los interiores de la Universidad.

- ✓ Antena para Interiores (Indoor).
- ✓ Aumenta la Tasa de transmisión de los Access point a 6Dbi.
- ✓ Extiende el Área de Cobertura de los Access points.
- ✓ Estándar IEEE 802.11g y IEEE 802.11b.
- ✓ Frecuencia de 2.4Ghz a 2.5Ghz.

📶 **Tarjeta Wireless PCI DWL-G520:** Esta Tarjeta será utilizada por los



equipos de escritorio en la Universidad, trabaja en la frecuencia de los 2.4Ghz y con los estándares 802.11g y 802.11b, su

velocidad de transmisión es de 108Mbps con productos Dlink y con IEEE 802.11g, pero su velocidad común es de 54Mbps.

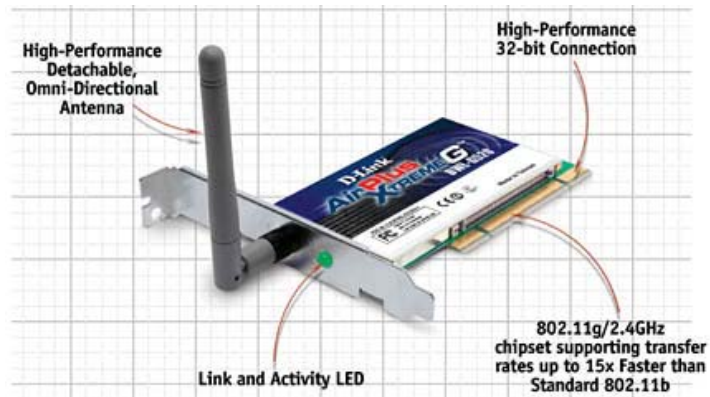
- ✓ Air Plus Extreme G.
- ✓ Estándar IEEE 802.11g, compatible con IEEE 802.11b.
- ✓ Frecuencia de 2.4Ghz a 2.462Ghz.
- ✓ Acreditación Wi-Fi (Wireless Fidelity).

- ✓ Velocidad Máxima de 108Mbps con Productos DLink, y Velocidad Estándar de 54Mbps.
- ✓ Seguridad con algoritmo de encriptamiento WEP de clave de 64/128Bits, 802.11x, WiFi Protected Access (WPA).
- ✓ Control de Acceso al medio CSMA/CA con ACK.
- ✓ Rango de alcance Indoor hasta 100 Metros.
- ✓ Rango de alcance Outdoor hasta 400 Metros.
- ✓ Tipo de Bus PCI 2.2.
- ✓ Excelente para Aplicaciones de Video.
- ✓ Antena Incluida Reemplazable de 2Dbi.

Estas tarjetas adaptadoras Wireless PCI estarán instaladas en un Slot PCI⁷ de los PCs de escritorio que tendrán acceso a la Red Inalámbrica de la Universidad. En la siguiente gráfica se puede ver que esta tarjeta contiene una Antena Omnidireccional de 2Dbi de Ganancia, la cual establecerá la conectividad con la Red indicando su actividad con el Led Verde ubicado a su derecha.

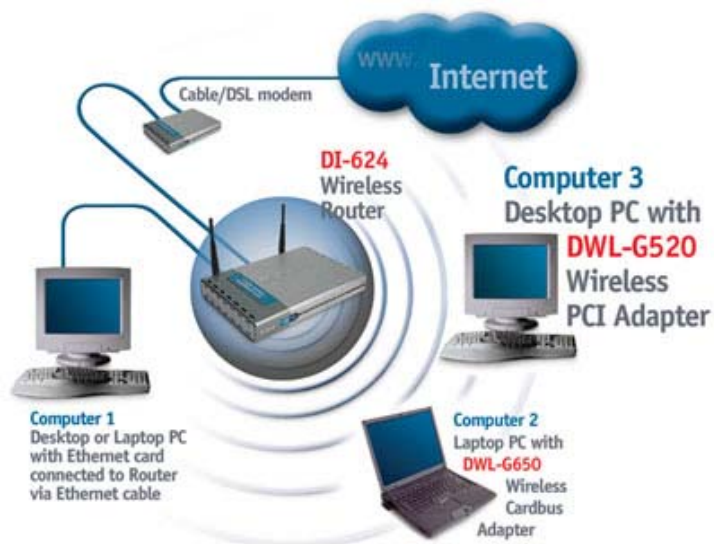
⁷ Para ver pasos de Instalación de la Tarjeta Inalámbrica PCI ver inciso 5.5.1. de la Monografía denominada como “Diseño del Sistema dinámico de Conectividad Inalámbrica para Servicio de Internet en la Corporación Tecnológica de Bolívar (Campus Ternera)” año 2003.

Figura 12. Tarjeta Wireless PCI DWL-G520



A continuación se aprecia una Red compuesta por una conexión a Internet entrando por un Cable/DSL MODEM, llegando a un Router Wireless que esta conectado a la Antigua Red Lan Cableada y ofreciendo conectividad Inalámbrica a un PC por medio de la Tarjeta PCI Wireless DWL-G520.

Figura 13. Convergencia red cableada - wireless



 **Tarjeta Wireless PCMCIA DWL-G650:** Esta Tarjeta será utilizada por los



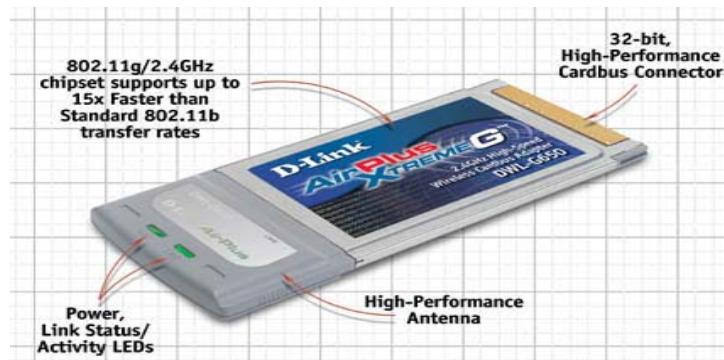
equipos portátiles de los usuarios de la Universidad que quieran tener conexión con la Red Inalámbrica, trabaja en la frecuencia de los 2.4Ghz y con los estándares 802.11g

y 802.11b, su velocidad de transmisión es de 108Mbps con productos Dlink y IEEE 802.11g, pero su velocidad estándar es de 54Mbps.

- ✓ Air Plus Extreme G.
- ✓ Estándar IEEE 802.11g, compatible con IEEE 802.11b.
- ✓ Frecuencia de 2.4Ghz a 2.462Ghz.
- ✓ Acreditación Wi-Fi (Wireless Fidelity).
- ✓ Velocidad Máxima de 108Mbps con Productos DLink, y Velocidad Estándar de 54Mbps.
- ✓ Seguridad con algoritmo de encriptamiento WEP de clave de 64/128Bits, 802.11x, WiFi Protected Access (WPA).
- ✓ Control de Acceso al medio CSMA/CA con ACK.
- ✓ Rango de alcance Indoor hasta 100 Metros.
- ✓ Rango de alcance Outdoor hasta 400 Metros.
- ✓ Tipo de Bus PCI 2.2.
- ✓ Excelente para Aplicaciones de Video.
- ✓ Tarjeta con Antena Interna de 2Dbi de ganancia.

Estas tarjetas adaptadoras Wireless PCMCIA estarán instaladas en los PC's Portátiles (Laptop) que tendrán acceso a la Red Inalámbrica de la Universidad.

Figura 14. Tarjeta Wireless PCMCIA DWL-G650



❏ **Cable de Baja Perdida ANT24-CB0xN:** Este Cable es el que conectara la



Antena con el cable pigtail que llega al Radio (Access Point – Router), su característica principal es transmitir la señal entre el Radio y la Antena,

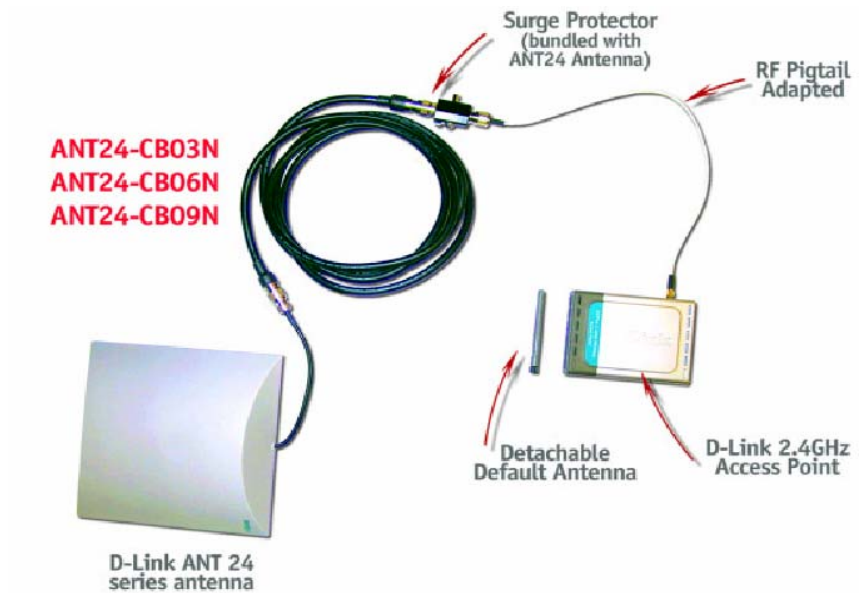
obteniendo un rango de perdida bajo, su material y configuración es especial con el fin de que su perdida en la señal sea lo mas baja posible. Existen tres tipos de medidas del cable: 3m, 6m y 9m. Este cable es el encargado de transmitir la señal entre el Radio y la Antena, en un extremo se conecta a la antena por medio del conector Pigtail, y en el otro extremo se conecta al radio por medio de la entrada de la antena.

En la siguiente gráfica podemos apreciar los dos extremos del cable y el modo de configuración de la conexión Antena, Cable y Access Point o Router.

Figura 15. Cable de Baja Perdida ANT24-CB0xN



Figura 16. Acople de los dispositivos wireless



 **Cámara IP Wireless DCS-1000W:** Esta cámara recibe una dirección IP



valida en el dominio, la cual podrá ser accesada por cualquier PC en la red o desde Internet, teniendo en cuenta si tiene la función de seguridad activada en la cual

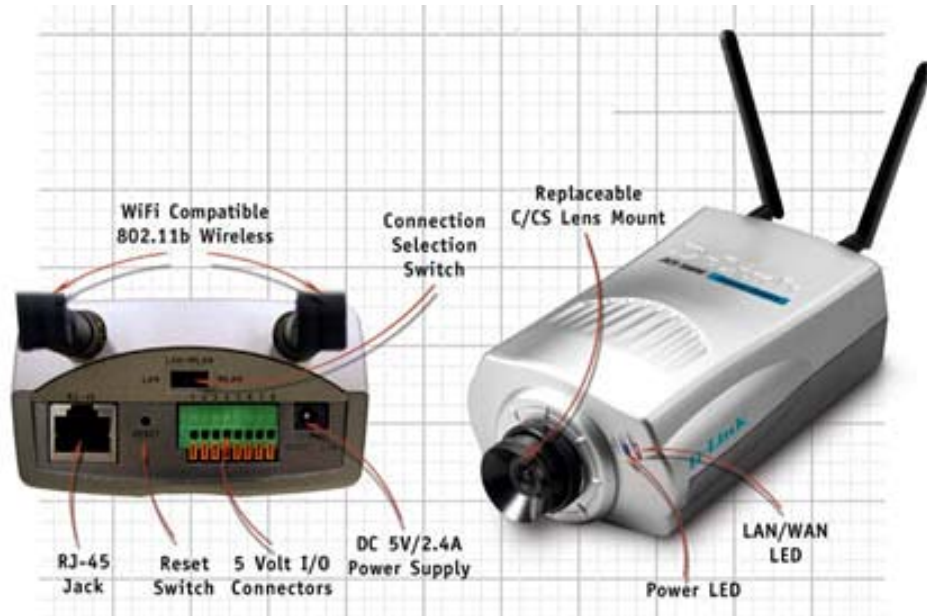
deberá digitar su Nombre de Usuario y Contraseña valido; solo con digitar la dirección IP o el nombre de la cámara en la red, en el Explorer, tendrá acceso a la aplicación Java o ActiveX que podrá administrar y visualizar lo que esta enfocando la cámara.

- ✓ Estándar IEEE 802.11b
- ✓ Frecuencia de 2.4Ghz a 2.462Ghz.
- ✓ Acreditación Wi-Fi (Wireless Fidelity).
- ✓ Seguridad con algoritmo de encriptamiento WEP de clave de 64Bits o 128Bits
- ✓ Control de Acceso al medio CSMA/CA con ACK.
- ✓ Rango de alcance Indoor hasta 100 Metros.
- ✓ Rango de alcance Outdoor hasta 400 Metros.
- ✓ Conexión Wireless (802.11b) o Ethernet (10/100Mbps)
- ✓ Aplicación orientada a WEB (Visualización en Java o ActiveX).}
- ✓ 24 Bit RGB Color
- ✓ Resolución Máxima de 640x480 Píxeles.
- ✓ Grabación de Videos en Formato AVI.

- ✓ Envío de E-Mail automático con imagen adjunta al momento de percibir algún movimiento.
- ✓ Asignación de Dirección IP estática o dinámica.
- ✓ Sincronización con la hora del servidor o Manual.
- ✓ Protocolos que soporta: HTTP, TCP/IP, UDP, RARP, PING, ARP, DHCP, BootP, PPPoE.
- ✓ Switch de selección de red: LAN, WAN/LAN, WAN.
- ✓ Software IpView con opciones de maneja ilimitado de cámaras, compatible con todos los Sistemas Operativos Windows, observa hasta 16 cámaras en simultanea en la misma pantalla, soporta interfaces WEB, Grabación de Video en el disco..
- ✓ Puerto Entrada/Salida (I/O) para agregar funciones de alarmas, detector de movimiento, etc.
- ✓ Dos (2) Antenas Wireless de 2Dbi de Ganancia de Señal.

En la siguiente gráfica se ilustran los puertos y conectores de la cámara, se puede apreciar el lente de la cámara, el cual es removible e intercambiable, los Led's Indicadores de Actividad, las dos (2) Antenas Wireless que establecerán la conectividad con la Red Inalámbrica; en la parta de atrás podemos ubicar el Puerto RJ45 donde se conecta la Red Ethernet, el Switch selector de Red y el puerto de Entrada y Salida (I/O).

Figura 17. Cámara IP Wireless DCS-1000W



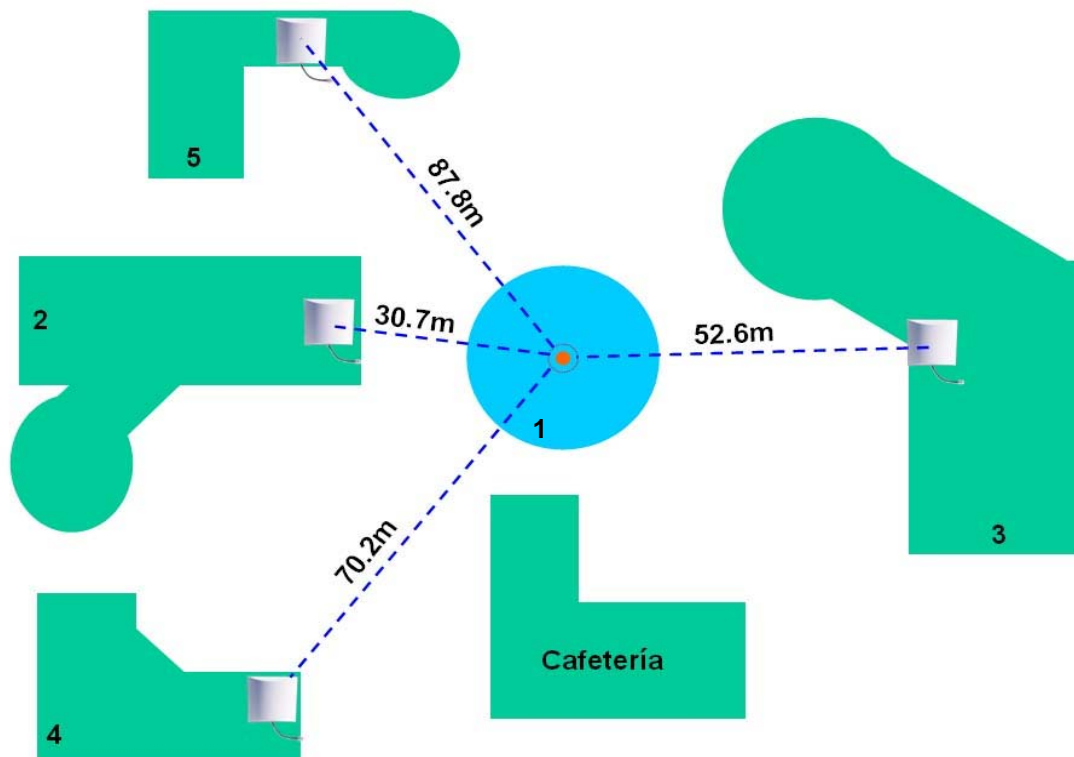
5. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UTB EN EL CAMPUS DE TERNERA, UTILIZANDO TECNOLOGÍAS WI-FI.

5.1. Estudio y Diseño de la Conectividad Microondas entre los Edificios y el Nodo de la UTB

5.1.1. Generalidades de los Enlaces en la UTB.

La Universidad Tecnológica de Bolívar actualmente posee Cuatro Bloques de Edificios, los cuales se desea estén conectados con la Estación Base ubicada en la superficie de Malok@Net. Se Utilizará una topología de enlaces Punto a Multipunto, debido a que se tiene un nodo centro donde apuntarán todos los enlaces, el cual posee una Antena Omnidireccional a donde las antenas direccionales ubicadas en los otros edificios apuntarán creando un enlace para establecer una mejor conectividad, como lo expresa mas didácticamente la siguiente gráfica.

Figura 18. Ubicación y distancia de los equipos en la UTB



Antena Omnidireccional Dlink ANT24-1500



Antena Direccional Dlink ANT24-1400

- - - Enlace Antena Omnidireccional y Antena Direccional de los Edificios

1. Edificio Malok@Net

2. Edificio Aulas 1

3. Edificio Aulas 2 – Auditorio – Oficinas Administrativas

4. Biblioteca Luís Enrique Borja Barón

5. Edificio Bienestar Universitario

Se escogió Malok@Net como Estación Base debido a la configuración arquitectónica de los edificios de la Universidad, ya que en lo enlaces inalámbricos

una de las configuraciones mas apropiadas es cuando las antenas se enfocan hacia un punto central, en este caso Malok@Net, todos los edificios se encuentran alrededor de ella actuando así en forma radial, de manera que todos los enlaces tengan un óptimo desempeño a la hora de establecer la conectividad.

Se Creará la Estación Base tan robusta que pueda eficazmente soportar los cuatro enlaces de los demás edificios. Aplicando las Tecnologías Wireless la Universidad estará a la Vanguardia Tecnológica en la Región obteniendo así mayor prestigio, y eficacia en los procesos, ya que son muy pocas Universidades en Colombia que tienen este Diseño Implementado y la Facilidad de Reconfiguración de Topología que poseen estas redes es inigualable.

Al momento de crear los enlaces inalámbricos se deben tener en cuenta diversos factores condicionantes, los cuales estarán detallados a continuación, en la medida que se van quemando las etapas de este trabajo de grado.

5.1.2. Estación base Malok@net

Como su nombre lo dice, este será el nodo central del conjunto de enlaces en la UTB, todos los enlaces apuntarán hacia este nodo estableciendo así la conectividad inalámbrica de la Universidad.

Lo primero que se establecerá son los equipos con su respectiva descripción, Marca y Referencia, los cuales fueron explicados en el capítulo anterior desmenuzadamente resaltando las características de cada uno y su función en esta Red.

Debido a que este es el Nodo Central, debe ser tan robusto para soportar los cuatro enlaces, utilizaremos la antena omnidireccional Dlink ANT24-1500 con el Router Dlink DI-624⁸ el cual establecerá la conectividad y amplificará la señal para que pueda ser transmitida a cada enlace, con un óptimo desempeño. Este router posee cuatro puertos LAN, los cuales estarán conectados en simultánea con el Centro del Cableado para que se reduzcan los cuellos de botella, la información que llega a este Router tiene cuatro caminos para ser transmitida hacia el BackBone de la Red Universitaria.

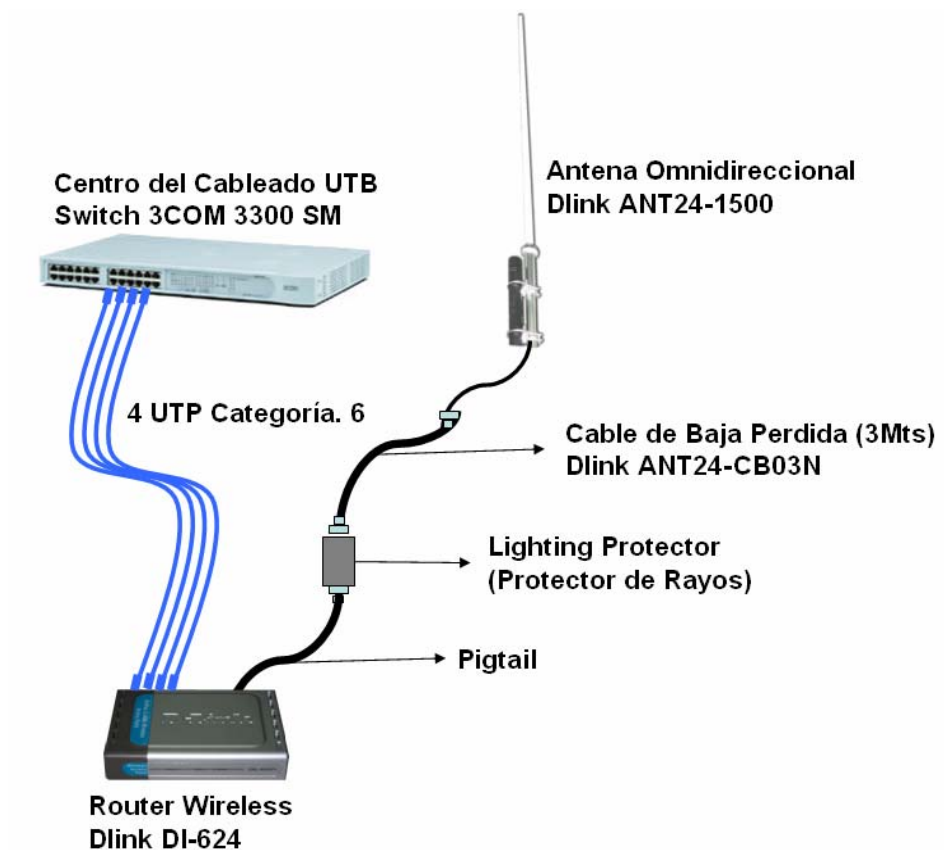
Se escogió la Antena Omnidireccional debido a que esta tiene una cobertura de 360°, sabemos que este tipo de Red de Enlaces es de Topología Punto a

⁸ Consultar Data Sheet de los equipos en los Anexos

Multipunto, Malok@Net será el Punto Central en este caso, debido a que el diseño de los edificios de la Universidad apunta concéntricamente hacia este.

La siguiente gráfica describe la forma de conexión de los equipos que estarán ubicados en el Edificio de Malok@Net.

Figura 19. Forma de conexión de los equipos Edificio de Malok@Net



Se Puede apreciar la Antena Omnidireccional Dlink (ANT24-1500), la cual recibirá y enviara la señal a los otros enlaces ubicados en los diferentes Edificios de la Universidad; esta antena se conecta a el Cable de Baja Perdida Dlink (ANT24-

CB03N) de 9 Metros de Longitud el cual llegara hasta un dispositivo llamado Lighting Protector (Protector de Rayos) el cual es el protector de el Router ante cualquier descarga eléctrica producida por un Rayo, Teniendo en cuenta que la Universidad debe tener instalado su sistema protector de Rayos, su debido aterrizaje a Tierra y su corriente regulada con UPS's, para que la Red Universitaria permanezca funcionando sin importar cualquier percance eléctrico debido a que existen en la UTB varias aplicaciones criticas que no deben dejar de funcionar.

En el otro extremo del Lighting Protector se encuentra conectado el Cable Pigtail que se instalara en su otro extremo con el Router Dlink DI-624, el cual posee 1 puerto WAN y 4 Puertos LAN, los cuatro puertos LAN se conectarán por medio de Cable UTP Categoría 5 hacia el Switch 3COM 3300 SM Ubicado en el Centro del Cableado, el cual establecerá la conectividad con la Red Universitaria para el Envío y Recepción de Datos desde el Nodo Centro hacia cualquier otro punto de enlace.

La estación base contará con una torre triangular de 7Mts de altura debidamente pintada con pintura anticorrosiva ya que estará expuesta a las inclemencias del tiempo, este mástil no debe presentar ningún tipo de movimiento, en caso de que exista se perderá la conectividad del enlace, su ubicación la describe el Anexo A. Se escogió de manera triangular ya que esta será una de las torres mas altas, este tipo de mástil es más estable y se presta mas para que no exista ningún tipo

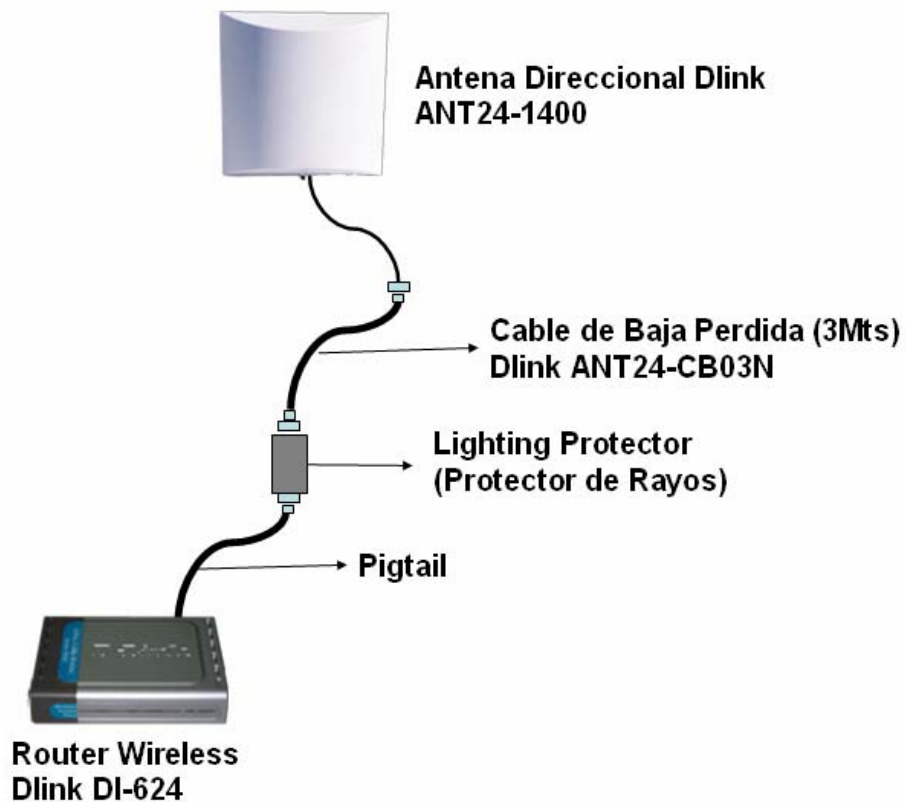
de movimiento; la antena omnidireccional no posee mucha cobertura de Angulo Vertical y por eso se debe acercar a la altura de las demás antenas.

5.1.3. Estaciones Clientes en los Edificios de la UTB

La configuración de la estaciones clientes ubicadas en los edificios de la UTB debe ser optima para que la conectividad Nodo – Cliente sea eficaz; se utilizarán equipos marca Dlink debido a que han demostrado ser excelentes en cuanto el manejo de esta tecnología, además han evolucionado cuantiosamente sus características, resaltando la velocidad de sus equipos, ya que manejan velocidades de hasta 108Mbps en los equipos de la gama 802.11g, resaltando que alcanzaran estas velocidades si la conexión es solo con productos de la misma marca.

En la siguiente gráfica se detallara la configuración de los Enlaces Inalámbricos clientes en los edificios de la UTB:

Figura 20. Enlaces Inalámbricos clientes en los edificios de la UTB



Cada Punto Cliente de Enlace tendrá esta configuración, la cual variara en su modo de conectarse a la Red Universitaria según sea el caso del Punto de Enlace a detallar.

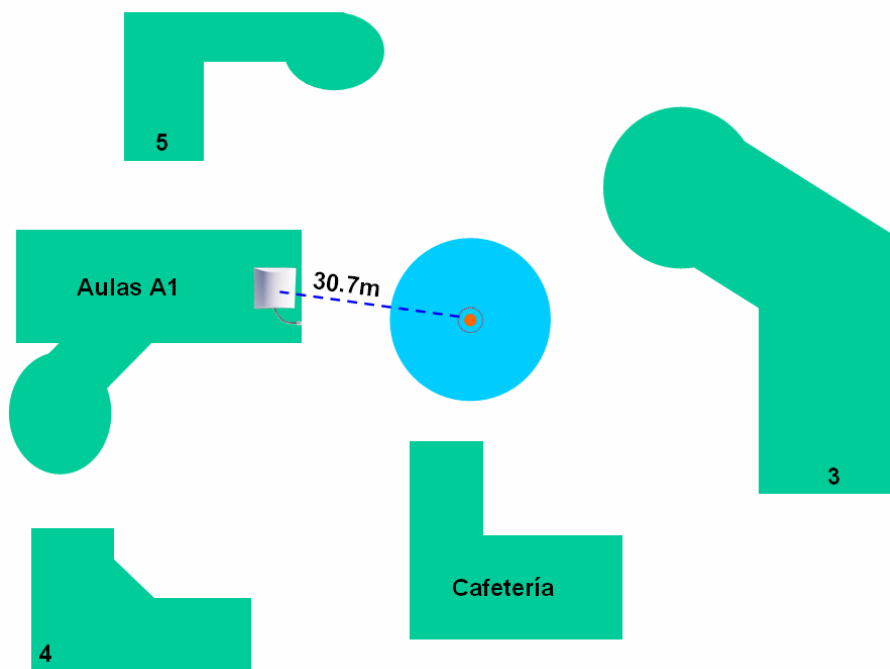
Se posee un Router Dlink DI-624 802.11g con sus respectivos dispositivos de conexión como son el Cable Pigtail, el Protector de Rayos (Lighting Protector), el Cable de Baja perdida de 3mts, y la Antena a Utilizar es una Direccional de 14Dbi de Ganancia de Señal; los datos de características de Router, Antena y demás dispositivos se encuentran detallados en unidades anteriores.

5.1.4. Enlace inalámbrico MaloK@net con el Edificio de Aulas 1

Como se sabe, todo enlace inalámbrico tiene factores condicionales los cuales se deben tener en cuenta a la hora de crearlo.

En la siguiente gráfica se expresa el enlace a crear; se señala que será desde el edificio de Malok@Net hasta el edificio de Aulas 1, el cual es el edificio donde se ubican las Aulas de Ingenierías de la Universidad, la decanatura de Ingeniería de Sistemas, las salas de computadores, laboratorio de redes, diferentes decanaturas, Rectoría y algunas otras dependencias.

Figura 21. Distancia entre edificio Aula 1 y Malok@net





Antena Omnidireccional Dlink ANT24-1500



Antena Direccional Dlink ANT24-1400

- - - Enlace Antena Omnidireccional y Antena Direccional de los Edificios

3 Edificio Aulas 2 – Auditorio – Oficinas Administrativas

4 Biblioteca Luís Enrique Borja Barón

5 Edificio Bienestar Universitario

5.1.4.1. Análisis Topográfico del Enlace

Uno de los factores más importantes en todo diseño de enlaces inalámbricos es el análisis topográfico del mismo, este analiza si existen obstáculos en la trayectoria del enlace, ya que las dos antenas deben tener una buena línea de vista.

En el caso de este enlace no se presentan obstáculos en su trayectoria como se puede apreciar en el Anexo B, fotografía tomada desde el techo de Malok@Net. La distancia de los dos edificios es estipulada en la Figura anterior notando que tiene las características óptimas para la construcción del mismo, se tiene de nuestra parte el análisis topográfico agregando a este que la distancia es relativamente corta y no existen elementos que perturben la señal. Por lo tanto el enlace sería de características óptimas.

5.1.4.2. Análisis Espectral del Enlace

En la UTB no existen otros sistemas inalámbricos ni equipos productores de frecuencia que puedan interferir con la onda del enlace.

No existen redes inalámbricas en el ambiente, además estamos en una zona un poco alejada de la ciudad.

5.1.4.3. Tecnologías de Red Adheridas

En el edificio de Aulas 1, en el cuarto piso existe una red cableada ya instalada, como se sabe que las tecnologías de redes inalámbricas trabajan conjuntamente con las cableadas, y si se quiere seguir utilizando, podemos conectar el router ubicado en este enlace a el Switch ubicado en el laboratorio de redes, el cual distribuirá la conectividad a través de la red LAN existente.

5.1.4.4. Consideraciones y Diseño del Enlace

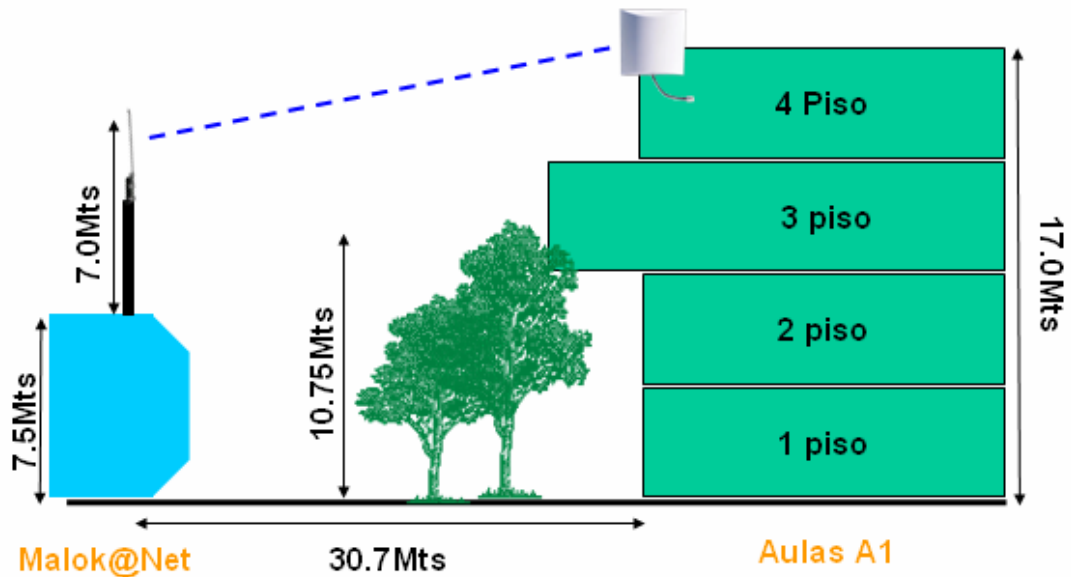
Al momento de crear un enlace inalámbrico de radiofrecuencia debemos tener en cuenta diversas consideraciones para que la calidad de la señal sea óptima.

Los cálculos a realizar son la Zona de Fresnel y la Zona de Clearance del enlace, teniendo en cuenta los valores de las alturas y distancias aproximados de los

Edificios MaloK@Net y Aulas 1, la altura de los árboles que en este caso se nota que no son tan relevantes a la hora de crear el enlace debido a que su altura a simple vista no interfiere con la línea de vista del enlace.

En la siguiente gráfica se aprecian los datos del enlace por medio de un esquema aproximado de la estructura de los dos edificios.

Figura 22. La descripción de los valores establecidos para el enlace



- $D= 30.7 \text{ Mts}$** Distancia entre los dos edificios.
- $A1=14.5 \text{ Mts}$** Altura del Edificio de Malok@Net incluyendo Altura de la torre de la Antena (7.5 Mts+7.0 Mts).
- $A2=17.0 \text{ Mts}$** Altura del Edificio de Aulas 1 (no se necesita mástil para la antena en este edificio ya que esta lo suficientemente alto para establecer el enlace)

$D_{OBS}=25.0Mts$ Distancia entre el edificio de Malok@Net y el Obstáculo mas alto en el Enlace.

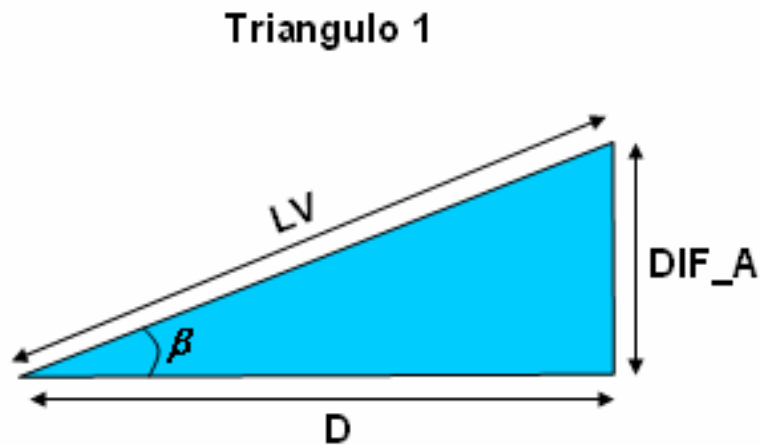
$A_{OBS}=10.75Mts$ Altura del Obstáculo mas alto en el Enlace

Todos estos valores están detallados en la gráfica anterior, donde se muestra con detalle cuales son los edificios, sus alturas, la distancia entre ellos, altura y ubicación de los obstáculos y ubicación y altura de las antenas y mástiles.

LV : Distancia de la Línea de Vista entre las dos antenas.

DIF_A : Diferencia entre la Altura del Edificio de Aulas 1 y la Altura del Edificio de Malok@Net incluyendo altura de Antena con Mástil.

Figura 23. Triangulo línea de vista



$$DIF_A = 17.0 - 14.5$$

$$DIF_A = 2.5 \text{ Mts.}$$

$$D = 30.7 \text{ Mts}$$

La longitud de la línea de vista es hallada por el Teorema de Pitágoras.

$$LV^2 = D^2 + DIF_A^2$$

$$LV = [D^2 + DIF_A^2]^{1/2}$$

$$LV = [(30.7)^2 + (2.5)^2]^{1/2}$$

$$LV = 30.801 \text{ Mts}$$

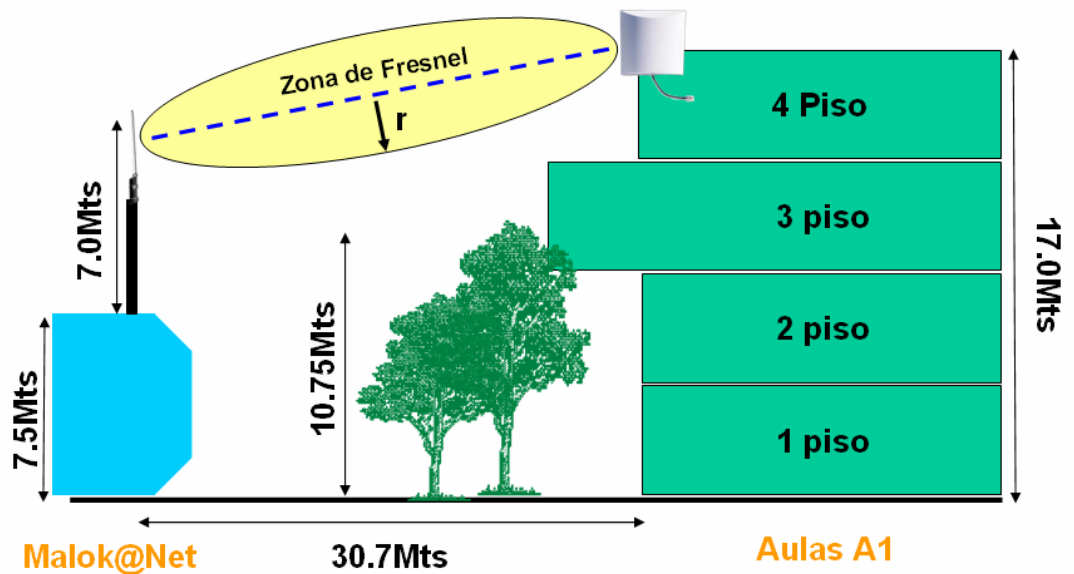
Se puede notar que con el triángulo 1 y las funciones trigonométricas se puede hallar el ángulo de Inclinación β .

$$\text{Tan } \beta = [2.5 / 30.7]$$

$$\beta = \text{Tan}^{-1} [2.5 / 30.7] = 4.65^\circ$$

A continuación se calculará el Radio y la Zona de Fresnel, se puede apreciar en la siguiente gráfica la Zona de Fresnel entre las dos antenas, esta debe estar despejada a la hora de establecer la conectividad.

Figura 24. Zona de fresnel del enlace edificio 1 y malok@net



La formula utilizada en este caso para calcular el Radio de Fresnel⁹ es la siguiente.

$$RF = \sqrt{n * \left[\frac{3 * 10^5}{F} \right] * \left[\frac{D1 * D2}{D1 + D2} \right]}$$

RF: radio de la n-esima zona de fresnel.

n: numero de la zona de fresnel a la cual se le quiere hallar el radio.

λ : Longitud de onda de la señal a transmitir.

D1: distancia entre la antena de Malok@Net y el lugar donde se quiere hallar el Radio de la Zona de Fresnel.

⁹ Formula tomada de diapositivas del Profesor Jaime Rueda suministrada a los estudiantes del Minor de Comunicaciones y Redes.

D2: distancia que falta entre la antena ubicada en el Edificio de Aulas 1 y el lugar donde se quiere hallar el radio de fresnel.

El punto mas ideal de la Línea de Vista del Enlace para hallar el Radio de Fresnel es el centro del mismo, como por valores calculados anteriormente esta distancia de 30.801 Mts, la cual es dividida entre dos

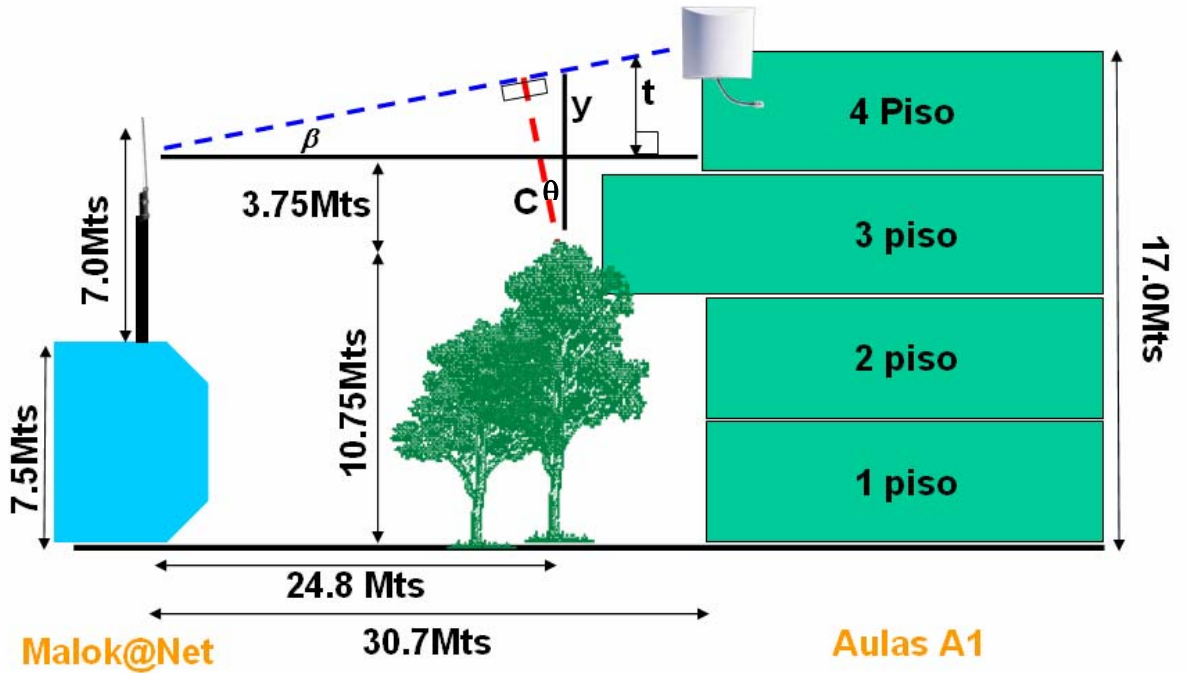
$$RF = \sqrt{(1) * \left[\frac{3 * 10^5}{2400} \right] * \left[\frac{0.01535 * 0.01535}{0.0307} \right]}$$

$$RF = 0.979476Mts$$

Se puede apreciar en el calculo anterior que el Radio de Fresnel para este enlace no excede un metro, por lo que, no existe ningún impedimento para que este enlace se pueda llevar a cabo.

La zona de Clearance es otro punto necesario a calcular, el cual puede ser sacado con los valores de la siguiente gráfica.

Figura 25. Zona de clearance entre edificio A1 y Malok@net



El valor t es hallado por la semejanza de los triángulos, como se describe a continuación.

$$\frac{t}{2.5} = \frac{24.8}{30.7}$$

$$t = 2.0195 \text{ Mts}$$

El valor de y es el resultado de la suma de los valores t y 3.75 que es el valor restante de la distancia vertical entre el obstáculo más alto y la Línea de Vista del Enlace.

$$y = 5.7695 \text{ Mts}$$

Como podemos apreciar el recorrido de y desde la Línea de Vista hasta el obstáculo más alto tiene un ángulo recto de 90° .

Se obtiene otro ángulo denominado como θ , asimilando los dos triángulos, por semejanza de ángulos y por perpendicularidad de los lados, el θ tomara el valor de β .

Teniendo en cuenta todos estos valores, la Zona de Clearance es calculada de la siguiente manera con una Expresión Matemática y trigonométrica detallada a continuación.

$$\text{Cos } \theta = \frac{c}{y}$$

$$c = y * \text{Cos } \theta$$

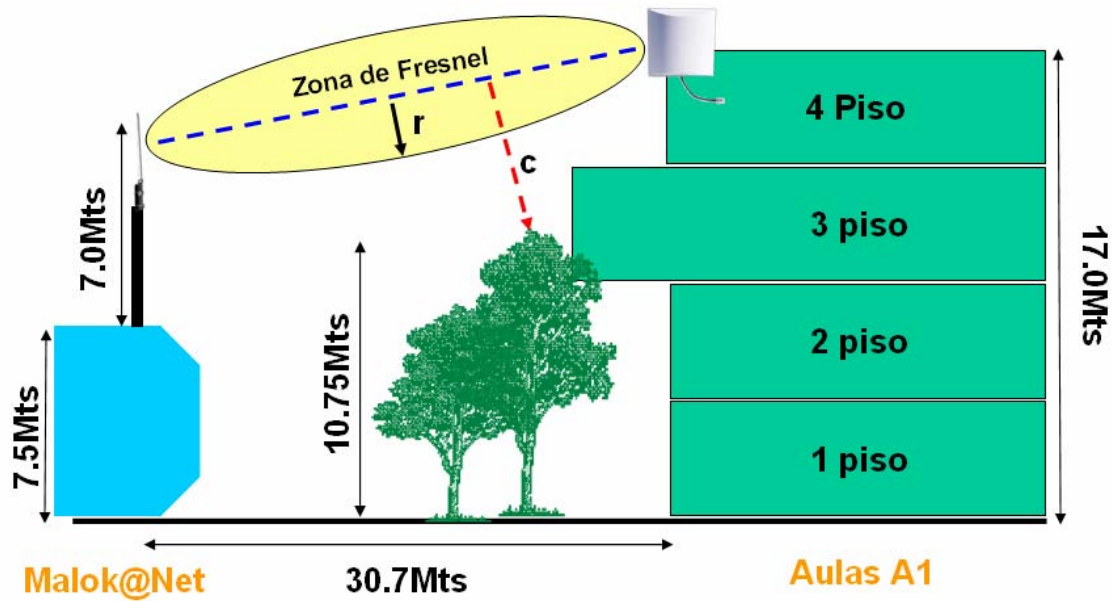
$$c = y * \text{Cos } \theta$$

$$c = 5.7695 * \text{Cos } (4.65)$$

$$c = 5.7505 \text{ Mts}$$

Como se puede apreciar la Zona de Clearance es mas grande que la Zona de Fresnel, por lo tanto ningún obstáculo interferirá con la señal del enlace; este enlace es considerado en óptimas condiciones como se puede ver en la siguiente gráfica.

Figura 26 Comparación zona de fresnel y clearance en enlace edificio A1 y malok@net

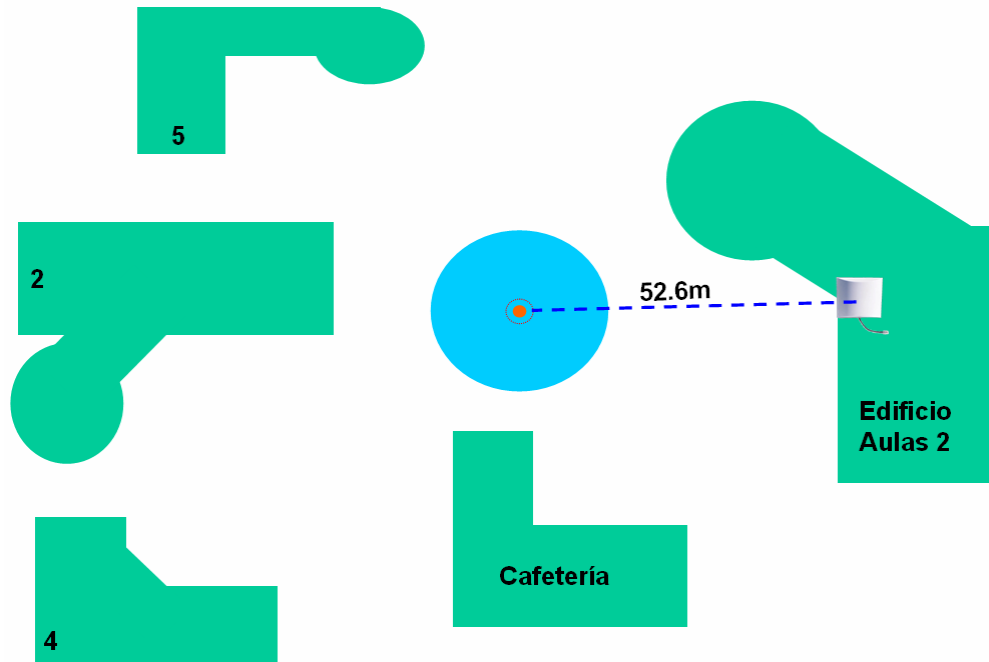


5.1.5. Enlace inalámbrico MaloK@net con el Edificio de Aulas 2, Auditorio y Oficinas Administrativas.

El siguiente enlace a crear es el de Malok@net con el Edificio de Aulas 2, Auditorio y Oficinas Administrativas. Se plantea este enlace con todas estas dependencias, ya que todas quedan situadas en un radio de cobertura, el cual queda cobijado bajo la onda de la antena propuesta.

A continuación se muestra el grafico representativo del enlace.

Figura 27. Distancia entre edificio Aula 2 y Malok@net



Antena Omnidireccional Dlink ANT24-1500



Antena Direccional Dlink ANT24-1400

- - - Enlace Antena Omnidireccional y Antena Direccional de los Edificios

2 Edificio Aulas 1

4 Biblioteca Luís Enrique Borja Barón

5 Edificio Bienestar Universitario

5.1.5.1. Análisis Topográfico del Enlace

En el presente enlace no se presentan obstáculos en su trayectoria como se puede apreciar en el Anexo C, además como se ve en la fotografía tomada desde el techo de Malok@Net hacia la parte superior del edificio de Aulas 2 se puede notar que las condiciones para crear el enlace son favorables, ya que a parte de existir línea de vista, hay un espacio despejado bastante considerable lo que facilita los requerimientos en cuanto a Zona de Fresnel se refiere.

En cuanto a la distancia entre los edificios, esta es relativamente corta lo que facilita la creación del enlace. La distancia, la posición de la antena, y las condiciones básicas del enlace se muestra en el grafico que se presentó anteriormente.

5.1.5.2. Análisis Espectral del Enlace

Al igual que en el enlace anterior, en este, no existen sistemas inalámbricos paralelos, u otros sistemas de radio frecuencia que puedan interferir con la señal del Enlace.

5.1.5.3. Tecnologías de Red Adheridas

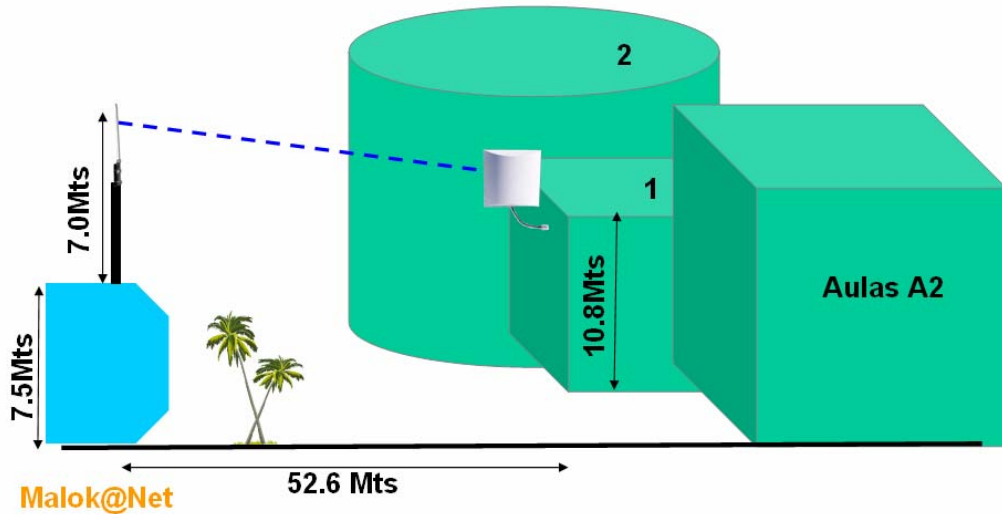
Actualmente en el edificio de Aulas 2, existe una red cableada la cual puede trabajar en conjunto con la red inalámbrica planteada, para que de esta manera ambas tecnologías mancomunadamente satisfagan las necesidades de los usuarios del lugar en mención. Para que esta unión se de solamente hay que conectar el router del enlace (propuesto dentro del diseño de la red inalámbrica), con el Switch 3COM 3300 situado en el centro de cableado.

5.1.5.4. Consideraciones y Diseño del Enlace

Para la creación de este enlace se deben realizar los cálculos pertinentes como son zona de Fresnel y zona de Clearance, todo esto basándose en las distancias entre edificios, altura de los mismos, altura de los árboles y posibles obstáculos que puedan afectar la transmisión de la señal. Lo anterior se plantea con el fin de brindar la mayor calidad de conexión posible entre los lugares a realizar el enlace.

En la siguiente gráfica se aprecian los datos del enlace por medio de un esquema aproximado de la estructura de los dos edificios.

Figura 28. La descripción de los valores establecidos para el enlace



1. Investigaciones

2. Auditorio y Oficinas Administrativas

La descripción de los valores establecidos para el enlace.

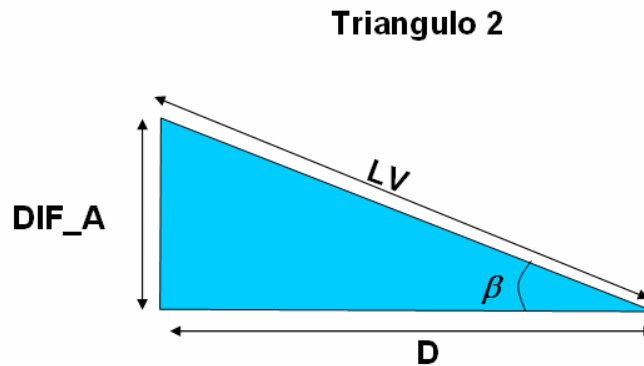
- $D= 52.6$ Mts** Distancia entre los dos edificios.
- $A1=14.5$ Mts** Altura del Edificio de Malok@Net incluyendo Altura de la torre de la Antena (7.5 Mts+7.0 Mts).
- $A2=10.8$ Mts** Altura del Edificio de Aulas 2 (no se necesita mástil para la antena en este edificio ya que esta lo suficientemente alto para establecer el enlace)

A continuación se muestran letras que representan variables, las cuales se eligieron para realizar los cálculos.

LV: Distancia de la Línea de Vista entre las dos antenas.

DIF_A: Diferencia entre la Altura del Edificio de Aulas 2 y la Altura del Edificio de Malok@Net incluyendo altura de Antena con Mástil.

Figura 29. Triangulo línea de vista



$$DIF_A = 14.5 - 10.8$$

$$DIF_A = 3.7 \text{ Mts.}$$

$$D = 52.6 \text{ Mts}$$

La longitud de la línea de vista es hallada por el Teorema de Pitágoras.

$$LV^2 = D^2 + DIF_A^2$$

$$LV = [D^2 + DIF_A^2]^{1/2}$$

$$LV = [(52.6)^2 + (3.7)^2]^{1/2}$$

$$LV = 52.72 \text{ Mts}$$

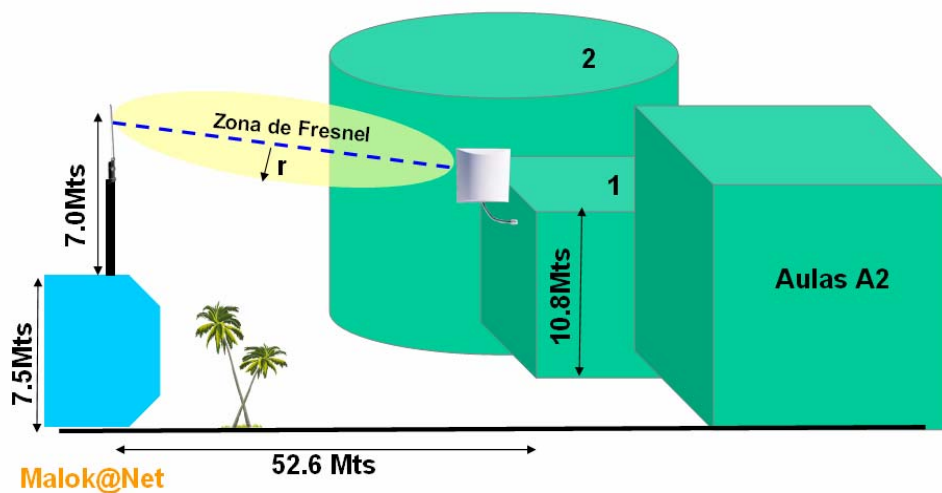
Se puede notar que con el triángulo 2 y las funciones trigonométricas se puede hallar el ángulo de Inclinación β .

$$\tan \beta = [3.7 / 52.6]$$

$$\beta = \tan^{-1} [3.7 / 52.6] = 4.02^\circ$$

El siguiente paso es calcular la Zona de Fresnel y su respectivo Radio.

Figura 30. Zona de fresnel del enlace edificio 2 y malok@net



1. Investigaciones

2. Auditorio y Oficinas Administrativas

A continuación se utilizará la fórmula para calcular el radio de la zona de Fresnel (la cual ya fue explicada en el punto anterior).

$$RF = \sqrt{n * \left[\frac{3 * 10^5}{F} \right] * \left[\frac{D1 * D2}{D1 + D2} \right]}$$

Reemplazando:

$$RF = \sqrt{(1) * \left[\frac{3 * 10^5}{2400} \right] * \left[\frac{26.36 * 26.36}{52.72} \right]}$$

$$RF = 1.2835 Mts$$

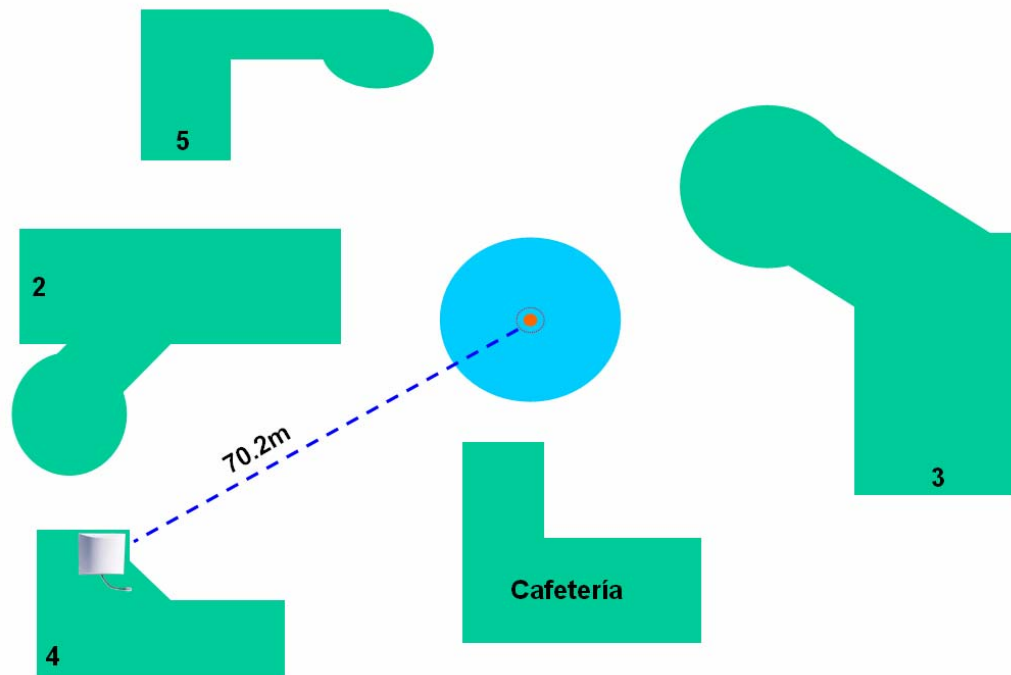
Después de realizar los cálculos anteriores podemos concluir que la Zona de Fresnel esta perfectamente despejada, por lo que el enlace se puede realizar sin problema alguno.

En el caso particular de este enlace (Malok@net – Edificio Aulas 2) no es necesario realizar el calculo de la Zona de Clearance, ya que la Zona de Fresnel esta completamente despejada y sin posibilidad alguna de que en un futuro los árboles o cualquier otro objetos cercanos la perturbe.

5.1.6. Enlace inalámbrico MaloK@net con el Edificio de la Biblioteca Luís Enrique Borja Barón.

En este caso se planteara el Enlace de Malok@Net con la Biblioteca Luís Enrique Borja Barón. Este enlace es uno de los puntos críticos de este diseño debido a que existen muchos obstáculos en su trayectoria, los cuales se espera que se superen con la ayuda de las Torres de las Antenas, ya que fueron extendidas para que la Zona de Fresnel quede libre y se obtenga un Enlace óptimo.

Figura 31. Distancia entre edificio de biblioteca y Malok@net





Antena Omnidireccional Dlink ANT24-1500



Antena Direccional Dlink ANT24-1400

**- - - Enlace Antena Omnidireccional y Antena Direccional de los Edificios
3 Edificio Aulas 2 – Auditorio – Oficinas Administrativas**

4 Biblioteca Luís Enrique Borja Barón

5 Edificio Bienestar Universitario

5.1.6.1. Análisis Topográfico del Enlace

Este enlace es uno de los puntos críticos de este proyecto, debido a que presenta gran número de obstáculos en su trayectoria, ver Anexo D, fotografía tomada desde el techo de Malok@Net hacia la esquina más cerca y más alta de la Biblioteca. En la Gráfica anterior esta estipulada la distancia confirmando aun más que es un tipo de problema de enlaces excelente para cumplir los objetivos de este proyecto.

5.1.6.2. Análisis Espectral del Enlace

En la trayectoria de este Enlace no existen Sistemas Inalámbricos como tampoco Generadores de alta Frecuencia que perturben la señal, debido a eso el análisis espectral del mismo no se vera afectado para este caso.

5.1.6.3. Tecnologías de Red Adheridas

En el edificio de la Biblioteca existe ya una red Instalada donde llegan 6 hilos de Fibra del BackBone para la conectividad de la Red Institucional. El Router Wireless que se ubicara en la Biblioteca se conectara directamente con el Switch 3COM 1100 ubicado en las instalaciones de la misma. Por medio de este se establece la conectividad de la biblioteca con la Red Universitaria.

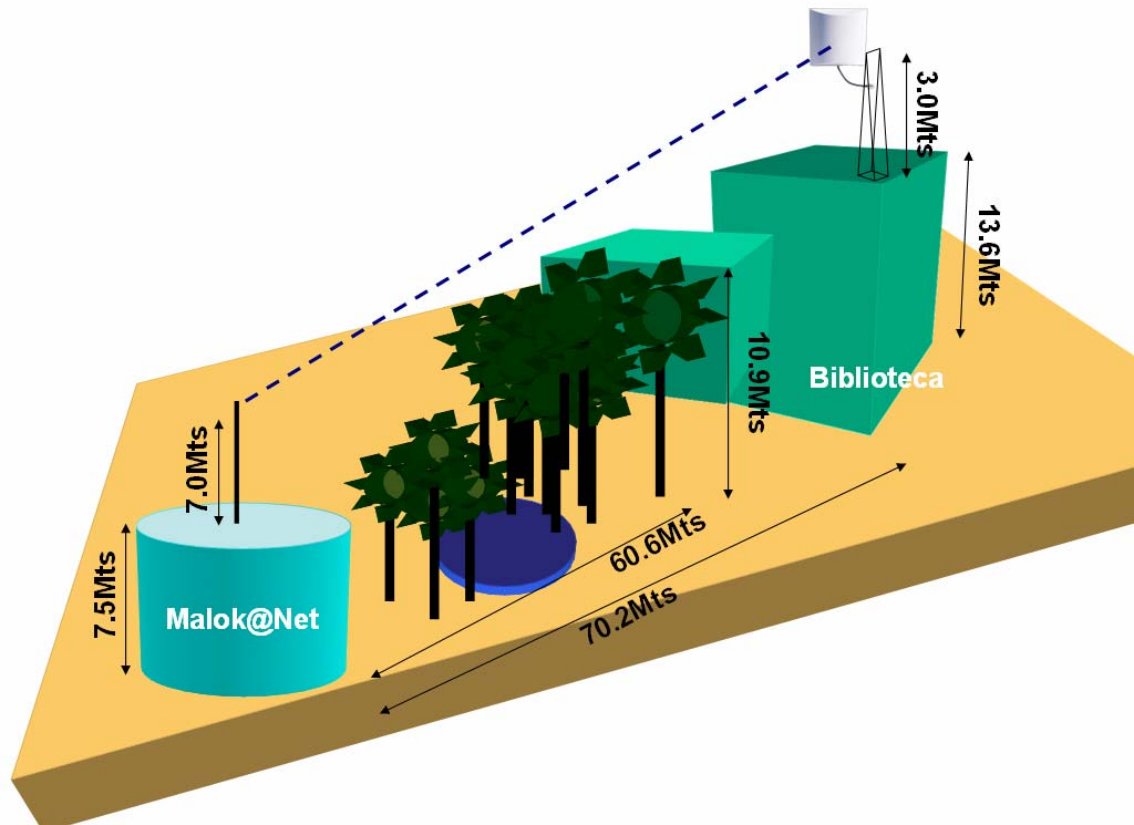
5.1.6.4. Consideraciones y Diseño del Enlace

En este Enlace se notan diversas diferencias con los antes vistos ya que existen árboles que impiden que la Zona de Fresnel este Limpia. Para este problema se ubico una torre de 7 Mts en la superficie de la Biblioteca variando la altura del enlace, para así evacuar la Zona de Fresnel de obstáculos, además se agrega que en Malok@Net ya se planteo la idea de ubicar una Torre en capítulos anteriores.

La Torre para la Antena ubicada en la superficie de la Biblioteca se diseño de estructura triangular debidamente pintada con pintura antioxidante, para que las inclemencias del tiempo no afecten su rigidez y los fuertes vientos no puedan moverla, ya que al oscilar la torre se pierde la conectividad del enlace.

En la siguiente gráfica se aprecian los datos del enlace por medio de un esquema aproximado de la estructura de los dos edificios.

Figura 32. La descripción de los valores establecidos para el enlace



La descripción de los valores establecidos para el enlace.

- $D= 70.2$ Mts** Distancia entre los dos edificios.
- $A1=14.5$ Mts** Altura del Edificio de Malok@Net incluyendo Altura de la Torre de la Antena (7.5 Mts + 7.0 Mts).
- $A2=16.6$ Mts** Altura del Edificio de la Biblioteca incluyendo Altura de la Torre de la Antena (13.6 Mts + 3.0 Mts)
- $D_OBS=60.6$ Mts** Distancia entre el edificio de Malok@Net y el Obstáculo mas alto en el Enlace.

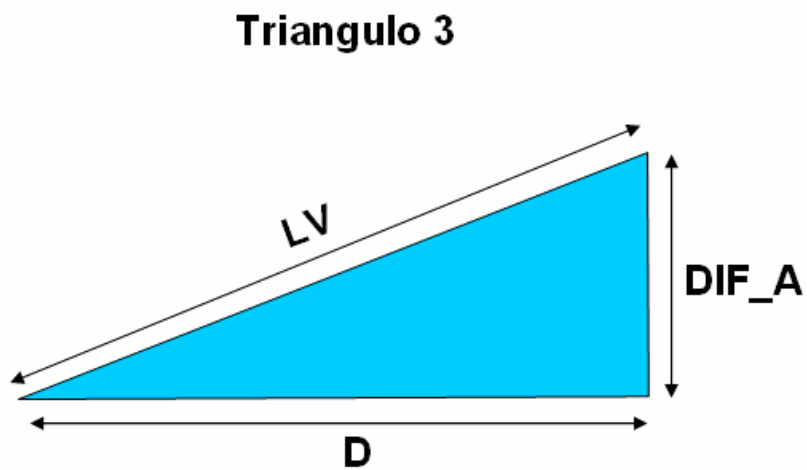
$A_{OBS}=10.9Mts$ Altura del Obstáculo mas alto en el Enlace

Los valores anteriores están representados en la gráfica anterior, especificándolos gráficamente.

LV : Distancia de la Línea de Vista entre las dos antenas.

DIF_A : Diferencia entre la Altura del Edificio de la Biblioteca y la Altura del Edificio de Malok@Net incluyendo altura de Antena con su respectiva torre.

Figura 33. Triangulo 3 línea de vista



$$DIF_A = 14.5 - 13.6$$

$$DIF_A = 0.9 \text{ Mts.}$$

$$D = 70.2 \text{ Mts}$$

La longitud de la línea de vista es hallada por el Teorema de Pitágoras.

$$LV^2 = D^2 + DIF_A^2$$

$$LV = [D^2 + DIF_A^2]^{1/2}$$

$$LV = [(70.2)^2 + (0.9)^2]^{1/2}$$

$$LV = 70.2057 \text{ Mts}$$

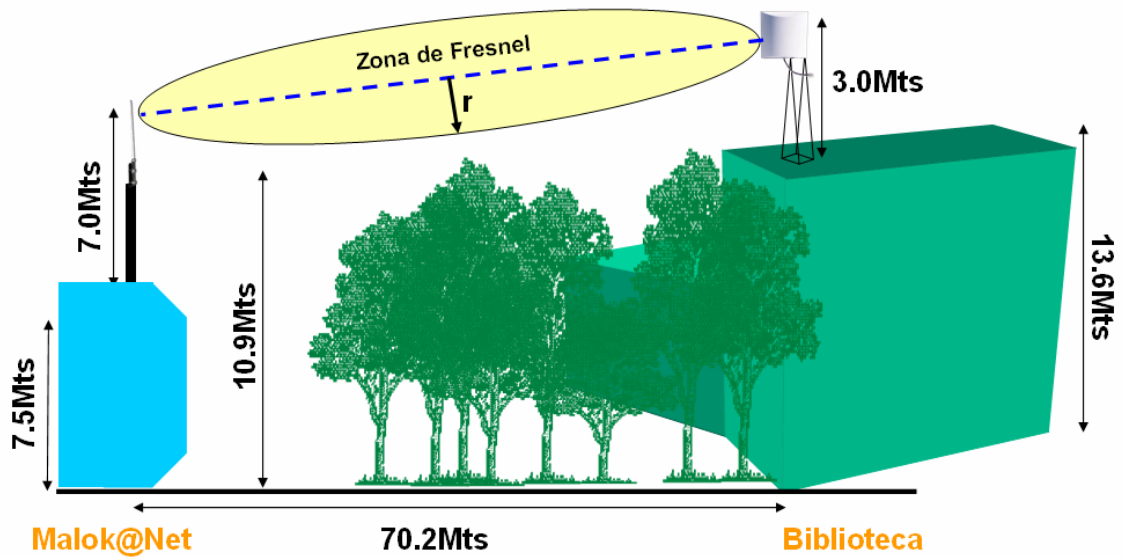
A continuación se determina el Angulo β , ya que es posible calcularlo con el Triangulo 3 y sus lados.

$$\text{Tan } \beta = [0.9 / 70.2]$$

$$\beta = \text{Tan}^{-1} [0.9 / 70.2] = 0.734^\circ$$

En la siguiente gráfica se muestra la Zona de Fresnel con su respectivo Radio, esta debe estar completamente despejada para que la conectividad sea optima.

Figura 34. Zona de fresnel del enlace edificio biblioteca y malok@net



Hallamos el Radio de Fresnel para este enlace obteniendo los datos de la gráfica anterior.

$$RF = \sqrt{n * \left[\frac{3 * 10^5}{F} \right] * \left[\frac{D1 * D2}{D1 + D2} \right]}$$

Las variables de esta fórmula fueron descritas en los cálculos de el primer enlace.

En el centro de la distancia de la Línea de Vista del enlace fue ubicado el Radio de Fresnel siendo esta distancia 35.1028 Mts, resaltando que no siempre esta

ubicación es optima, puesto que no siempre los obstáculos mas altos se presentan en el centro del enlace.

$$RF = \sqrt{(1) * \left[\frac{3 * 10^5}{2400} \right] * \left[\frac{0.035102 * 0.035102}{0.0702} \right]}$$

$$RF = 1.4812 Mts$$

Con la zona de Clearance y el Radio de Fresnel podemos determinar si el enlace es óptimo; en caso que el Radio de Fresnel sea Mayor que la Zona de Clearance, no se podría establecer la conectividad del enlace porque la Zona de Fresnel se encuentra obstruida, por tal motivo se procedería a recalculas las alturas de las torres de las antenas.

Para este caso será calculada la Zona de Clearance casi al final del enlace ya que el obstáculo más alto se encuentra ubicado allí. Por lo tanto la el Radio de Fresnel será recalculado para este punto.

Figura 35. Nueva Zona de fresnel para el enlace edificio biblioteca y malok@net

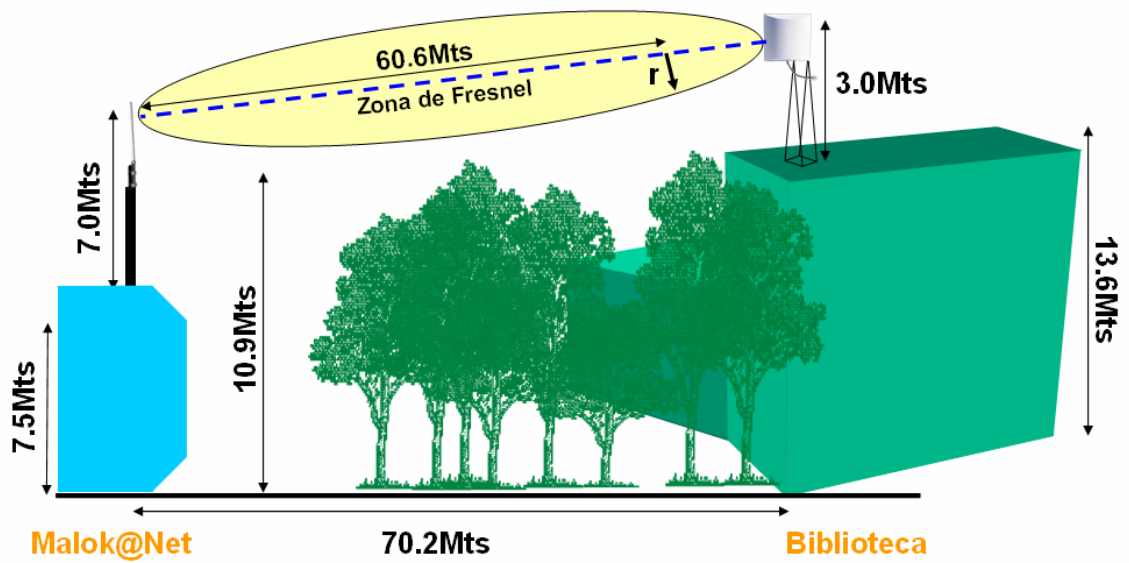
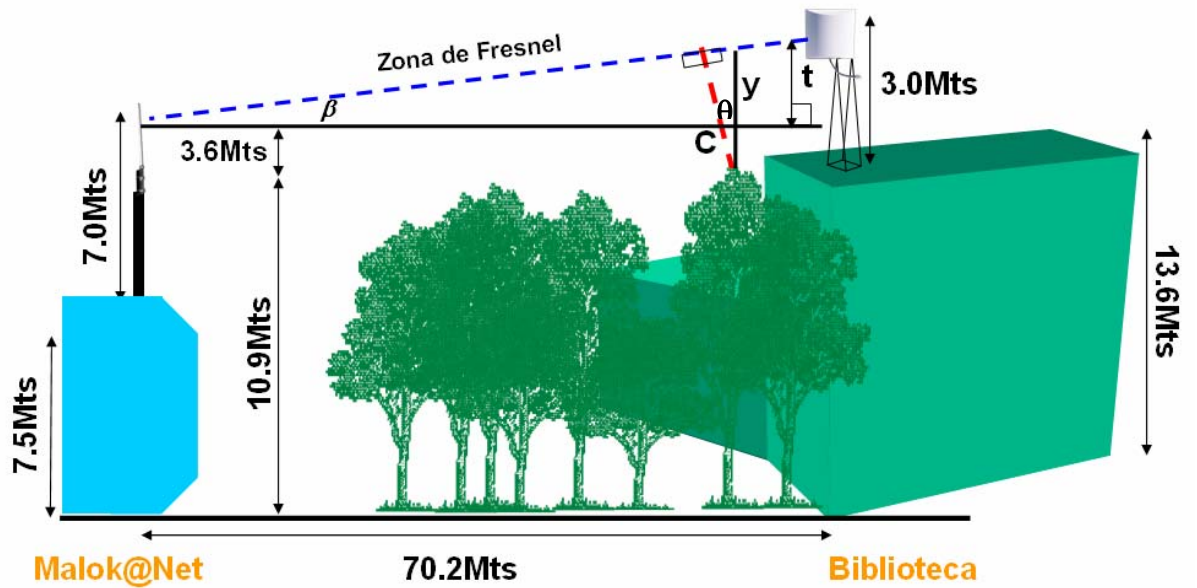


Figura 36. Zona de clearance entre edificio de biblioteca y Malok@net



$$RF = \sqrt{(1) * \left[\frac{3 * 10^5}{2400} \right] * \left[\frac{0.0606 * 0.0096}{0.0702} \right]}$$

$$RF = 1.0358 Mts$$

Ahora procedemos a calcular la Zona de Clearance.

El valor t es hallado por la semejanza de los triángulos, como se describe a continuación.

$$\frac{t}{0.9} = \frac{60.6}{70.2}$$

$$t = 0.77 Mts$$

El valor de y es el resultado de la suma de los valores t y 3.6 que es el valor restante de la distancia vertical entre el obstáculo mas alto y la Línea de Vista del Enlace.

$$y = 4.37 Mts$$

Por lo tanto, debido triángulos semejantes,

$$\theta = \beta$$

Teniendo en cuenta todos estos valores, la Zona de Clearance es calculada de la siguiente manera con una Expresión Matemática y trigonométrica detallada a continuación.

$$\cos \theta = \frac{c}{y}$$

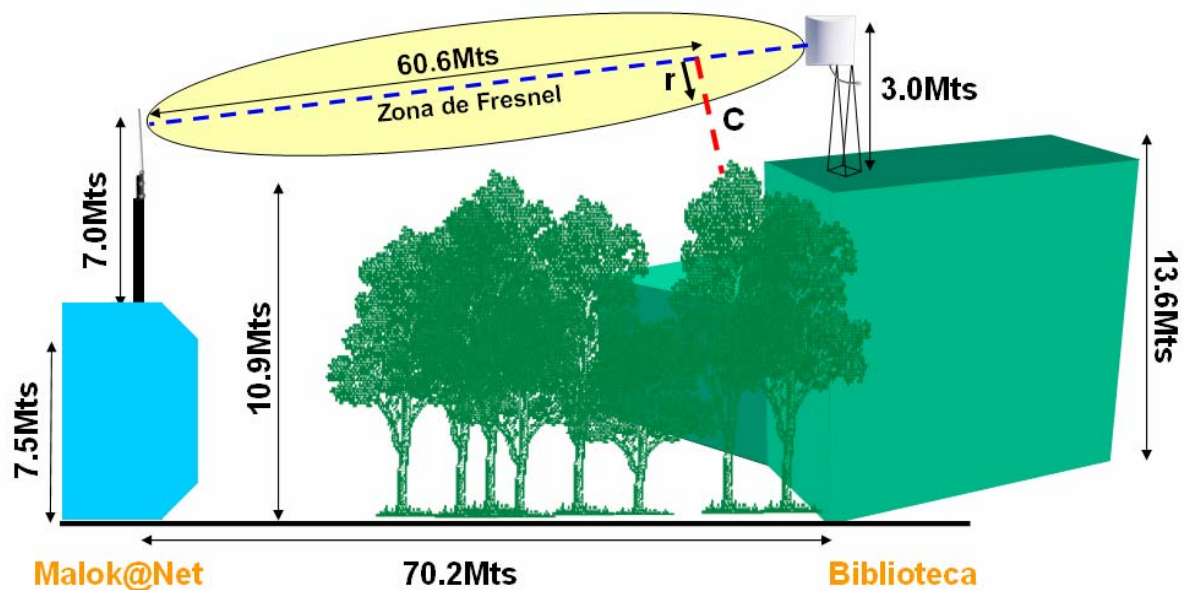
$$c = y * \cos \theta$$

$$c = 4.37 * \cos (0.73)$$

$$c = 4.3696 \text{ Mts}$$

Como se puede apreciar el Radio de Fresnel para este punto es más pequeño 3 Metros aproximadamente, que la Zona de Clearance, como expresa en la siguiente gráfica.

Figura 37. Comparación zona de fresnel y clearance enlace biblioteca y malok@net



5.1.7. Enlace inalámbrico MaloK@net con el Edificio de Bienestar universitario.

El siguiente enlace a diseñar es del Malok@net con el Edificio de Bienestar Universitario. Las características como la distancia, posición de los edificios se muestran en la siguiente gráfica.

Figura 38. Distancia entre edificio de bienestar y Malok@net



5.1.7.1. Análisis Topográfico del Enlace

En este enlace en particular hay árboles a los lados de el lugar donde se va ha instalar la antena, por tal motivo es necesario colocarla en una torre para que de esta manera la recepción de la señal se lo mas óptima posible. La situación planteada anteriormente se puede observar con más claridad en la fotografía tomada desde el techo de Malok@net hacia el edificio de bienestar, la cual se encuentra adjunta como el Anexo E en el presente documento. En cuanto a distancias se refiere estas se pueden apreciar en la gráfica anterior con claridad.

5.1.7.2. Análisis Espectral del Enlace

Como ya se estipulado en puntos anteriores, en la UTB no existen fuentes de interferencia externas u otros sistemas inalámbricos que puedan interferir con en la frecuencia del enlace.

5.1.7.3. Tecnologías de Red Adheridas

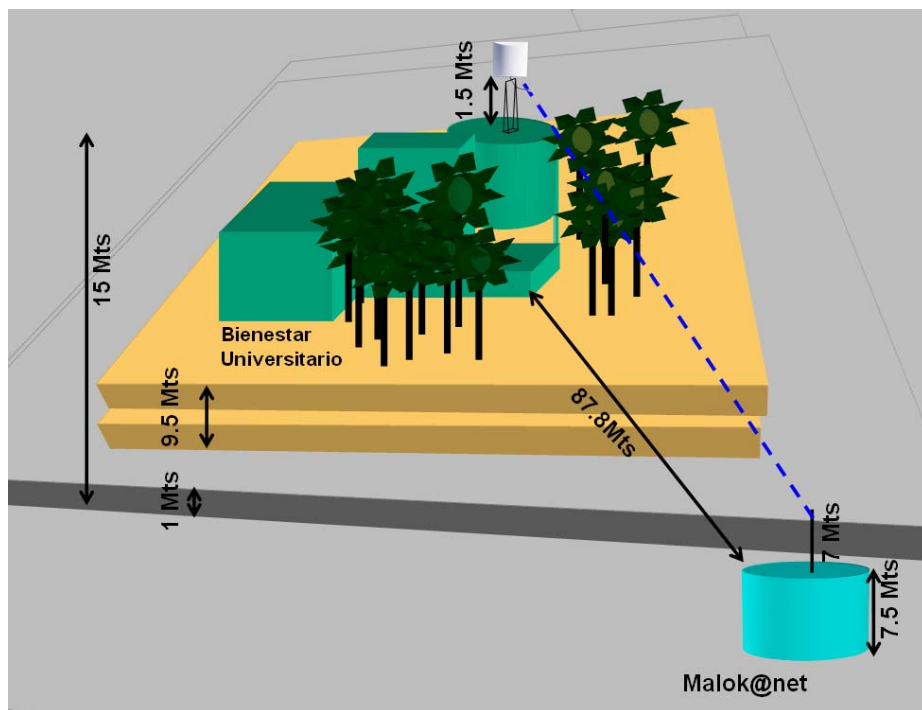
El edificio de bienestar universitario cuenta actualmente con un Switch 3COM 1100 el cual es el encargado de proporcionar el acceso a la red. A la vez este switch se configurara en conjunto con el router, para que de esta manera todo el edificio que de bajo la cobertura de la red inalámbrica y con acceso a Internet.

5.1.7.4. Consideraciones y Diseño del Enlace

Después de realizados los cálculos referentes a la zona de fresnel, clearance y las respectivas distancias, se noto que es necesario utilizar una torre de 1.5 mts de alto para la antena, por que como ya se menciona anteriormente hay árboles y otros objetos que interferirían en la creación del enlace si no se utilizara la torre mencionada.

A continuación se muestra una gráfica en la que se puede apreciar la situación actual de los edificios.

Figura 39. La descripción de los valores establecidos para el enlace



La descripción de los valores establecidos para el enlace.

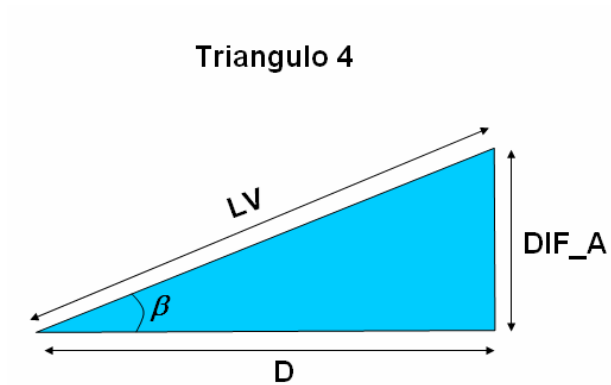
- $D= 87.8$ Mts** Distancia entre los dos edificios.
- $A1=14.5$ Mts** Altura del Edificio de Malok@Net incluyendo Altura de la torre de la Antena (7.5 Mts+7.0 Mts).
- $A2=17.0$ Mts** Altura del Edificio de bienestar universitario es de 15 Mts y la del mástil de la antena es de 1.5 Mts, para un total de 16.5 Mts.
- $D_OBS=55$ Mts** Distancia entre el edificio de Malok@Net y el Obstáculo mas alto en el Enlace.
- $A_OBS=10.8$ Mts** Altura del Obstáculo mas alto en el Enlace

Los valores anteriormente mostrados están detallados en la gráfica anterior, donde se muestra con detalle cuales son los edificios, sus alturas, la distancia entre ellos, altura y ubicación de los obstáculos y además la ubicación y altura de las antenas y mástiles.

LV : Distancia de la Línea de Vista entre las dos antenas.

DIF_A : Diferencia entre la Altura del Edificio de Aulas 1 y la Altura del Edificio de Malok@Net incluyendo altura de Antena con Mástil.

Figura 40. Triangulo 4 línea de vista



$$DIF_A = 16.5 - 14.5$$

$$DIF_A = 2 \text{ Mts.}$$

$$D = 87.8 \text{ Mts}$$

La longitud de la línea de vista es hallada por el Teorema de Pitágoras.

$$LV^2 = D^2 + DIF_A^2$$

$$LV = [D^2 + DIF_A^2]^{1/2}$$

$$LV = [(87.8)^2 + (2)^2]^{1/2}$$

$$LV = 87.822 \text{ Mts}$$

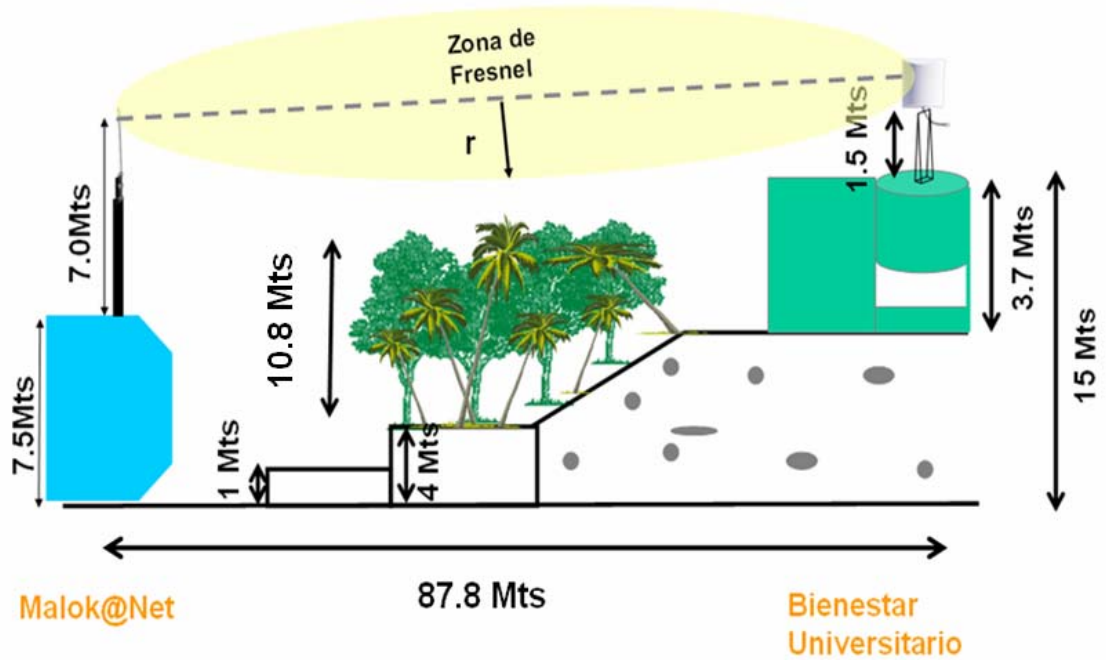
A continuación se halla el ángulo β , del triangulo 4 con ayuda de las funciones trigonométricas.

$$\text{Tan } \beta = [2 / 30.7]$$

$$\beta = \text{Tan}^{-1} [2.5 / 87.8] = 1.63^\circ$$

A continuación se calculara el Radio y la Zona de Fresnel.

Figura 41. Zona de fresnel del enlace edificio bienestar y malok@net



La formula utilizada para calcular el Radio de Fresnel es la siguiente.

$$RF = \sqrt{n * \left[\frac{3 * 10^5}{F} \right] * \left[\frac{D1 * D2}{D1 + D2} \right]}$$

Reemplazando los valores:

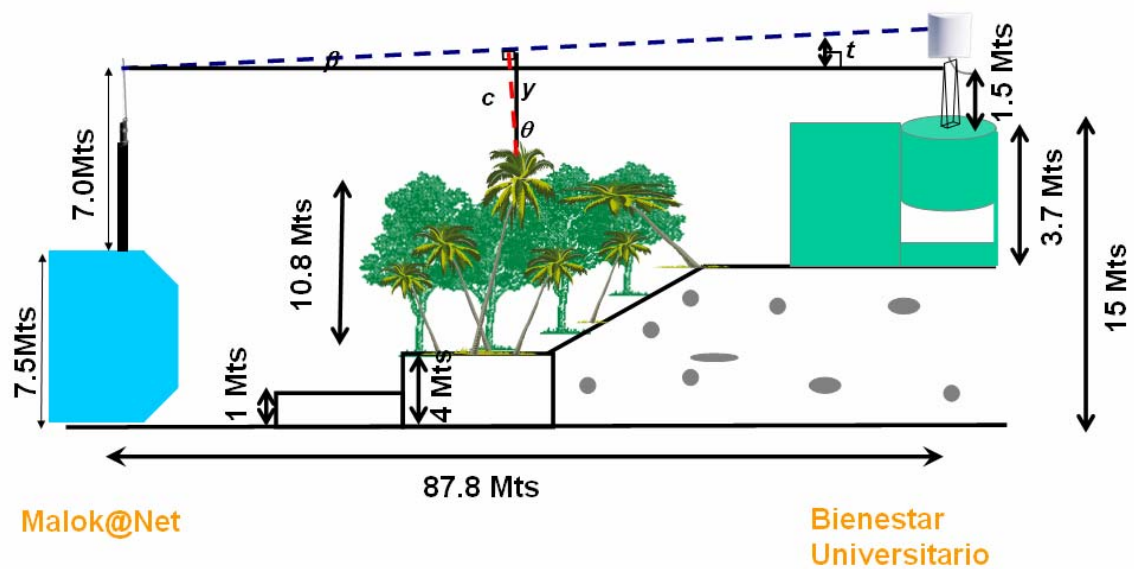
$$RF = \sqrt{(1) * \left[\frac{3 * 10^5}{2400} \right] * \left[\frac{0.0439 * 0.0439}{0.0878} \right]}$$

$$RF = 1.65642 Mts$$

Después de realizar los respectivos cálculos de la zona de fresnel se procede a calcular la Zona de Clearance.

En el siguiente grafico se muestran unas guías para que de esta manera sea más fácil el cálculo de dicha zona.

Figura 42. Zona de clearance entre edificio de bienestar y Malok@net



El valor t es hallado por la semejanza de los triángulos, como se describe a continuación.

$$\frac{t}{2} = \frac{55}{87.8}$$

$$t = 1.252 Mts$$

El valor de y es el resultado de la suma de los valores t y 3.7 que es el valor restante de la distancia vertical entre el obstáculo mas alto y la línea de vista del Enlace.

$$y = 4.952 \text{ Mts}$$

Como podemos apreciar el recorrido de y desde la Línea de Vista hasta el obstáculo mas alto tiene un ángulo recto de 90° .

Se obtiene otro ángulo denominado como θ , asimilando los dos triángulos, y por semejanza de ángulos y por perpendicularidad de los lados, el θ tomara el valor de β .

Teniendo en cuenta todos estos valores, la Zona de Clearance es calculada de la siguiente manera con una Expresión Matemática y trigonométrica detallada a continuación.

$$\text{Cos } \theta = \frac{c}{y}$$

$$c = y * \text{Cos } \theta$$

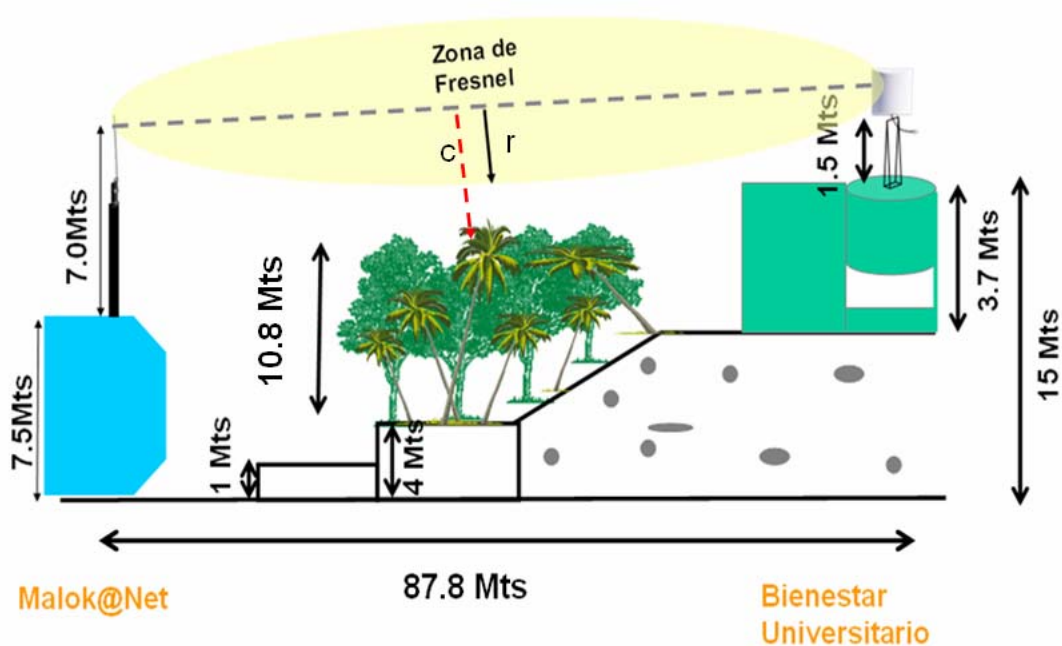
$$c = y * \text{Cos } \theta$$

$$c = 4.952 * \text{Cos } (1.63)$$

$$c = 4.950 \text{ Mts}$$

Como se puede apreciar la Zona de Clearance es mas grande que la Zona de Fresnel, por lo tanto ningún obstáculo interferirá con la señal del enlace; este enlace es considerado en óptimas condiciones como se puede ver en la siguiente gráfica.

Figura 43. Comparación zona de fresnel y clearance enlace bienestar y malok@net



5.1.8. Formas de Protección de los Equipos Wireless.

Para este diseño se tienen previstos diversos tipos de equipos Wireless, ya sean Indoor u Outdoor.

A continuación se plantearan soluciones para los diferentes tipos para que su funcionamiento y rendimiento sean óptimos, ya que de estos factores depende la Conectividad de la Red y los enlaces.

5.1.8.1. Consideraciones para las torres de las Antenas.

Las torres de las Antenas cumplen una labor muy importante en la configuración de un enlace, ya que estos sostendrán las portadoras de las señales y variaran su altura para los enlaces con línea de vista crítica debido a presencia de diversos obstáculos como se pudo notar antes en el diseño de los enlaces.

Al momento de escoger las torres debemos tener en cuenta que por ningún motivo pueden presentar algún tipo de oscilación ya que se perdería el enlace. Por eso se decidió que la forma de ellas debería ser triangular debido a su gran estabilidad, ya que la torre mas pequeña es de 3 Mts, suficiente para que algún fuerte viento haga mover un mástil cilíndrico; típico de la zona donde esta ubicada la Universidad.

Los Mástiles Cilíndricos no es que estén descartados, pero se prefirió no correr ningún tipo de riesgo ya que esto influye mucho en la estabilidad de la red.

Las torres deben ser pintadas con pintura anticorrosiva, estas estarán las 24 horas del día expuestas a las inclemencias del tiempo, ya sea sol, agua y polución; el hierro se deteriora con estos cambios a medida que pasa el tiempo por eso es recomendable hacerle mantenimiento cada año. Deben estar fijadas fuertemente a la superficie para evitar desprendimiento.

5.1.8.2. Consideraciones para las Antenas

Estas antenas debido a ser las transmisoras y receptoras de la señal, deben estar fijadas fuertemente a las torres, estas no deben presentar ningún tipo de movimiento, la Universidad esta situada en un punto alto, y estas antenas estarán aun mas alto, las corrientes de viento que se presentan son muy fuertes y por eso se deben ajustar bien para que queden fuertemente fijadas a la torres.

Las extensiones para su fijación deben ser de material antioxidante, para que no hallan problemas de oxidación, se presentaran fuertes vientos, lluvia y sol, agentes que dañaran el estado de las extensiones de materiales oxidantes, llegara el momento que debido a la presión que ejerce la antena sobre ellos al recibir estos fuertes vientos se romperán por estar ya oxidados.

Los conectores de los cables que salen de la Antena hacia los Radios deben estar debidamente forrados de cinta aislante para evitar que sean penetrados por el agua, ya que este es un factor que en todo tipo de sistemas eléctrico influye, y para este caso puede atenuar la onda.

5.1.8.3. Consideraciones para los Equipos Wireless (Radios)

En este caso estos equipos fueron clasificados por Equipos Indoor y Equipos Outdoor, términos de los cuales ya hablamos en capítulos anteriores.

5.1.8.3.1. Equipos Indoor

Estos equipos son los que van a estar ubicados dentro de las instalaciones, evitando la penetración de Sol e inclemencias del tiempo.

Se tiene estipulado colocar Access Points en los pisos de los edificios, con el fin de que exista conectividad en todo el nivel. Serán ubicados en el techo con cajas de seguridad en acrílico debidamente ventiladas para evitar los robos o daños por recalentamiento. De todos modos estos equipos están diseñados para soportar altas temperaturas, aunque el clima de la universidad no es tan rígido.

Existen diversas formas de protección, pero estas cajas en acrílico son muy confiables y económicas.

5.1.8.3.2. Equipos Outdoor

Se sabe que existen equipos especializados para estas áreas, pero para este caso por asuntos de economía se no se utilizaran, existen formas de proteger estos equipos altamente confiables y comprobadas. Los equipos outdoor son muy costosos en comparación con los Indoor, se utilizaran cajas de contadores de luz como se pueden ver en el Anexo F, estas son selladas herméticamente y se pueden ubicar los radios con facilidad, se fabricara un techo pequeño solo para esta caja que no excede los 30x25x15cms, para que los rayos solares no le den directamente permitiendo así que la temperatura en el interior no se exceda, y permanezca siempre fresco en su interior, esto ayuda también a protegerlo de las inclemencias del tiempo.

Si calculamos y comparamos los costos de un Equipo Wireless Outdoor con los costos del Equipo Wireless Indoor con la Caja y el Techo la diferencia es notable, siendo la segunda opción comprobada por expertos y la más acertada para este diseño.

5.2. Análisis y Diseño de la solución de conectividad wireless para toda la comunidad Universitaria en el Campus de Ternera de la U.T.B.

5.2.1. Generalidades

En el presente capítulo se pretende desarrollar el diseño de la red inalámbrica de la Universidad tecnológica de Bolívar, después de realizar un minucioso estudio de conectividad en todo el campus.

El principal objetivo del diseño, es que la red sea capaz de brindar conectividad en toda el área de la Universidad de tal manera que el usuario final pueda desplazarse tranquilamente por toda la universidad sin desconectarse de la red institucional. Además con el modelo de red propuesto se adquieren otros beneficios como son: fácil reconfiguración, flexibilidad, escalabilidad entre otros, los cuales además de ser bastante costosos de implementar en una red cableada normal, son bastante difíciles de conseguir.

Los equipos propuestos en este diseño son de última tecnología, por lo cual la red planteada, esta a la altura de las redes de vanguardia a nivel mundial. Por el diseño y la distribución interna de los edificios y por los requerimientos de software que se manejan hoy día y que se proyectan durante los años venideros, la velocidad de conexión recomendada es de 54 Mbps o 108 Mbps, las cuales se puede alcanzar utilizando lo equipos que mas adelante se describen.

A continuación se procede a especificar la ubicación de los Access Points o Routers en los pisos de los diferentes Edificios de la Universidad, se muestran en graficas de planos¹⁰ de la Universidad considerando que la Cruz Roja es el equipo wireless y la elipse azul punteada a su alrededor es la cobertura del mismo.

5.2.2. Análisis y Ubicación de Equipos en el Edificio de Aulas 1

El Edificio de Aulas 1 consta de 4 pisos los cuales, contienen en sus interiores importantes dependencias de la universidad como la Rectoría, Vicerrectora, el Departamento de Comunicaciones, las direcciones de los programas de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Industrial, la Decanatura de Ciencias Básicas, la Coordinación del programa de Comunicación Social, una Sala de Profesores, entre otras oficinas las cuales son de gran importancia para el desarrollo de las actividades normales de la universidad, por lo cual es importante que todas estas dependencias tengan una cobertura garantizada por los menos en un 99% .

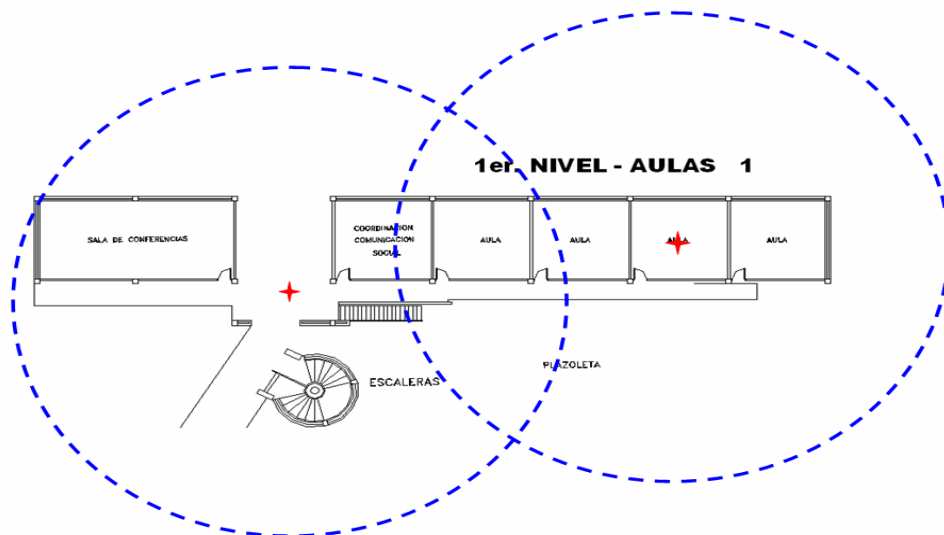
En el primer Piso de este edificio se ubicaron 2 Access Points Dlink DWL-2100AP, los cuales tienen cobertura Indoor de 100Mts, suficiente para cubrir todo el piso del edificio. También hay que tener en cuenta que cada Access Point Poseerá una Antena para Amplificar la Señal de 6 Dbi, la cual ayuda en la cobertura del Radio. Los salones de los Edificios de la Universidad poseen en la parte superior

¹⁰ Planos suministrados por la decanatura de Ingeniería Civil de la UTB.

de las paredes ventanas de vidrio, siendo este el material que mas deja pasar la Onda Wireless. Estos equipos son suficientemente eficientes para trabajar en este entorno adecuándose a las necesidades.

Los Access Points para este caso fueron ubicados en el pasillo y en uno de los salones del primer piso respectivamente, su cobertura abarca todos los salones del primer nivel, la decanatura de Comunicación Social, el Aula de Conferencias y parte de la plazoleta ubicada en frente de este edificio. Resaltando que la gráfica siguiente no esta a escala precisa, pero con mediciones y cálculos obtenidos en el área de trabajo se pudo establecer que la cobertura del equipo es suficiente.

Figura 44. Cobertura Access points 1º nivel aulas 1



En el segundo y Tercer piso se ubicaron otros Access Points Dlink DWL-200AP en el pasillo y en uno de las aulas de cada piso, para establecer la conectividad en los salones y la sala de Profesores, anotando que todos los salones poseen

fracciones considerables de vidrio en sus puertas y ventanas. Estos dos pisos tienen un diseño similar, por eso la ubicación de los equipos se hizo igual.

Figura 45. Cobertura Access points 2º nivel aulas 1

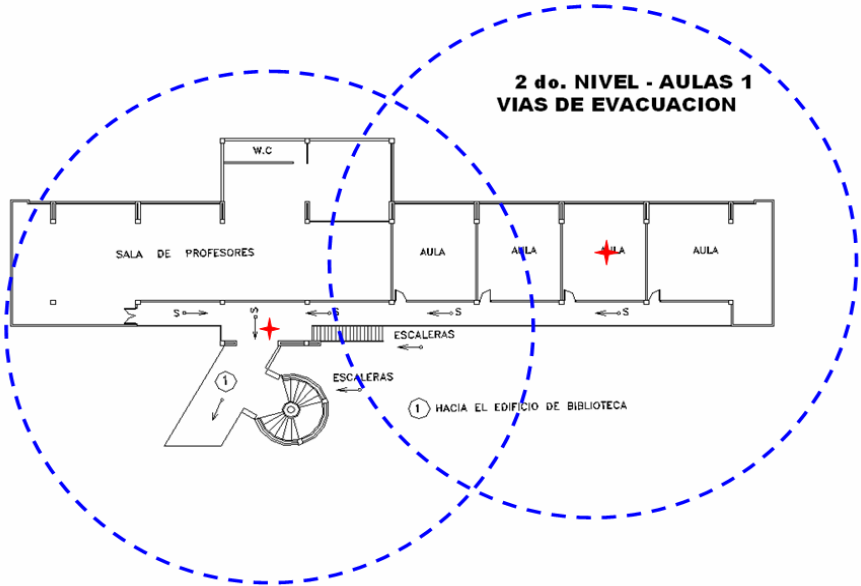
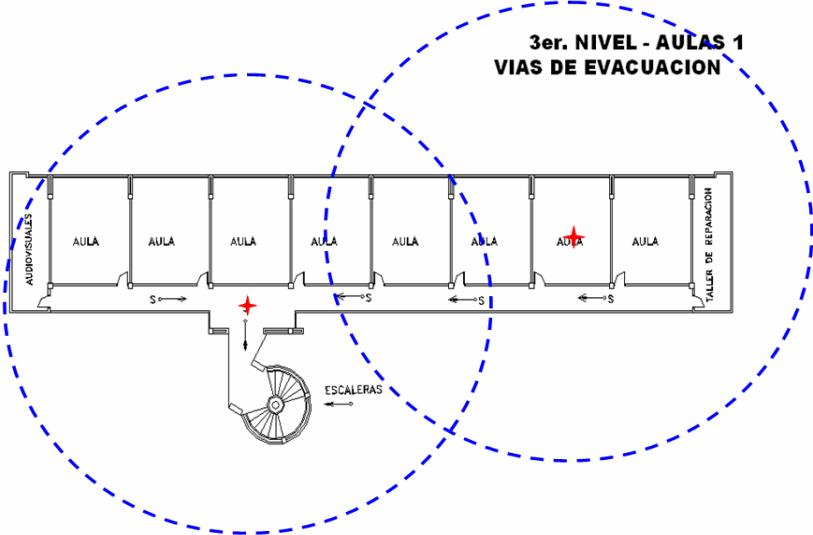
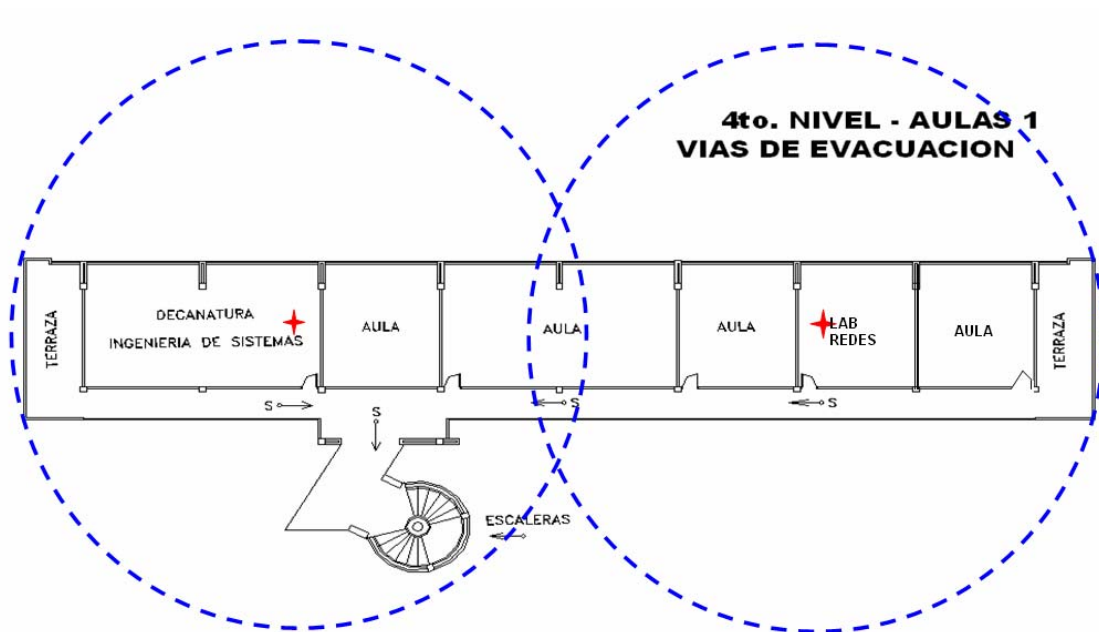


Figura 46. Cobertura Access points 3º nivel aulas 1



El cuarto piso es considerado un Área Crítica ya que están ubicadas Aulas de Computo, Decanatura de Sistemas y Laboratorio de Redes, en las cuales existen muchos equipos que podrían solicitar conexión a la Red Institucional, además el Laboratorio de Redes es el Salón de Practicas Tecnológicas de la Universidad, por lo cual se ubico un Access Point dentro de el para efectos de material didáctico que pueda servir para que los estudiantes y grupos de investigación incursionen en el mundo de las tecnologías Wi-Fi.

Figura 47. Cobertura Access points 4º nivel aulas 1



En los pisos Primero, Segundo y Tercero no es necesaria la presencia de dos Access Points ya que la presencia de equipos solicitando conectividad con la Red Institucional es escasa, en estos Niveles se pueden ubicar un solo Access Point

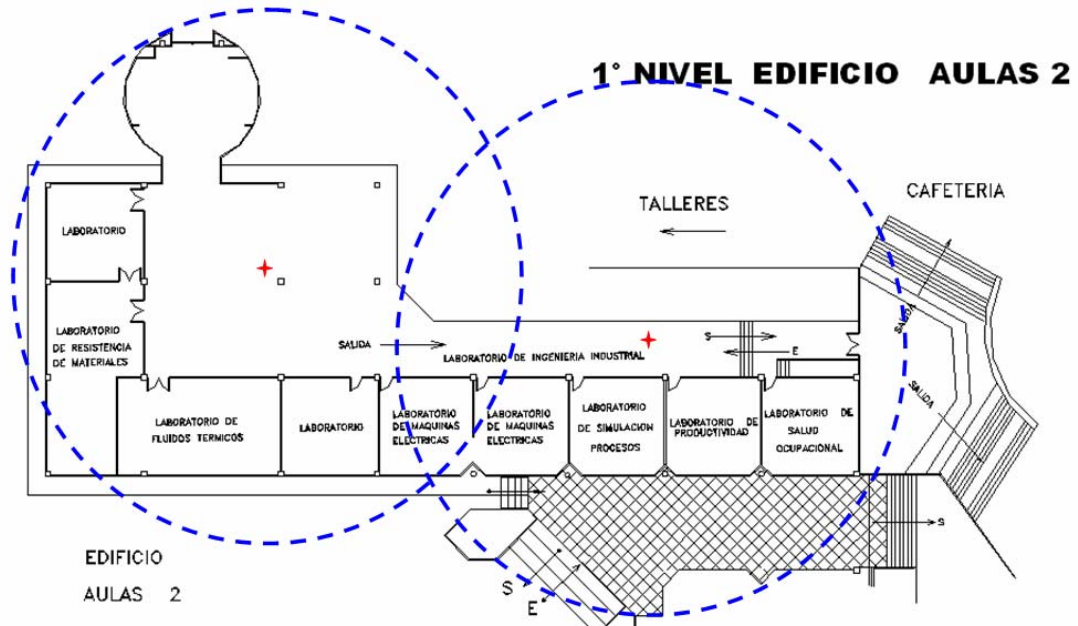
en el Pasillo cubriendo aproximadamente un 90% de la zona, suficiente para ubicaciones donde no hay mucha demanda de solicitudes de conexión. Para efectos de economía, un solo equipos es suficiente para brindar conectividad a los usuarios que la requieran. La gráfica anterior expresa un 100% de cobertura, cumpliendo así los objetivos de este proyecto.

5.2.3. Análisis y Ubicación de los Equipos en el Edificio de Aulas 2

En el edificio de Aulas 2 están ubicadas distintas decanaturas, diversas aulas, Laboratorios de Ingeniería, Auditorio y algunas oficinas administrativas.

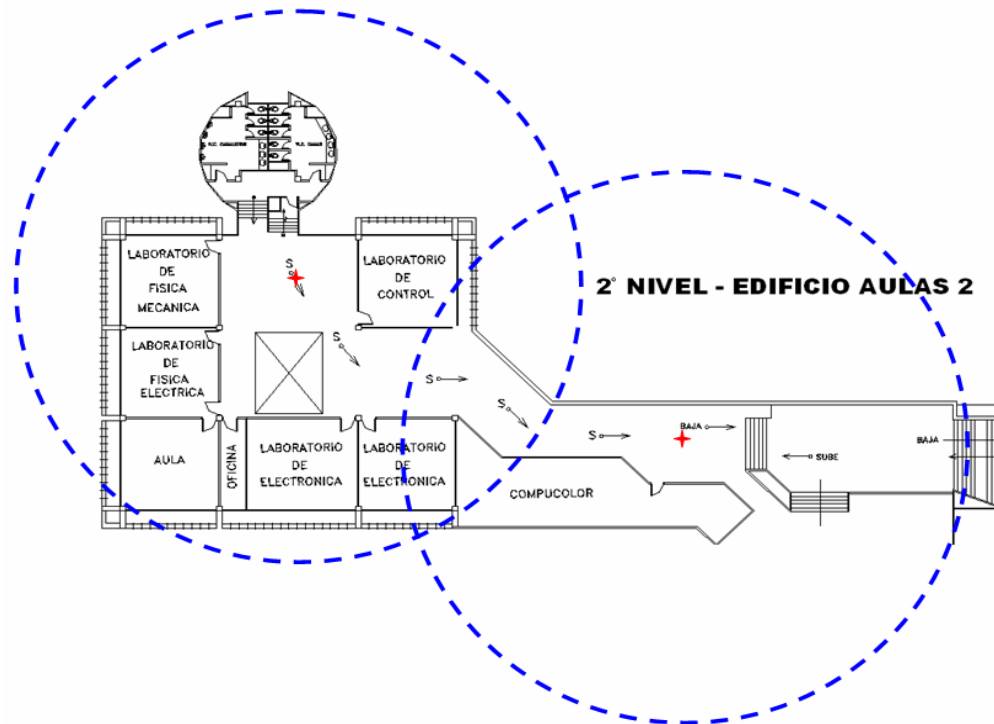
El diseño planteado para este edificio es el siguiente. En el primer piso están ubicados los Laboratorios de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica, los cuales necesitan conectividad con la Red Institucional. La siguiente gráfica describe la posición exacta de los equipos en esta Área.

Figura 48. Cobertura Access points 1º nivel aulas 2



En el segundo piso se encuentran ubicados los laboratorios de Física y electrónica, y los pasillos de la entrada al edificio. La siguiente gráfica expresa detalladamente la ubicación de los edificios.

Figura 49. Cobertura Access points 2º nivel aulas 2



En el Tercer, Cuarto y Quinto piso están ubicadas las aulas y en los entrepisos algunas decanaturas. Su diseño es similar y los Access Points están ubicados en el pasillo central de cada Nivel como lo demuestran las siguientes gráficas respectivamente. Se nota que la cobertura de ese único Access Point en cada piso es suficiente para que exista conectividad en toda esa Zona.

Figura 50. Cobertura Access points 3º nivel aulas 2

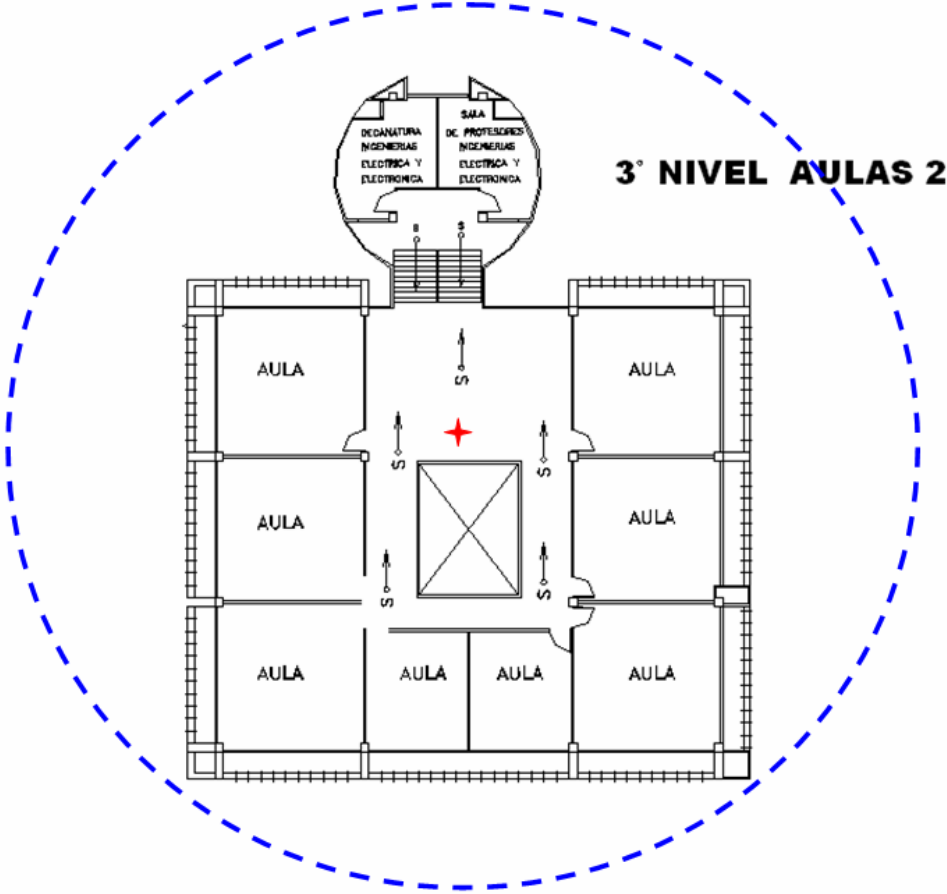


Figura 51. Cobertura Access points 4º nivel aulas 2

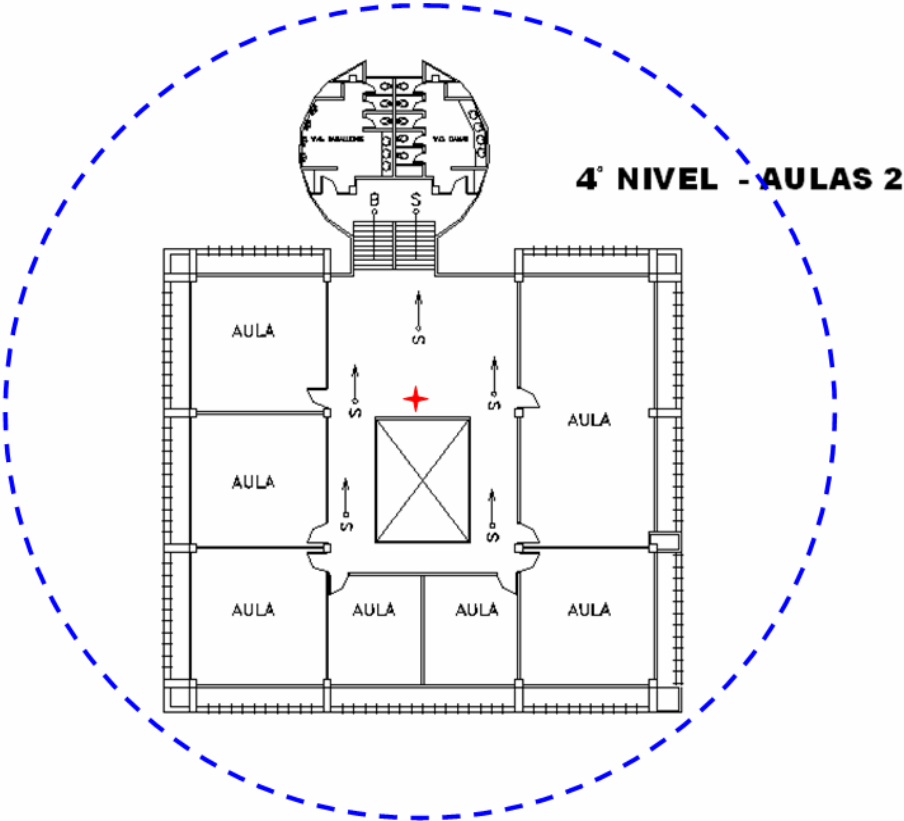
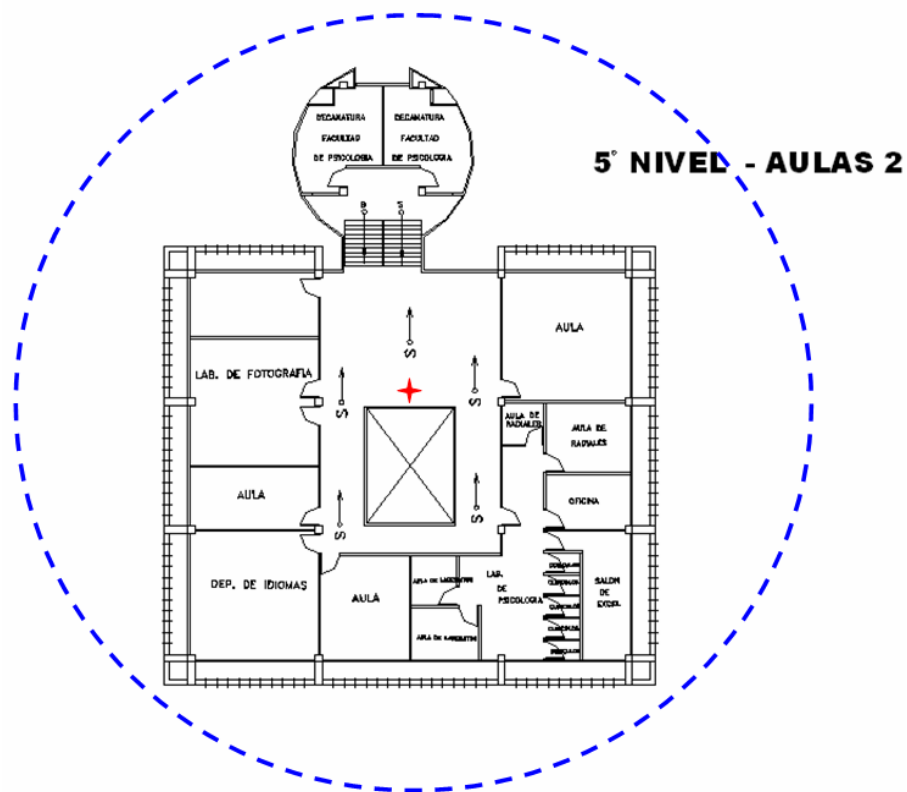


Figura 52. Cobertura Access points 5º nivel aulas 2

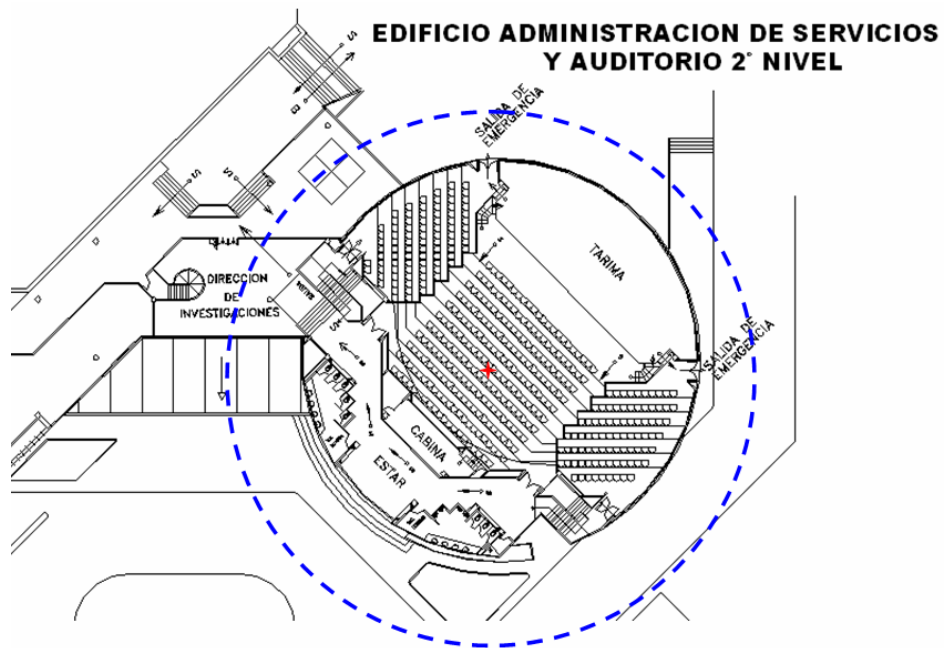


5.2.4. Análisis y Ubicación de los Equipos en el Edificio de Administración de Servicios y Auditorio

Los planos contemplados en este proyecto fueron suministrados por fuentes confiables de la Universidad, en los cuales se especifican que el Área del Edificio de Administración de Servicios es la misma del Auditorio. Se decidió ubicar un Access Point en el Centro de cada Zona, ya que este equipo cubre toda esa área suministrándole conectividad y conexión a la Red Universitaria. La siguiente

gráfica describe la ubicación de los equipos teniendo en cuenta que se utilizara el mismo mapa para las dos zonas.

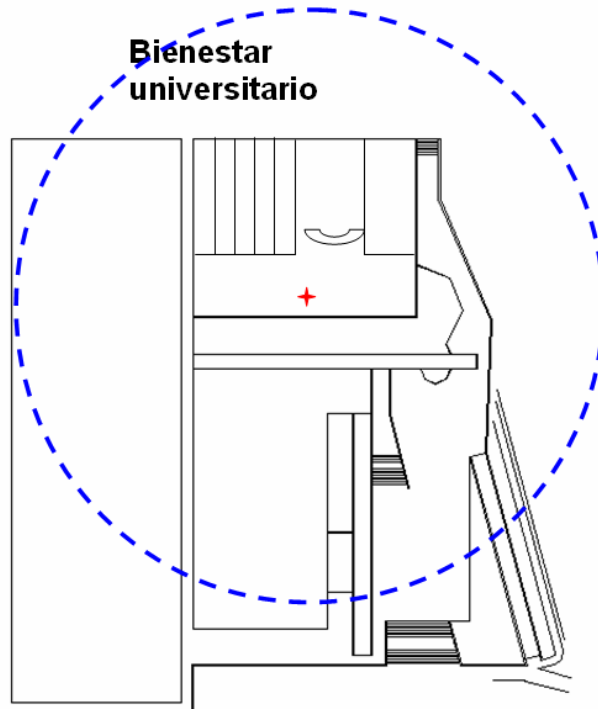
Figura 53. Cobertura Access points auditorio



5.2.5. Análisis y ubicación de equipos en el edificio Bienestar Universitario

En el Edificio de Bienestar Universitario fue necesario ubicar un solo Access Point debido a que el área a cubrir no es extensa, este mismo equipo sirve para cubrir parte de las zonas aledañas a las oficinas, desempeñando una excelente labor. La siguiente gráfica describe la posición del equipo y su área de cobertura.

Figura 54. Cobertura Access points bienestar universitario

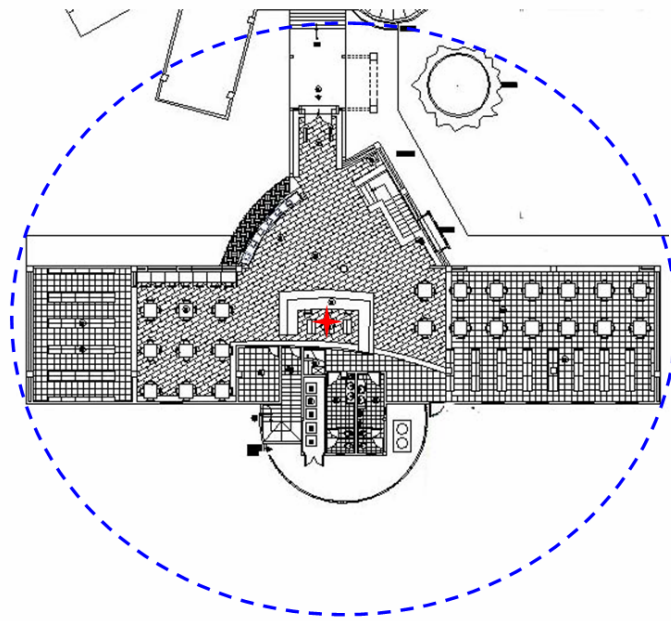


5.2.6. Análisis y ubicación de equipos en la Biblioteca Luís Enrique Borja Barón.

En la Biblioteca estarán instalados tres Access Points ya que el Área de la Cobertura que tiene la biblioteca no es mucho, los Access Points serán ubicados uno por piso. Las siguientes gráficas nos demuestran gráficamente la ubicación de los equipos en los diferentes edificios.

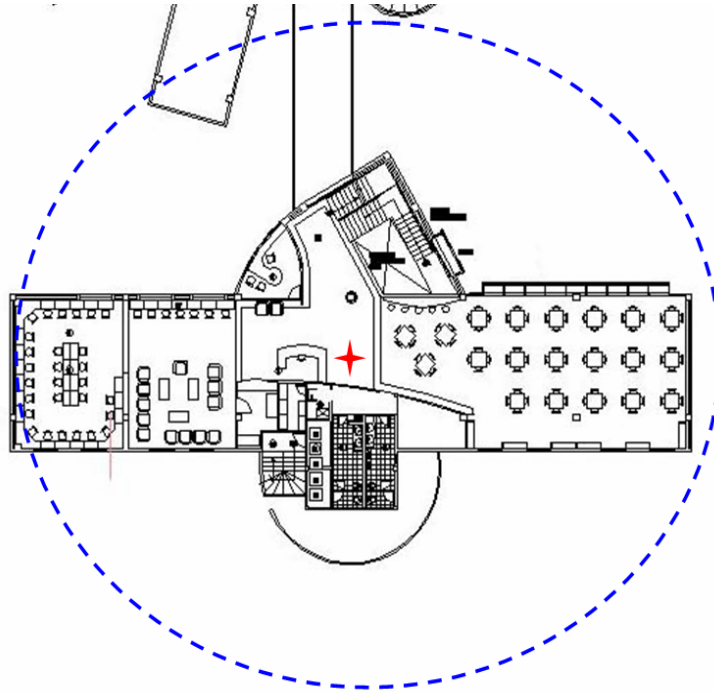
Se observa que en el Primer piso hay un equipo ubicado arriba del recepcionista de la biblioteca, siendo este el punto central de la edificación.

Figura 55. Cobertura Access points 1º nivel biblioteca



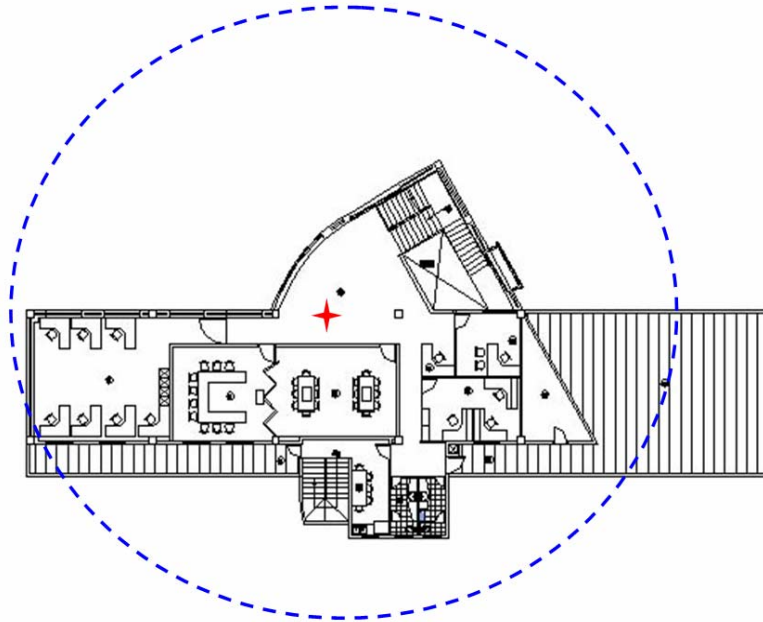
En el segundo piso el Access Point se ubicara Igual que en el primer piso, ubicándolo en el punto central para una mejor cobertura.

Figura 56. Cobertura Access points 2º nivel biblioteca



En el Tercer Piso se Ubico un Access Point de manera estratégica para que suministre conectividad a los equipos de los alumnos y a las oficinas administrativas ubicadas en ese piso.

Figura 57. Cobertura Access points 3º nivel biblioteca

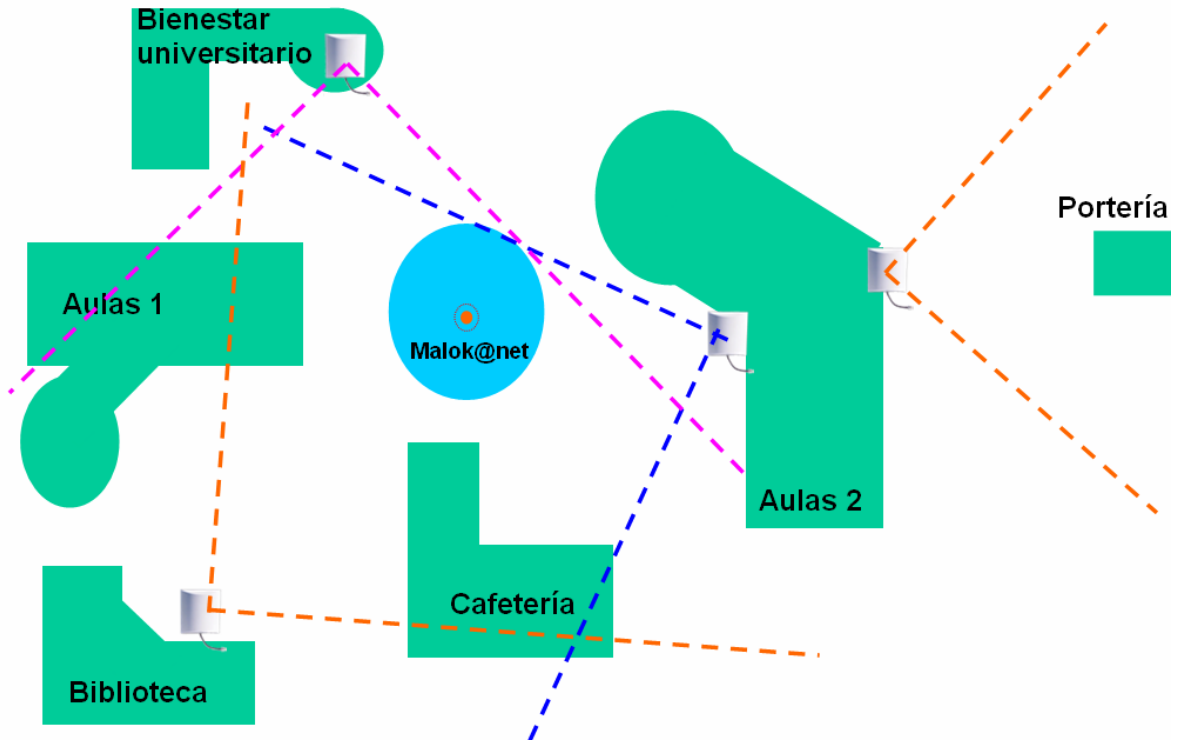


5.2.7. Análisis y Ubicación de Equipos Outdoor en el Campus de Ternera

Después de haber realizado la configuración de los enlaces entre edificios y de ubicar estratégicamente los puntos de acceso en el interior de estos, ahora se muestra la configuración de los enlaces outdoor es decir la configuración de los enlaces que brinda accesos a la red, pero en el exterior, entendiendo como exterior las zonas verdes, los pasillos y demás áreas abiertas de la universidad. El objetivo principal de proveer cobertura outdoor, es que la persona este 100% cobijada por la red inalámbrica, de modo de que si se desplaza por toda la universidad con un dispositivo móvil este nunca perderá la conexión. Como se

puede apreciar en la gráfica la cobertura es total y esto es gracias a que los equipos propuestos para la configuración outdoor ofrecen un radio de cobertura hasta de 400 Mts. El radio total de operación de la universidad es aproximadamente 600 Mts lo cual quiere decir que con 2 antenas la cobertura sería total, pero en este caso no sucede así ya que después de estudiar el patrón de irradiación de la antenas se noto que dos no eran suficientes y por tal motivo se planteo la configuración mostrada en la gráfica. Cabe anotar que las antena utilizadas para los enlaces outdoor son diferentes a las usadas para los enlaces indoor, ya que las outdoor son para exteriores y poseen una ganancia de 14 dBi y las Indoor son para interiores y poseen una ganancia de 6 dBi, entre otras características.

Figura 58. Cobertura antenas outdoor en el campus



5.3. Diseño de Red, Empalmando los dos tipos diferentes de Conectividad Wi-Fi.

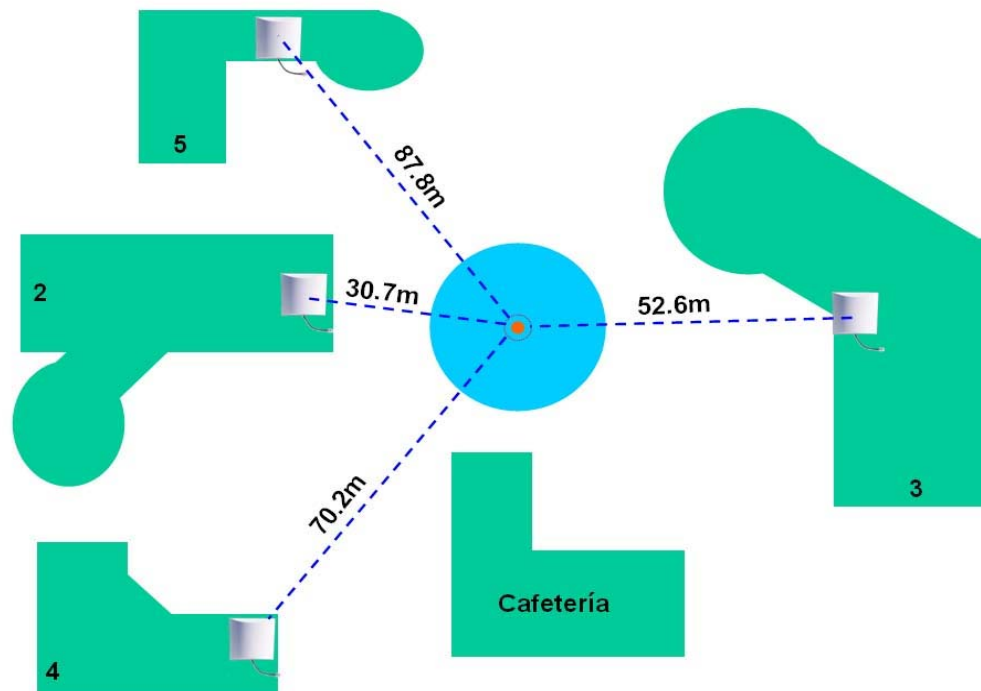
En capítulos anteriores se habló de los picos del Ancho de Banda de la Universidad, en el diseño de la Red Wireless Propuesta anteriormente se establece una velocidad de conexión de 108Mbps o en su defecto de 54Mbps, velocidad suficiente para soportar las necesidades de Ancho de Banda de la UTB. Por fuentes confiables de Personas del Equipo Técnico de la Red, se estableció

que los máximos picos que se presentan en la universidad, referentes a Aplicaciones, Bases de Datos, Internet, entre otros, no supera los 200 Kb.

La Velocidad de conectividad de la Red Wireless es ya casi comparada con las Velocidades que ofrecen las redes cableadas estándares (UTP Categoría 6 a 100Mbps), estos equipos ofrecen 108Mbps en condiciones óptimas, con equipos Dlink de la misma referencia (AirPlusXtremeG), o en su defecto 54Mbps en condiciones aceptables, considerando así que la velocidad de conexión de la Redes Wireless soportan el Ancho de Banda solicitado por las peticiones de la Red Interna de la Universidad Tecnológica de Bolívar ya que el medio de transmisión usado actualmente (UTP Categoría 6 a 100Mbps) satisfizo las necesidades de la Red Interna .

En la siguiente gráfica se especificara el diseño de la Red Wireless de la UTB, por edificios empalmando los dos diseños, el de la Red de los Enlaces entre edificios y el de la Red Wireless para los usuarios de la UTB, teniendo en cuenta la estructura de la Red Cableada que esta instalada actualmente en la Universidad.

Figura 59. Distancias y ubicaciones de los equipos



Antena Omnidireccional Dlink ANT24-1500



Antena Direccional Dlink ANT24-1400

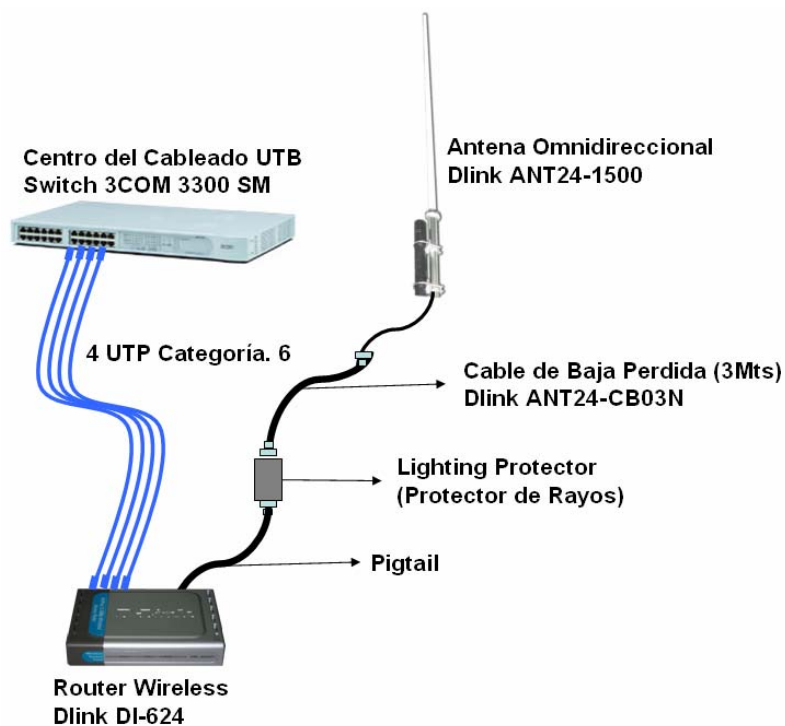
- - - Enlace Antena Omnidireccional y Antena Direccional de los Edificios

- 1. Edificio Malok@Net**
- 2. Edificio Aulas 1**
- 3. Edificio Aulas 2 – Auditorio – Oficinas Administrativas**
- 4. Biblioteca Luís Enrique Borja Barón**
- 5. Edificio Bienestar Universitario**

Esta gráfica refleja la Red de Enlaces Microondas de la UTB, se nota que Malok@net es el Nodo y los Edificios son Estaciones Clientes que se conectan directamente al nodo.

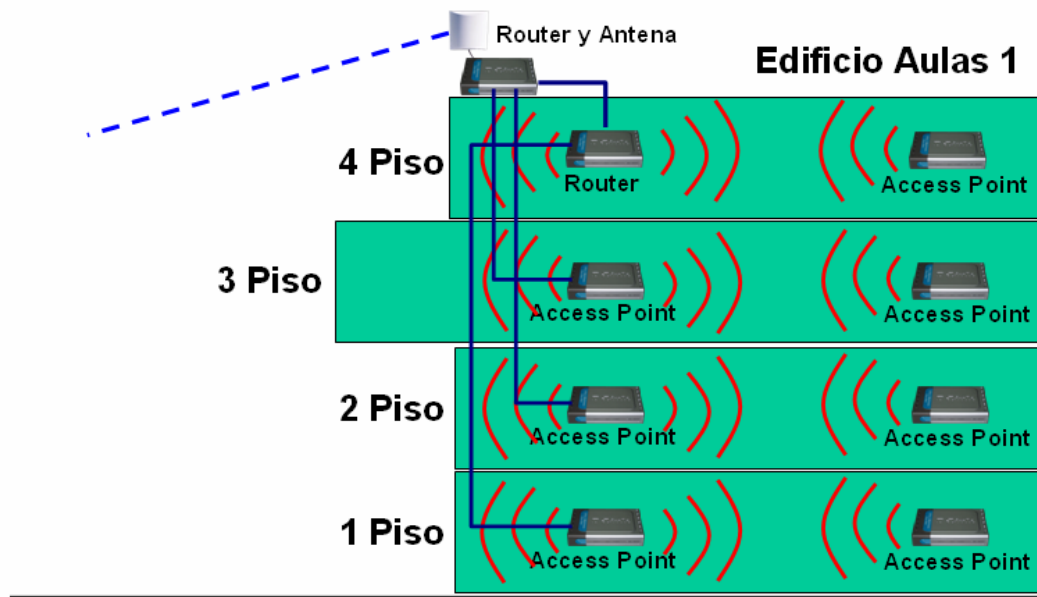
El Router Dlink DI-624 ubicado en la superficie de Malok@net, estará directamente conectado de sus cuatro puertos LAN con el Switch 3COM 3300 SM para recibir los beneficios de la Red Institucional, y repartirlo a su vez a las demás estaciones ubicadas en los edificios de la Universidad. Como lo demuestra la siguiente gráfica.

Figura 60. Acople red cableada y red wireless



En el Edificio de Aulas 1 existen cuatro (4) pisos, en los cuales hay dos (2) Access Points o Router por piso, el Router Dlink DI-624 Ubicado en la superficie del Edificio tiene 4 puertos LAN de los cuales uno es para la conexión de la Antena, otro se conectara a otro Router Dlink DI-624 ubicado en el Cuarto Piso que establecerá la conectividad con el otro Access Point ubicado en el mismo piso por medio inalámbrico, otro de los puertos LAN del Router se conectara a un Access Point ubicado en el Tercer Piso y este se conectara con otro ubicado en el mismo piso inalámbricamente, el ultimo de los puertos LAN de este router estará vinculado a uno de los Access Points del segundo piso; como los puertos LAN de este router se acabaron, el Access Point del Primer Piso estará conectado con el Router del Cuarto Piso ubicado en el Laboratorio de Redes. Se quiso gastar los puertos del Router de la Antena para evitar futuros Cuellos de Botella, teniendo en cuenta que entre mas intermediarios (en este Caso Access Points o Router) se presenten mayor es el Cuello de Botella. La siguiente Gráfica describe la Configuración de Conexión de equipos para el Edificio de Aulas 1.

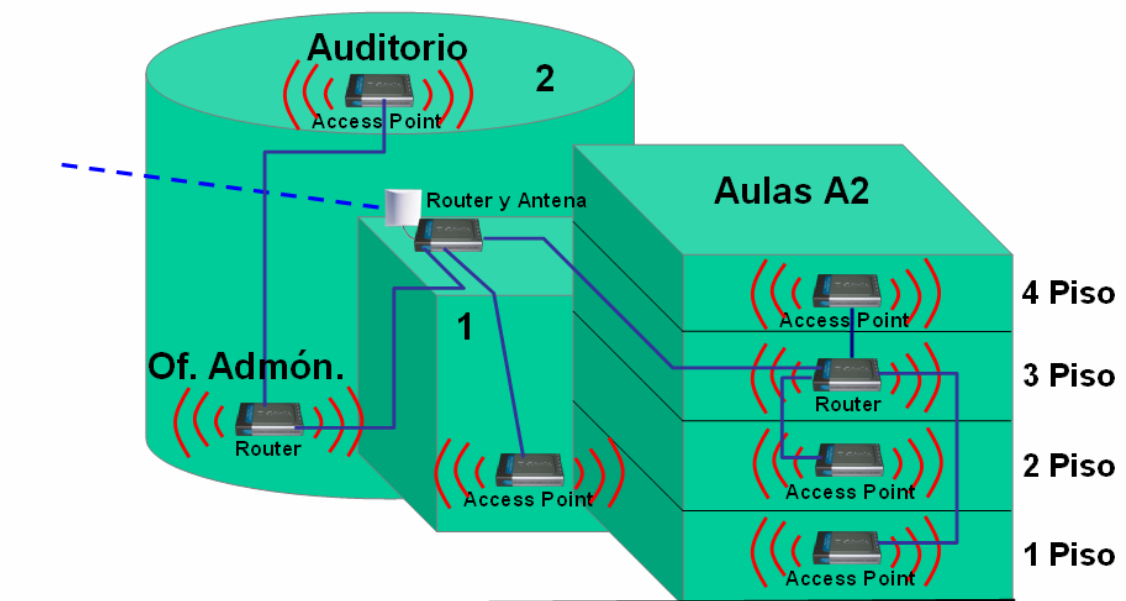
Figura 61. Configuración equipos edificio aulas 1



En el Edificio de Aulas 2, Auditorio y Oficinas Administrativas, además del Router de la Antena se ubicaran dos routers más, debido a que los puertos LAN del Router del Enlace no son suficientes para la conexión de los equipos. Uno de los Routers adicionales se colocó en el Tercer Piso de las Aulas 2 para que reparta conectividad a los Access Points Ubicados en el Primero, Segundo y Cuarto Piso. El otro Router se ubicó en las Oficinas Administrativas, más exactamente en las Oficinas donde se encuentran ubicados los servidores con el fin de Repartir conectividad al Auditorio y para que sea configurado y administrado a gusto de los Ingenieros que están a cargo de la Red Universitaria, esta sección de la Universidad es necesario que este protegida, para este caso, el Router Ubicado en estas Instalaciones tiene muchas características de seguridad eficientes,

resaltando WPA (Wi-Fi Protected Access), que interactúa eficientemente con un servidor Radius, ofrecerán el Control de Acceso a los usuarios, denegando así los que se quieran conectar sin su debida contraseña valida.

Figura 62. Configuración equipos edificio aulas 2

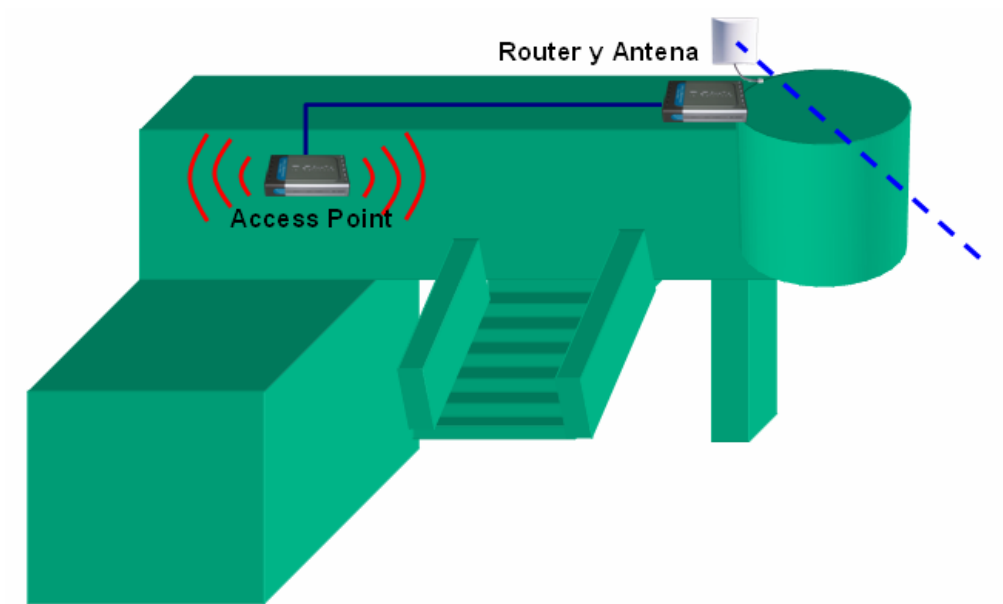


1. Investigaciones

2. Auditorio y Oficinas Administrativas

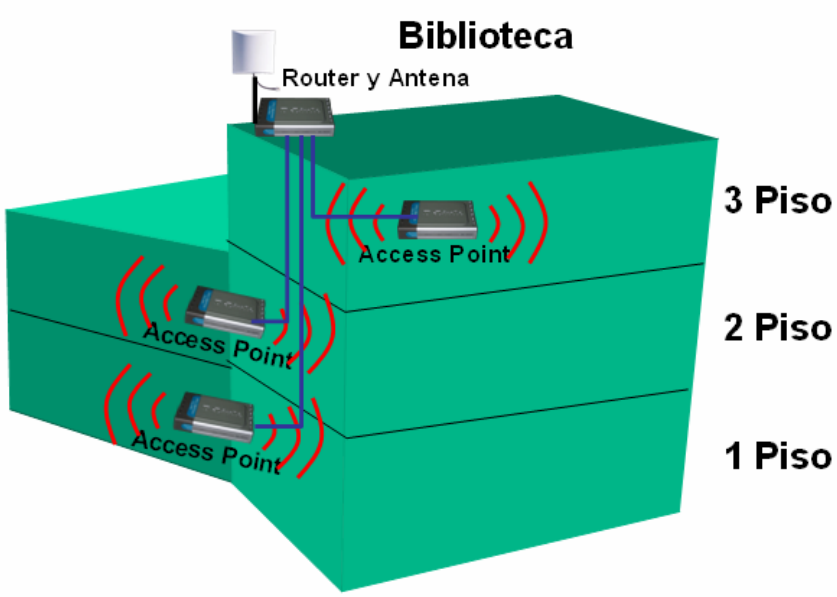
En el Edificio de Bienestar Universitario se ubicara un Access Point que se conectara con el Router de la Antena, para brindar conectividad a los usuarios de las oficinas y a los usuarios externos en los alrededores del bloque. La siguiente gráfica muestra la forma y ubicación de los equipos en Bienestar Universitario.

Figura 63. Configuración equipos edificio Bienestar



El Edificio de la Biblioteca Luís Enrique Borja Barón contiene Tres (3) Access Points conectados a el Router Dlink DI-624 de la Antena que estarán ubicados en los tres pisos de la Biblioteca, como lo describe la siguiente Gráfica.

Figura 64. Configuración equipos edificio biblioteca



6. DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD EN LA PORTERÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA WIRELESS Y CÁMARAS IP.

Mediante el diseño de este dispositivo se busca incrementar la seguridad, colaborando con la campaña “Campus Seguro” que una vez surgió en la universidad. Este circuito de seguridad incluirá una cámara Wireless¹¹ la cual será instalada en la portería, y permitirá a las personas solicitadas chequear desde sus escritorios si la persona que los busca puede o no ingresar a la Universidad.

La operación o método de utilización y la implementación del dispositivo de seguridad será bastante sencilla, como ya se menciona este contará con la utilización de una cámara wireless que estará bajo la cobertura de la Red Wireless institucional, lo que permitirá que los usuarios que desde la red, desde su computador y desde cualquier navegador puedan acceder a video en tiempo real proporcionado por la cámara.

La cámara cuenta con un puerto RJ-45 10/100 Mbps, y con un puerto I/O para alarma, sensores de movimiento y sensores infrarrojos, los cuales se pueden poner en funcionamiento en conjunto con el sistema de Video Vigilancia para que el circuito de seguridad sea más completo. También incluye un software el cual se

¹¹ Referencia y características detalladas en el capítulo 4 y en su respectivo Data Sheet ubicado en los Anexos, todo esto proveniente de la Página Web www.dlink.com

instala en la maquina que hará las veces de servidor, y por medio de este se puede monitorear varias cámaras al tiempo (si se desea ampliar el número de cámaras en un futuro), como también se puede configurar el envío de imágenes a correos electrónicos establecidos con anterioridad, en el momento que se presente algún cambio o movimiento detectado por la cámara.

Otra ventaja que ofrece la cámara es que esta puede almacenar el stream de video directamente en el disco duro del computador seleccionado como servidor, lo cual es una característica bastante importante, ya que si es seleccionada la opción esta dejaría un registro de video, de todas las personas que entran y salen de la universidad.

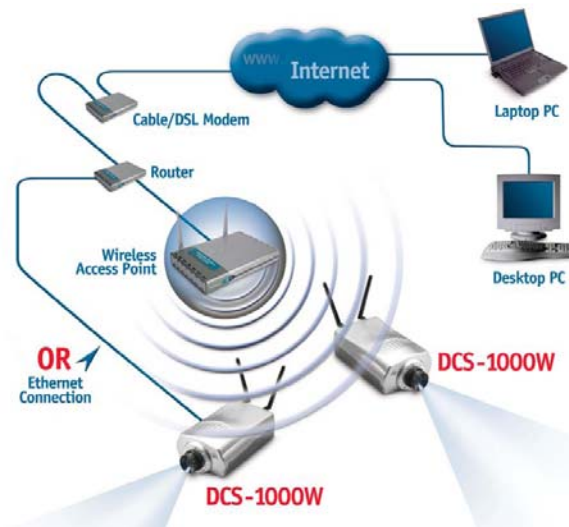
La cámara es para uso exclusivo en interiores, pero para el tipo de aplicación que se desea implementar en la universidad es decir exteriores, esta en conjunto con un accesorio llamado housing, el cual se utiliza para proteger el equipo de las inclemencias del tiempo, funciona sin inconveniente alguno.

Figura 65. Cámara IP wireless



A continuación se encuentra un grafico donde se muestra una típica configuración de una red wireless, con un sistema de video vigilancia implementado.

Figura 66. Típica configuración red wireless



7. ESTUDIO DE COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS, BENEFICIOS Y PRECIOS ENTRE EL CABLEADO ESTRUCTURADO COMÚN Y LAS REDES WIRELESS, Y DETERMINAR CUAL ES LA MÁS FACTIBLE PARA IMPLEMENTAR EN LA UTB.

Actualmente las tecnologías 802.3 y la 802.11 son miradas como tecnologías complementarias, y es lo que suele suceder en la mayoría de los casos, es decir la persona o la empresa que posea una red en cableado estructurado y quiere añadir a su red, los beneficios de movilidad y escalabilidad entre otros, implementar la Red Wireless como una solución es la mas acertada siendo esta a la vez una extensión de la red cableada.

Las redes wireless no solo hay que verlas como extensiones de redes cableadas, sino también como una solución viable, robusta, administrable y de gran disponibilidad, por lo que pueden ser implementadas en cualquier empresa como red principal sin ningún temor.

Para llevar a cabo el comparativo entre las dos tecnologías, primero que todo es necesario plantear los parámetros que se van a tener en cuenta para realizar el mismo.

Los principales parámetros para realizar los comparativos son:

- Valor de la tarjeta de red.
- Valor de la tarjeta Wi-Fi.
- Valor del Punto de Conexión
- Valor del Swicth
- Valor Access Point o Router Wireless
- Numero de PC´s a conectar.

Tabla 3. Costo montaje de una red cableada sin incluir la NIC

| Red Ethernet Pc con tarjeta de red | Valor unitario | No. de estaciones | | |
|---------------------------------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | 24 | 48 | 96 |
| Punto de red Cat 6 | \$ 145,00 | \$ 3.480,00 | \$ 6.960,00 | \$ 13.920,00 |
| Tarjeta de red ethernet 10/100 | \$ 0,00 | \$ 0,00 | \$ 0,00 | \$ 0,00 |
| Switch 10/100 de 24 puertos | \$ 1.024,00 | \$ 1.024,00 | \$ 2.048,00 | \$ 3.072,00 |
| Total | | \$ 4.504,00 | \$ 9.056,00 | \$ 17.088,00 |
| Costo por punto | | \$ 187,67 | \$ 188,67 | \$ 178,00 |

En el anterior cuadro se muestran los equipos necesarios para implementar una red cableada y sus respectivos precios. Hay que tener en cuenta que en el cuadro los cálculos de hacen para un PC con tarjeta de red incluida. En la última fila se encuentra el valor por punto de acuerdo el número de estaciones de trabajo.

Tabla 4. Costo montaje de una red cableada incluyendo la NIC

| Red Ethernet Pc sin tarjeta de red | Valor unitario | No. de estaciones | | |
|---------------------------------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | 24 | 48 | 96 |
| Punto de red Cat 6 | \$ 145,00 | \$ 3.480,00 | \$ 6.960,00 | \$ 13.920,00 |
| Tarjeta de red ethernet 10/100 | \$ 37,59 | \$ 902,16 | \$ 1.804,32 | \$ 3.608,64 |
| Switch 10/100 de 24 puertos | \$ 1.024,00 | \$ 1.024,00 | \$ 2.048,00 | \$ 3.072,00 |
| Total | | \$ 5.406,16 | \$ 10.860,32 | \$ 20.696,64 |
| Costo por punto | | \$ 225,26 | \$ 226,26 | \$ 215,59 |

Al igual que en el cuadro anterior se muestran los mismos cálculos pero para un PC que no tiene la tarjeta de red incluida.

Tabla 5. Costo montaje de una red wi-fi incluyendo la NIC

| Red Wireless Pc sin wi-fi | Valor unitario | No. de estaciones | | |
|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| | | 24 | 48 | 96 |
| Tarjeta Wi-Fi | \$ 69,00 | \$ 1.656,00 | \$ 3.312,00 | \$ 6.624,00 |
| Access Point | \$ 160,00 | \$ 160,00 | \$ 160,00 | \$ 160,00 |
| Total | | \$ 1.816,00 | \$ 3.520,00 | \$ 6.880,00 |
| Costo por punto | | \$ 75,67 | \$ 73,33 | \$ 71,67 |

Este cuadro se muestran los equipos que son necesarios para la implementación de la red Wi-F y sus respectivos precios. En la última columna el precio por punto en la red Wi-Fi, incluyendo la respectiva Tarjeta.

Tabla 6. Costo montaje de una red wi-fi sin incluir la NIC

| Red Wireless Pc con wi-fi | Valor unitario | No. de estaciones | | |
|------------------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | 24 | 48 | 96 |
| Tarjeta Wi-F | \$ 0,00 | \$ 0,00 | \$ 0,00 | \$ 0,00 |
| Access Point | \$ 160,00 | \$ 160,00 | \$ 160,00 | \$ 160,00 |
| Total | | \$ 160,00 | \$ 208,00 | \$ 256,00 |
| Costo por punto | | \$ 6,67 | \$ 4,33 | \$ 2,67 |

En este ultimo cuadro se muestran los precios al igual que en el cuadro anterior pero sin incluir el precio de la tarjeta Wi-Fi que ya viene incluida en algunos equipos.

A continuación se muestra un resumen de los costos por punto de todas las opciones de implementación y una convención de colores que indica el índice de precio de cada una de las opciones.

Tabla 7. Comparativos entre las diferentes opciones de montaje

| Costos comparativos | 24 | 48 | 96 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| PC con Ethernet a Ethernet | \$ 187,67 | \$ 188,67 | \$ 178,00 |
| PC sin Ethernet a Ethernet | \$ 225,26 | \$ 226,26 | \$ 215,59 |
| PC sin wi-fi | \$ 75,67 | \$ 73,33 | \$ 71,67 |
| PC con wi-fi | \$ 6,67 | \$ 4,33 | \$ 2,67 |

Convención de colores

| | |
|-----------------|--|
| El más caro | |
| Muy Caro | |
| Equitativo | |
| Muy Rentable | |
| El más rentable | |

Como se puede notar el costo de las soluciones por medio de cableado estructurado es mucho mayor que el de las soluciones inalámbricas, ya que para el montaje de una solución cableada se necesitan más equipos y la escalabilidad de estos es bastante costosa, además de que el número de usuarios soportados está limitado de acuerdo a el número de puertos que tenga el equipo, en cambio en los equipos inalámbricos a pesar de que el número de usuario es también un número fijo y no es escalable la cantidad de usuarios soportados es mucho mayor en comparación con el de los equipos cableados.

De acuerdo a los colores, estos nos indican que la solución más rentable es la que esta resaltada en azul, es decir los computadores con tecnología wi-fi integrada, ya que el costo por punto es el mas bajo de todos, pero sin menos preciar la solución en verde que resalta los computadores sin tecnología Wi-Fi integrada, pero convirtiéndolos, con la compra de una tarjeta Wi-Fi. La tendencia de las casas desarrolladas de hardware es incluir la tecnología Wi-Fi en sus equipos nuevos, para que estos al ser adquiridos estén actos para funcionar dentro de una red Wi-Fi.

Tabla 8. Tiempo de montaje de las diferentes soluciones

| | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| PC con Ethernet a Ethernet | 5 Días | 5 Días | 7 Días |
| PC sin Ethernet a Ethernet | 5 Días | 5 Días | 7 Días |
| Pc wi-fi a wi-fi | Horas | Horas | 1 Día |
| Pc no wi-fi a wi-fi | Horas | Horas | 1 Día |

| | |
|-----------------|--|
| Mucho tiempo | |
| Bastante tiempo | |
| Equitativo | |
| Poco tiempo | |
| Muy poco tiempo | |

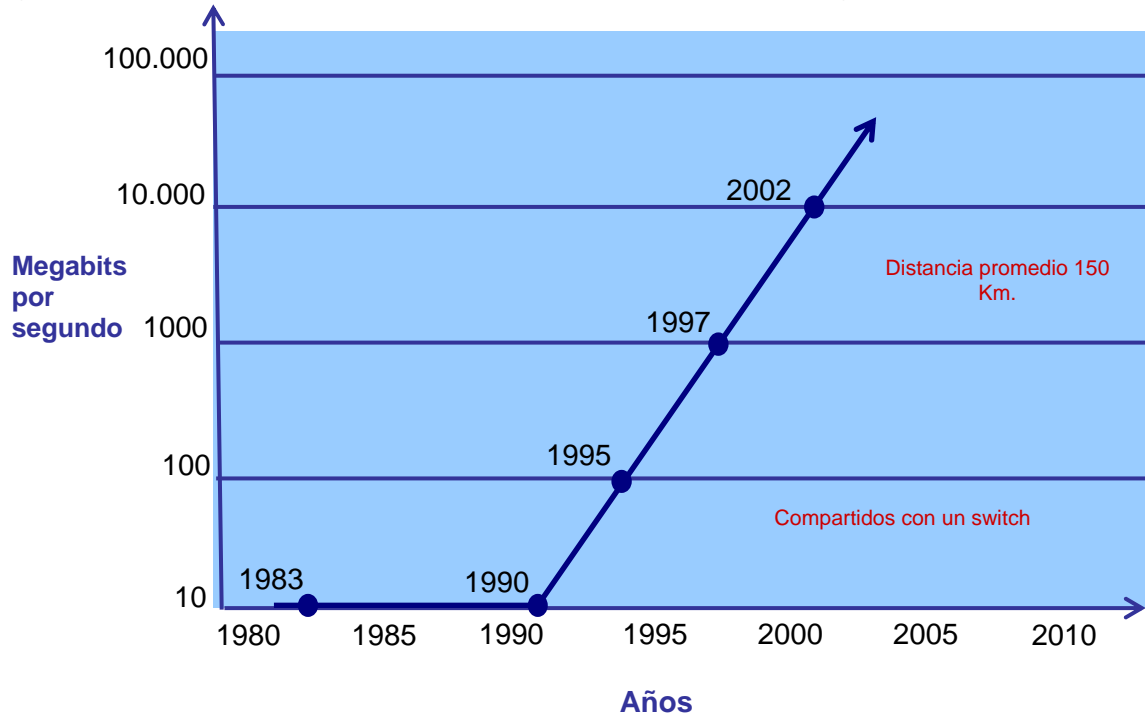
Otro factor importante, que hay que tener en cuenta para la decisión del tipo de tecnología a escoger es el tiempo de implantación.

La solución de cableado estructurado generalmente se implementa antes de habitar la oficina o el lugar donde se quiere implementar, ya implementarlo después de que el lugar este habitado es bastante tedioso, por que para la

implementación de este se tiene que incurrir en obras civiles y en acondicionamiento físico de todos los lugares de trabajo. Con la solución Wireless esto no sucede, solo hay que acondicionar los computadores instalándoles las respectivas tarjetas Wi-Fi y realizar la respectiva configuración por lo que se reduce el tiempo de implementación notablemente, además de que no se incurre en gasto adicionales por las obras civiles y otros costo de implantación que se generan con la solución cableada.

La tecnología ethernet ha evolucionado desde el momento de su aparición, igualmente las velocidades de transmisión han ido de la mano con esta evolución. Las tecnología wi-fi han también ha cambiado desde sus inicios y uno de los cambios mas importante han sido los referentes a las velocidades de transmisión de datos.

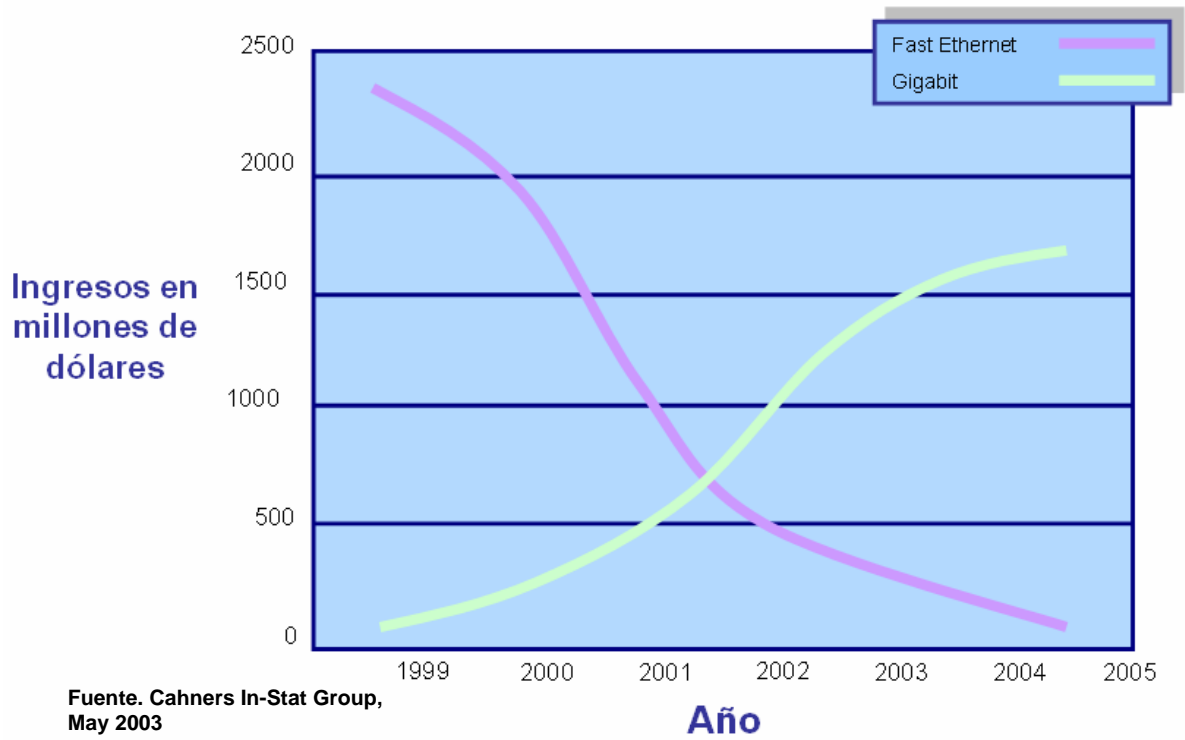
Figura 67. Gráfica de velocidad contra tiempo en la Tecnología ethernet



En la gráfica anterior se muestra las velocidades de la tecnología ethernet y el año en que fue conseguida dicha velocidad. Como se puede apreciar la velocidad de transmisión se está aumentando de manera acelerada en el tiempo. Actualmente se manejan velocidades de 10 gigabits ethernet.

La tendencia de las empresas es ir siempre a la vanguardia de la tecnología por tal motivo estas siempre se acogen a los nuevos estándares, para sacar provecho de estos y a la vez aumentar la productividad en las mismas. El siguiente gráfico muestra como este fenómeno se refleja en el ingreso dejado por ventas de tarjetas gigabit ethernet en comparación con las fast ethernet.

Figura 68. Comparativas entre los ingresos de la Tecnología de fast ethernet y gigabit ethernet a través del tiempo



8. ESTUDIO DEL ANCHO DE BANDA PARA QUE SOPORTE INTERNET, VIDEOCONFERENCIA, DATOS Y DEMÁS SERVICIOS DE VALOR AGREGADO.

Para hablar del ancho de banda para soporte de Internet, videoconferencia, datos y demás servicios de valor agregado, sería necesario saber el consumo de los servicios mencionados dentro de la red de la universidad¹² y obviamente conocer cual de estos servicios están montados actualmente en dicha red, para de esta manera, calcular el ancho de banda requerido.

Otro factor que hay que tener en cuenta para el calculo de ancho de banda, es el numero de computadores que van a pertenecer a la red donde se piensa prestar el servicio.

Actualmente en la universidad hay un total de 360 computadores los de los cuales hay 300 en el Campus de Ternera que son los relevante para el caso que se quiere analizar. Además se sabe que el ancho de banda con el que cuenta la universidad es de 1mb para la salida a Internet. Para realizar el cálculo del ancho de banda que le corresponde a cada computador, solo basta con dividir el ancho de banda disponible para la salida a Internet entre el numero de equipos con dicha

¹² Todos los Datos fueron suministrados por el personal encargado de la administración de la Red Institucional de la UTB.

salida, de donde resulta un total de 3.413 kb a cada equipo en el peor de los casos, es decir que todos los equipos estén haciendo solicitud a Internet a el mismo momento, por lo cual se reduce el ancho de banda, ya que cuando determinado numero de equipos no hace peticiones a Internet el ancho de banda disponible se redistribuye en los equipos que estén haciendo peticiones.

Otro servicio que presta actualmente la universidad por medio de la red es el de consultas a la base de datos, siendo las consultas más comunes a la Base de Datos Académica y de Biblioteca las cuales están desarrolladas en Informix y por fuentes confiables del departamento encargado del manejo de la red de la universidad, se concreto que el consumo de ancho de banda promedio era de 8 Kb. En el caso mas critico es decir de que todos los equipos consultasen la base de datos al mismo tiempo el requerimiento de la red seria de 2400 kb.

Analizando el peor de los casos es decir todos los computadores realizando una petición a Internet y a la vez consultando la base de datos, el ancho de banda requerido para realizar estas dos operaciones al tiempo seria 3423,9 kb y si a la vez realizan 10 videoconferencias y 35 llamadas de VoIP el ancho de banda aumentaría a 5543 Kb notando así que el ancho de banda de la solución inalámbrica propuesta es suficiente para cubrir todos estos requerimientos.

A continuación se muestra una en la que se indican los anchos de bandas respectivos dependiendo el servicio prestado en la red.

Figura 69. Requerimientos de ancho de banda del canal según servicio

| Servicio | Tasa transmisión por Canal |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Videoconferencia | 128 kbps |
| VoIP | 24 kbps* |
| Consultas a base de datos | 8 kbps |
| Internet | 9 kbps** |
| Video sobre demanda | 2300 kbps |

* Este consumo de ancho de banda puede variar, dependiendo del algoritmo de encriptación y de comprensión.

** Esta velocidad de conexión es similar a la velocidad de navegación en Internet por medio del acceso telefónico. Este requerimiento también puede variar dependiendo el ancho de banda que se desee brindar al usuario final.

Por todo el análisis hecho anteriormente se puede notar que la solución inalámbrica propuesta cumple con lo requisitos en cuanto a ancho de banda, ya que los equipos propuestos para la solución brindan un ancho de banda hasta de 108 Mbps, lo cual es suficiente para cubrir los servicios que hoy ofrece la universidad y también sería suficiente para implementar futuros servicios.

También vale la pena recalcar que después de realizar una entrevista con la persona encargada de la Red Universitaria, nos corrobora que el ancho de banda

de las aplicaciones críticas de la universidad en su pico máximo en toda la historia,
no supera el ancho de banda propuesto en el diseño.

9. COSTOS DE IMPLEMENTACION DE LA RED PROPUESTA

| COTIZACIÓN SOLUCIÓN WIRELESS PARA LA UTB | | | | | | |
|--|---------------|------------|--|------|-------------|--------------------|
| ID | FABRICANTE | REFERENCIA | DESCRIPCIÓN | CANT | VR. UNIT | VR. PARCIAL |
| 1 | Dlink | DI-624 | Router Xtreme G Wireless, 802,11g - 108Mbps - 4 Ptos LAN - 1 Pto WAN, Compatible con 802.11b | 12 | \$ 170,00 | \$ 2.040,00 |
| 2 | Dlink | DWL-2100AP | Access Point High speed 108Mb, 2.4 GHz, 802,11g. Compatible con 802.11b | 16 | \$ 160,00 | \$ 2.560,00 |
| 3 | Dlink | ANT24-1400 | Antena Outdoor 14DBi Microchip | 8 | \$ 240,00 | \$ 1.920,00 |
| 4 | Dlink | ANT24-1500 | Antena Outdoor Omnidireccional 15Dbi | 1 | \$ 299,00 | \$ 299,00 |
| 5 | Dlink | DCS-1000W | Cámara IP Wireless | 1 | \$ 405,00 | \$ 405,00 |
| 6 | Like Pelco | | Housing para Cámara IP | 1 | \$ 62,00 | \$ 62,00 |
| 7 | Pig-tail | | Cable Pigtail para Conexión Router - Antena | 9 | \$ 45,00 | \$ 405,00 |
| 8 | Gastos Varios | | Techos y Cajas Protectoras para equipos, conexión con Switchs (Cable UTB), Mástiles, Mano de Obra (Obras Civiles), gastos varios | 1 | \$ 2.200,00 | \$ 2.200,00 |
| VALOR TOTAL: | | | | | | \$ 9.891,00 |

| | | | | | | |
|---|-------|----------|---|---|----------|----------|
| * | Dlink | DWL-G520 | Tarjeta PCI, Xtreme G Wireless, 802.11g, High Speed 2.4GHz, 108Mbps, Compatible con 802,11b, Para PCs. | 1 | \$ 69,00 | \$ 69,00 |
| * | Dlink | DWL-G650 | Tarjeta PCMCIA para Laptop, Xtreme G Wireless, 802.11g, High Speed 2.4GHz, 108Mbps, Compatible con 802,11b, Para PCs. | 1 | \$ 65,00 | \$ 65,00 |

La anterior cotización¹³ esta presentada en dólares debido a que son equipos importados y la TCRM del dólar cambia cada día.

Los valores de las tarjetas no fueron incluidos en el valor total, debido a que se tiene una cantidad específica de los equipos que se van a conectar por medio de la Red Inalámbrica. Se describieron los valores unitarios de cada Tarjeta Wireless.

El valor de la mano de obra de ingenieros tampoco fue incluido debido a que este valor es variable según los profesionales que instalen los equipos. Dentro de los gastos varios esta propuesta la Mano de Obra Civil, incluyendo los gastos varios de conexiones y protección de equipos.

¹³ Todos los precios fueron suministrados por la Empresa Silicom Ingeniería Bogota, Representante en Colombia de la firma Dlink.

10. CONCLUSIONES

La utilización de la Tecnología Wi-Fi (Wireless Fidelity) es muy eficiente si se implementa debidamente, ya que al momento de escoger los equipos a utilizar hay que tener en cuenta la compatibilidad de los mismos; como se pudo notar en el trazado de este proyecto, los equipos que se encuentran certificados por Wi-Fi son 100% compatibles entre sí. Otra razón por las cuales se escogió tecnologías Wi-Fi como referencia, es que los equipos wireless han evolucionado de manera exponencial en cuanto a beneficios, velocidad y precios, y si no hubiese existido este medio regulador jamás existiría compatibilidad entre equipos de diferentes marcas.

Existen diversos estándares inalámbricos, como son 802.11a, 802.11b, 802.11g, siendo estos los más comunes, privilegiando a 802.11g por su velocidad de transmisión, seguridad, estabilidad y compatibilidad con el 802.11b.

En la creación de un Enlace Inalámbrico hay que tener en cuenta diversos factores como son, Zona de Fresnel, Zona de Clearance, la línea de vista del enlace y el análisis topográfico del enlace. En el diseño de los enlaces de este proyecto se especificó que se variaron las alturas de las antenas utilizando torres o mástiles con el fin de despejar la Zona de Fresnel de obstáculos que puedan afectar la

integridad del enlace. Otro punto a destacar es que las antenas por ningún motivo pueden tener algún tipo de movimiento, la conectividad podría perderse.

Con la implementación del dispositivo de seguridad con la Cámara IP Wireless ubicado en la Portería de la Universidad, se está colaborando con el proyecto de seguridad insignia de la UTB denominado “Campus Seguro”, se concluyó que las Tecnologías Wireless puede llegar a cualquier parte sin importar la distancia, esta cámara estará instalada en el cubículo de la portería con el fin de conceder o denegar permisos de ingreso a personas. Se resalta que el trazado de un cable UTP a la salida de la Universidad sería un gasto cuantioso a la hora de compararlo con el excedente de la cámara por ser Wireless, además se obtienen beneficios de movilidad, escalabilidad. Etc.

Se pudo notar que los costos de implementación de una Red Wireless son más bajos en comparación con los costos de las Redes Cableadas y a medida que aumentan los equipos por Access Point o Router Wireless su precio disminuye, debido a que cada equipo soporta un máximo de 255 Usuarios.

El ancho de banda suministrado por los equipos propuestos es lo suficientemente grande para que los servicios que suministra la Universidad se ejecuten de manera óptima, como se especificó en capítulos anteriores en la evaluación del ancho de banda de esta nueva solución. Se observó que la calidad de servicio

que presta la Tecnología Wi-Fi es lo suficientemente robusta para el tráfico de la Red Universitaria.

RECOMENDACIONES

Al momento de utilizar este Trabajo de Grado es recomendable estudiarlo por completo, ya que su utilización adecuada puede servir para efectos de implementación de Redes Inalámbricas en determinado sector de la Universidad Tecnológica de Bolívar, o en su totalidad en el Campus.

Todo equipo certificado por Wi-Fi tiene ventajas cuantiosas respecto a los demás, esta certificación tiene sinónimo de gran compatibilidad, por lo cual es recomendable revisar este sello de certificación a la hora de comprar cualquier equipo wireless. Cabe anotar que todo equipo wireless puede ser certificado, y a la hora de considerarlos para su selección son los más recomendables.

Por diseño, compatibilidad y escalabilidad, se aconseja que todos los equipos involucrados en una Red Inalámbrica sean WI-Fi, ya que ese sello de compatibilidad es el que garantiza que todos los equipos wireless funcionen entre sí, ganando así mayor estabilidad de la conectividad sumándole velocidades que superan a los equipos Wireless estándares.

Estos enlaces tienen velocidad de 108Mbps en condiciones óptimas utilizando el estándar 802.11g, para que la calidad del servicio de este enlace sea óptima se tiene que evaluar el mantenimiento anual de los árboles que se presentan como

obstáculos entre la estación base y la determinada estación cliente, la presencia de obstáculos en la línea de vista, ensuciaría la Zona de Fresnel ocasionando la pérdida de conectividad o la disminución de la velocidad del enlace.

Implementar Wi-Fi en la Universidad Tecnológica de Bolívar sería de gran ayuda para obtener mayor prestigio ante el país a nivel Universitario, debido a que esta Tecnología va avanzando de manera rápida y se plantea que en un futuro se reemplacen las Redes Cableadas por las Inalámbricas, ya que estas conceden grandes ventajas con respecto a movilidad, escalabilidad y fácil reconfiguración de Topología, entre otras, además se observa que han evolucionado de manera constante en la Velocidad de Transmisión, actualmente están a 108Mbps en el estándar 802.11g, compitiendo así de manera reñida con la velocidad de transmisión de Ethernet común (100Mbps). Actualmente en la costa ninguna Universidad tiene previsto implementar Redes Wireless, lo cual si se implementara en la UTB, sería vanguardia en Tecnología, obteniendo así grandes beneficios a nivel nacional, además sería un motivo más para que los futuros universitarios escojan esta Universidad para concluir sus estudios universitarios.

Este trabajo de grado puede ser usado para fines Investigativos, Tecnológicos y Pedagógicos ya que su contenido está debidamente referenciado para que pueda ser un buen comienzo para que los estudiantes neófitos Incursionen en este tema.

Este trabajo de Grado puede ser acoplado a otro Proyecto que diseñe o implemente la Red Telemática repotenciada de la Universidad, para fines de Técnicas de mejoramiento de Ancho de Banda para Redes Inalámbricas, para efectos de diseño de técnicas calidad de Servicio o para investigar impactos en la Sociedad Universitaria a nivel Nacional, Departamental o Distrital al momento de que la UTB implemente esta nueva Tecnología.

Este Proyecto de Grado se puede mejorar si se complementa con un mecanismo de seguridad más eficiente para la validación de usuarios. Los equipos propuestos por nosotros en la solución tienen la capacidad de funcionar bajo la implementación de un servidor RADIUS el cual se encarga de la validación al momento de que un usuario se quiere conectar remotamente a algunos de los equipos. En este proyecto esto sería de gran ayuda, ya que los equipos por poseer características de asignación remota de direcciones, es muy fácil que cualquier persona con un computador con tarjeta de red Wi-Fi acceda a la red, si esta no cuenta con una política seguridad bien definida. Además del servidor RADIUS, los equipos brindan otras opciones como el filtrado MAC, método mediante el cual se puede implementar seguridad, negando o permitiendo el acceso a la red de usuarios previamente seleccionados.

BIBLIOGRAFIA

- ❏ IEEE Transactions on wireless communications,
- ❏ Wireless communications: principles and practice, Prentice-Hall, 1996.
- ❏ Trabajo de Grado, “Diseño e Implementación de un prototipo de Red inalámbrica para la CUTB”. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2001.
- ❏ Trabajo de Grado, “Análisis y diseño de la red institucional de la CUTB”, Universidad Tecnológica de Bolívar. 1999.
- ❏ Monografía, “Diseño del sistema dinámico de conectividad inalámbrica para servicio de Internet en la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar (campus de Ternera)”. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2004.
- ❏ Monografía, “Estudio de la tecnología utilizada para enlazar 75 puntos de red inalámbrica (WLAN) en la ciudad de Cartagena a la empresa Inverapuestas S. A.”. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2004.

❏ Monografía, “Redes inalámbricas: tecnologías de comunicación móvil un mundo atado sin cuerdas”. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2003.

❏ <http://www.dlink.com>

❏ <http://www.lanacion.com.ar/suples/infor/0104/nota.asp?pag=p04.htm>

❏ <http://www.timagazine.net/magazine/0798/wireless.cfm>

❏ <http://www.timagazine.net/magazine/0898/wireless2.cfm>

❏ <http://www.ieee802.org/11>

❏ <http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>

❏ <http://www.appred.com>

ANEXO A. Ubicación del Mástil del Nodo Central en la Superficie del Edificio de Malok@Net.



ANEXO B. Foto Línea de Vista desde el Edificio de Malok@Net hacia el Edificio de Aulas 1



ANEXO C. Foto Línea de Vista desde el Edificio de Malok@Net hacia el Edificio de Aulas 2.



ANEXO D. Foto Línea de Vista desde el Edificio de Malok@Net hacia el Edificio de la Biblioteca Luís Enrique Borja Barón.



ANEXO E. Foto Línea de Vista desde el Edificio de Malok@Net hacia el Edificio de Bienestar Universitario



ANEXO F. Foto Caja de la Caja Protectora para los Radios Outdoor.



ANEXO G. Especificaciones de Equipos a Utilizar (Data Sheet).

Router DI-624 (Wireless):

| Specifications | |
|--|---|
| Standards | <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11g • IEEE 802.11b • IEEE 802.3 • IEEE 802.3u |
| VPN Pass Through/Multi-Sessions | <ul style="list-style-type: none"> • PPTP • L2TP • IPSec |
| Advanced Firewall Features | (Please click on Advanced Firewall Features button from the main page) |
| Device Management | <ul style="list-style-type: none"> • Web-Based – Internet Explorer v6 or later; Netscape Navigator v6 or later; or other Java- enabled browsers. • DHCP Server and Client |
| Wireless Data Rates With Automatic Fallback | <ul style="list-style-type: none"> • D-Link 108G: 108Mbps¹ • 54Mbps • 48Mbps • 36Mbps • 24Mbps • 18Mbps • 12Mbps • 11Mbps • 9Mbps • 6Mbps • 5.5Mbps • 2Mbps • 1Mbps |
| Security | <ul style="list-style-type: none"> • 64-, 128-bit WEP • 802.11X • WPA¹ —Wi-Fi Protected Access • WPA-PSK (Pre-Shared Key) |

| | |
|---------------------------------|---|
| Media Access Control | CSMA/CA with ACK |
| Frequency Range | 2.4GHz to 2.462GHz |
| Signal Range² | Indoors: Up to 328 feet (100 meters) Outdoors: Up to 1312 ft (400 meters) |
| Modulation Technology | <ul style="list-style-type: none"> • Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) • Complementary Code Keying (CCK) |
| Receiver Sensitivity | <ul style="list-style-type: none"> • 54Mbps OFDM, 10% PER, -68dBm) • 48Mbps OFDM, 10% PER, -68dBm) • 36Mbps OFDM, 10% PER, -75dBm) • 24Mbps OFDM, 10% PER, -79dBm) • 18Mbps OFDM, 10% PER, -82dBm) • 12Mbps OFDM, 10% PER, -84dBm) • 11Mbps CCK, 8% PER, -82dBm) • 9Mbps OFDM, 10% PER, -87dBm) • 6Mbps OFDM, 10% PER, -88dBm) • 5.5Mbps CCK, 8% PER, -85dBm) • 2Mbps QPSK, 8% PER, -86dBm) • 1Mbps BPSK, 8% PER, -89dBm) |
| Wireless Transmit Power | 15dBm ± 2dB |
| External Antenna Type | Single detachable reverse SMA |
| LEDs | <ul style="list-style-type: none"> • Power • WAN • LAN (10/100) • WLAN (Wireless Connection) |
| Operating Temperature | 32°F to 131°F (0°C to 55°C) |
| Humidity | 95% maximum (non-condensing) |
| Power Input | Ext. Power Supply DC 5V, 2.4A |
| Dimensions | <ul style="list-style-type: none"> • L = 7.5 inches (190.5mm) • W = 4.6 inches (116.84mm) • H = 1.375 inches (35mm) |
| Weight | 0.66lb (298g) |
| Certifications | <ul style="list-style-type: none"> • FCC |
| Warranty | 3 Year |

Access Point DWL-2100AP:

| Specifications | |
|--|---|
| Standards | <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11g • IEEE 802.11b • IEEE 802.11 • IEEE 802.3 • IEEE 802.3u |
| Device Management | <ul style="list-style-type: none"> • Web-Based – Internet Explorer v6 or later; Netscape Navigator v6 or later; or other Java-enabled browsers. • DHCP Server and Client |
| Wireless Data Rates With Automatic Fallback | <ul style="list-style-type: none"> • D-Link 108G: 108Mbps¹ • 54Mbps • 48Mbps • 36Mbps • 24Mbps • 18Mbps • 12Mbps • 11Mbps • 9Mbps • 6Mbps • 5.5Mbps • 2Mbps • 1Mbps |
| Security | <ul style="list-style-type: none"> • 64-, 128-WEP • 802.1x • WPA¹ -- Wi-Fi Protected Access (64-, 128-WEP with TKIP, MIC, IV Expansion, Shared Key Authentication) |
| Media Access Control | CSMA/CA with ACK |
| Wireless Frequency Range | 2.4 GHz to 2.4835 GHz |
| Wireless Operating Range² | <ul style="list-style-type: none"> • Indoors: Up to 328 feet (100 meters) • Outdoors: Up to 1,312 feet (400 meters) |
| Modulation Technology | <ul style="list-style-type: none"> • Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) • Complementary Code Keying (CCK) |
| Receiver Sensitivity | <ul style="list-style-type: none"> • 54 Mbps OFDM, 10% PER, -68 dBm • 48 Mbps OFDM, 10% PER, -68 dBm • 36 Mbps OFDM, 10% PER, -75 dBm |

| | |
|--------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 24 Mbps OFDM, 10% PER, -79 dBm • 18 Mbps OFDM, 10% PER, -82 dBm • 12 Mbps OFDM, 10% PER, -84 dBm • 11 Mbps CCK, 8% PER, -82 dBm • 9 Mbps OFDM, 10% PER, -87 dBm • 6 Mbps OFDM, 10% PER, -88 dBm • 5.5 Mbps CCK, 8% PER, -85 dBm • 2 Mbps QPSK, 8% PER, -86 dBm • 1 Mbps BPSK, 8% PER, -89 dBm |
| Wireless Transmit Power | 15 dBm (32 mW) ± 2dB |
| External Antenna Type | 1.0dB gain with reverse SMA connector |
| LEDs | <ul style="list-style-type: none"> • Power • WAN • LAN (10/100) • WLAN (Wireless Connection) |
| Temperature | <ul style="list-style-type: none"> • Operating: 32°F to 149°F (0°C to 55°C) • Storing: 4°F to 167°F (-20°C to 75°C) |
| Humidity | 95% maximum (non-condensing) |
| Power Input | Ext. Power Supply DC 5V, 2.0A |
| Safety & Emissions | <ul style="list-style-type: none"> • FCC • UL |
| Dimensions | <ul style="list-style-type: none"> • L = 5.6 inches (142mm) • W = 4.3 inches (109mm) • H = 1.2 inches (31mm) |
| Weight | 0.44 lbs (200 g) |
| Warranty | 3 Year |

Antena Omnidireccional ANT24-1500:

| Electrical Specifications | |
|--|--|
| Frequency Range | <ul style="list-style-type: none">• 2.4GHz - 2.5GHz |
| Gain | <ul style="list-style-type: none">• 15 dBi |
| VSWR | <ul style="list-style-type: none">• 1.5:1 |
| Polarization | <ul style="list-style-type: none">• Linear• Vertical |
| HPBW | <ul style="list-style-type: none">• Horizontal - 360°• Vertical - 5° |
| Power Handling | <ul style="list-style-type: none">• 50W (cw) |
| Impedance | <ul style="list-style-type: none">• 50 Ohms |
| Connector | <ul style="list-style-type: none">• N female |
| DHF Extension Cable | <ul style="list-style-type: none">• (N-male to RP-SMA plug)• 3 meters |
| Environment & Mechanical Characteristics | |
| Temperature | <ul style="list-style-type: none">• -40°F to 176°F (-40°C to 80°C) |
| Humidity | <ul style="list-style-type: none">• 100% @ 77°F (25°C) |
| Lightning Protection | <ul style="list-style-type: none">• DC ground |
| Radome Material | <ul style="list-style-type: none">• Fiberglass |
| Radiator Material | <ul style="list-style-type: none">• Micro Striple Line |
| Antenna Weight | <ul style="list-style-type: none">• 750g +/- 20g |
| Dimensions | <ul style="list-style-type: none">• 165 inches (length) |
| Warranty | <ul style="list-style-type: none">• 1 Year |

 **Antena Outdoor ANT24-1400:**

| Electrical Specifications | |
|--|---|
| Frequency range | 2.3-2.5GHz |
| Gain | 14 dBi |
| VSWR | 1.5:1 Max |
| Polarization | Linear, vertical |
| HPBW | <ul style="list-style-type: none"> • horizontal - 30° • vertical- 30° |
| Front to Back Ratio | 15 dB |
| Downtilt | 0° |
| Power handling | 50W (cw) |
| Impedance | 50 Ohms |
| Connector | N female |
| Cable | (N-male to RP-SMA plug) - 1.5 feet - 0.83db lost per meter |
| Environmental & Mechanical Characteristics | |
| Temperature | -40°F to 176°F (-40°C to 80°C) |
| Humidity | 100%@ 77°F (25°C) |
| Lightning protection | DC ground |
| Radom color | Gray-white |
| Radom material | ABS, UV resistant |
| Weight | 1.82 lbs (0.825kg) |
| Dimensions | 9.45 x 9.45 x 2.74 in. (240 x 240 x 69.5 mm) |
| Survival wind speed | 112 miles/hr |
| Warranty | One Year |

Antena Indoor 6Dbi DWL-R60AT:

| Electrical Specifications | |
|--|--|
| Frequency range | 2.4-2.4835 GHz |
| Antenna Type | Microstip Patch |
| Gain | 6 dBi |
| VSWR | 2.0 Max |
| HPBW | <ul style="list-style-type: none">• horizontal - 60°• vertical- 90° |
| Polarization | Linear |
| 3 dB Beamwidth | 60°@ H-plane for vertical polarization |
| 3 db Beamwidth | 90°@ E-plane for vertical polarization |
| Front-to-Back Gain Ratio | 50W (cw) |
| Input Impedance | 50 Ohms |
| Connector | SMA Female |
| Output | SMA (M) |
| Environmental & Mechanical Characteristics | |
| Size Without Case | 5.84 x 5.84 x 0.6 cm |
| Size With case | 7.11 x 7.11 x 1.27 cm |
| Warranty | One Year |

Tarjeta Wireless PCI DWL-G520:

| Specifications | |
|---|---|
| Standards | <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11 • IEEE 802.11b • IEEE 802.11g |
| Bus Type | PCI 2.2 |
| Data Rates With Automatic Fallback | <ul style="list-style-type: none"> • D-Link 108G: 108Mbps¹ • 54 Mbps • 48 Mbps • 36 Mbps • 24 Mbps • 18 Mbps • 12 Mbps • 11 Mbps • 9 Mbps • 6 Mbps • 5.5 Mbps • 2 Mbps • 1 Mbps |
| Security | <ul style="list-style-type: none"> • 64-, 128-WEP • 802.1x • WPA¹ -- Wi-Fi Protected Access • WPA --PSK (Pre-Shared Key) |
| Media Access Control | CSMA/CA with ACK |
| Frequency Range | 2.4 GHz to 2.462 GHz |
| Signal Range² | Indoors: Up to 328 feet (100 meters) Outdoors: Up to 1,312 feet (400 meters) |
| Power Consumption | <ul style="list-style-type: none"> • PowerSave mode = 28 mA • Standby mode = 4.66 mA • Transmit mode = 248 mA |
| Modulation Technology | <ul style="list-style-type: none"> • Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) • Complementary Code Keying (CCK) |
| Receiver Sensitivity | <ul style="list-style-type: none"> • 54 Mbps OFDM, 10% PER, -68 dBm) • 48 Mbps OFDM, 10% PER, -68 dBm) • 36 Mbps OFDM, 10% PER, -75 dBm) • 24 Mbps OFDM, 10% PER, -79 dBm) |

| | |
|-----------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 18 Mbps OFDM, 10% PER, -82 dBm) • 12 Mbps OFDM, 10% PER, -84 dBm) • 11 Mbps CCK, 8% PER, -82 dBm) • 9 Mbps OFDM, 10% PER, -87 dBm) • 6 Mbps OFDM, 10% PER, -88 dBm) • 5.5 Mbps CCK, 8% PER, -85 dBm) • 2 Mbps QPSK, 8% PER, -86 dBm) • 1 Mbps BPSK, 8% PER, -89 dBm) |
| Wireless Transmitter Power | 15 dBm ± 2dB |
| Internal Antenna Type | Dipole with detachable reverse SMA connector |
| Operating Temperature | 32°F to 131°F (0°C to 55°C) |
| Humidity | 95% maximum (non-condensing) |
| Dimensions | <ul style="list-style-type: none"> • L = 6.00 inches(152mm) • W = 5.56 inches(141mm) • H = 0.75 inches (19mm) |
| Weight | 0.19 lb (88g) |
| Certifications | FCC part 15b |
| Warranty | 3 Year |

Tarjeta Wireless PCMCIA DWL-G650:

| Specifications | |
|---|---|
| Standards | <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11 • IEEE 802.11b • IEEE 802.11g |
| Bus Type | 32-bit Cardbus |
| Data Rates With Automatic Fallback | <ul style="list-style-type: none"> • D-Link 108G: 108Mbps¹ • 54 Mbps • 48 Mbps • 36 Mbps • 24 Mbps • 18 Mbps • 12 Mbps • 11 Mbps • 9 Mbps • 6 Mbps • 5.5 Mbps • 2 Mbps • 1 Mbps |
| Security | <ul style="list-style-type: none"> • 64-, 128-WEP • 802.1x • WPA¹—Wi-Fi Protected Access • WPA —PSK (Pre-Shared Key) |
| Media Access Control | CSMA/CA with ACK |
| Frequency Range | 2.4 GHz to 2.462 GHz |
| Signal Range² | Indoors: Up to 328 feet (100 meters) Outdoors: Up to 1,312 feet (400 meters) |
| Power Consumption | <ul style="list-style-type: none"> • PowerSave mode = 28 mA • Standby mode = 4.66 mA • Transmit mode = 248 mA |
| Modulation Technology | <ul style="list-style-type: none"> • Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) • Complementary Code Keying (CCK) |
| Receiver Sensitivity | <ul style="list-style-type: none"> • 54 Mbps OFDM, 10% PER, -68 dBm) • 48 Mbps OFDM, 10% PER, -68 dBm) • 36 Mbps OFDM, 10% PER, -75 dBm) • 24 Mbps OFDM, 10% PER, -79 dBm) • 18 Mbps OFDM, 10% PER, -82 dBm) |

| | |
|-----------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 12 Mbps OFDM, 10% PER, -84 dBm) • 11 Mbps CCK, 8% PER, -82 dBm) • 9 Mbps OFDM, 10% PER, -87 dBm) • 6 Mbps OFDM, 10% PER, -88 dBm) • 5.5 Mbps CCK, 8% PER, -85 dBm) • 2 Mbps QPSK, 8% PER, -86 dBm) • 1 Mbps BPSK, 8% PER, -89 dBm) |
| Wireless Transmitter Power | 15 dBm ± 2dB |
| Internal Antenna Type | Dual Antenna Diversity Switching |
| Operating Temperature | 32°F to 131°F (0°C to 55°C) |
| Humidity | 95% maximum (non-condensing) |
| Dimensions | <ul style="list-style-type: none"> • L = 4.64 inches (114.3 mm) • W = 2.13 inches (54 mm) • H = 0.34 inches (8.7 mm) |
| Weight | 0.12 lbs (55 g) |
| Certifications | FCC part 15b |
| Warranty | 3 Year |

Cámara IP Wireless DCS-1000W:

| General Specifications | |
|--|---|
| General | <ul style="list-style-type: none"> • Built-in Web Server • 802.11b wireless or 10/100Mbps network access |
| Web Access Requirements | Any Java-Enabled or ActiveX compatible Web Browser. i.e. current versions of Microsoft Internet Explorer or Netscape Navigator |
| Remote Management Software Requirements | Microsoft Windows XP, 2000, Me, 98SE or 98 |
| Video | <ul style="list-style-type: none"> • 1/3" CMOS Digital VGA Sensor • 24-bit RGB color • Resolution: 640x480, 320x240 or 160x120 • 5 Level User Selectable JPEG Compression Rate • Frame Rate: 1, 5, 7, 15, 20 or Auto (actual performance depends on resolution, compression rate and network performance) • File size and network bandwidth depends on actual image content, lightness/darkness of content, frame rate, compression level, resolution. Higher compression and low frame rate results in lower bandwidth requirements, while low compression and high frame rates result in higher network bandwidth and higher image quality. |
| Exposure | <ul style="list-style-type: none"> • Gain Control: Automatic or Manual • White Balance: Automatic or Manual • Brightness Control: Slide bar or display 1-128 • Exposure: Automatic or Manual • Contrast Control: Slide bar • Hue Control: Slide bar • Shutter: 1/60 ~ 1/15000 sec • Minimum Illumination: 2.5lux@f1.4, 3000K color • Warning: Never aim the camera directly at the sun or at extreme light sources. Doing so may cause unrecoverable damage to the CMOS sensor. |
| Warranty | Limited 1-Year Warranty |
| Lens | <ul style="list-style-type: none"> • Replaceable standard C/CS mount • Focus: 20cm ~ infinity • Manual Focus • Aperture: F 1.8 • Focal Length: 6.0 mm |
| System Settings Main | <ul style="list-style-type: none"> • Camera Name & Location • IP Address: Static or Dynamic • Default Gateway Address |

| | |
|-----------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • DNS Address • Manager ID (username) • Manager Password • Recover Default Values • Wireless Network Name (ESSID) • Wireless Channel • Wireless Encryption Key • Open Second Port |
| Date/Time | <ul style="list-style-type: none"> • Synchronize with time server • Set Manually |
| Trigger | <ul style="list-style-type: none"> • On/Off • Send e-mail with image attachment • SMTP server address • Sender e-mail address • Receiver e-mail address • Sending Interval (time between each send) • Sending Time (number of times an e-mail will be sent) |
| Protocol Support | HTTP, TCP/IP, UDP, RARP, PING, ARP, DHCP, BootP, PPPoE |
| Network Interface | <ul style="list-style-type: none"> • 802.3/802.3u NWAY Autosensing 10/100Mbps (RJ-45 Jack) • Wireless 802.11b Wi-Fi compatible |
| Firmware Updates | Via Web Interface or Remote Management Software |
| Remote Management Software | <ul style="list-style-type: none"> • Remotely manage and control unlimited number of DCS-1000W Internet Cameras • Microsoft Windows XP, 2000, Me, 98SE and 98 compatible • View 16, 9, 4 or 1 Camera on one screen • Supports all management functions provided in web interface • Record streaming video to hard drive in AVI format • Motion detection to trigger automatic recording |
| Hardware | <ul style="list-style-type: none"> • Power Supply: DC 5V/2.4A • Power Requirements: 6.5Watt (1300mA X 5V) • User Selectable Network Switch: LAN/LAN&WAN/WAN • Indoor Use Only. Outdoor Use Requires Protective Housing. • Operating temperature: 5° ~ 50°C • Storage temperature: -25° ~ 50°C • Humidity: 5% ~ 95% non-condensing • Size: 6.5 in length x 3.5 in width x 2.25 in height |
| I/O Connector | <ul style="list-style-type: none"> • Used to connect external triggers (i.e. motion detection) • Four I/O Ports, 2 x Input, 2 x Output • I/O Status: Normally On • 8-Pins Total |

| | |
|--------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Maximum Current: 100mA • Output Voltage: DC 5V |
| LED Indicator | <ul style="list-style-type: none"> • Power & Link • Selectable LED Control: Normal, Off, Dummy |
| EMI & Safety | <ul style="list-style-type: none"> • FCC Class A, CE, VCCI • For Industrial Use Only |
| Accessories Included | <ul style="list-style-type: none"> • 2 x 802.11b Wireless Antenna • CAT5 Fast Ethernet Cable • Stand with multi-angle connectors • CD with Remote Management and ActiveX Software • AC Power Adapter |
| Wireless Specifications | |
| Data Rate Mbps/channel | <ul style="list-style-type: none"> • 11 : CCK • 5.5 : CCK • 2 : DQPSK • 1 : DBSK |
| Range | <ul style="list-style-type: none"> • Indoor - per cell approximately 114 to 328 feet • Outdoor - per cell approximately 328 to 984 feet |
| Encryption | 64-bit, 128-bit or OFF |
| Transmit Power | <ul style="list-style-type: none"> • Nominal Temp. Range: 17 dBm • Extended Temp. Range: 14 dBm min. • Transmit Power, 2.7v to 3v: 14 dBm min. |
| Receive Sensitivity | <p>Nominal Temp Range:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 Mbps 10-5 BER @ -90 dBm, minimum • 5.5 Mbps 10-5 BER @ -87 dBm, minimum • 11 Mbps 10-5 BER @ -84 dBm, minimum <p>Extended Temp Range:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 Mbps 10-5 BER @ -84 dBm, minimum • 5.5 Mbps 10-5 BER @ -81 dBm, minimum • 11 Mbps 10-5 BER @ - 78 dBm, minimum |
| Network Architecture | <ul style="list-style-type: none"> • Supports Ad-Hoc Mode (Peer-to-Peer without Access Point) or Infrastructure Mode (Communications to wired networks via Access Points with Roaming) |

| | |
|---------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> Compliant with IEEE 802.11b Standards |
| Antenna | <ul style="list-style-type: none"> Internal patch antenna supporting diversity Mobility: Seamless roaming across cell boundaries within access point range |
| Frequency Range | 2.4 - 2.4835 GHz, Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) |
| Operating Channels | <ul style="list-style-type: none"> 1-11 United States (FCC) 1-11 Canada (DOC) 1-14 Japan (MKN) 1-13 Europe (Except Spain and France) (ETSI) |