

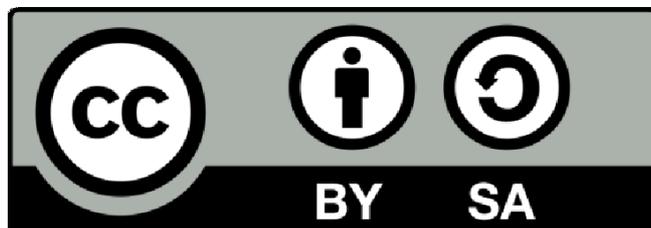
**IMPLANTACIÓN DE UN MODELO DE RED ABIERTA TIPO MESH  
PARA PROPAGAR EL ACCESO LIBRE AL SERVICIO DE  
BIBLIOTECA Y CONTENIDOS ABIERTOS**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN SOFTWARE LIBRE**  
**Administración de Redes y de Sistemas Operativos**

**JORGE ARDILA MARTINEZ**

**Consultor: MIGUEL MARTÍN MATEO**  
**Tutor UOC: ANGEL BALTASAR SANCHEZ**

**Duitama, Junio 11 de 2014**



**Implantación de un modelo de red abierta tipo MESH para propagar el acceso libre al servicio de biblioteca y contenidos abiertos se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 3.0 Unported: Se permite usar la obra y generar obras derivadas, incluso con fines comerciales, pero la distribución de las obras derivadas debe hacerse mediante una licencia idéntica a la de la obra original, reconociendo a los autores.**

## Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Presentación del proyecto.....	7
1.2. Justificación.....	7
1.3. Objetivo General.....	8
1.4. Objetivos Específicos.....	8
2. NECESIDADES Y REQUISITOS DEL CLIENTE.....	9
2.1. Presentación del cliente.....	9
2.2. Análisis de la situación actual.....	9
2.3. Definición de requisitos del sistema.....	10
2.3.1. Requisitos administrativos.....	10
2.3.2. Requisitos legales.....	11
2.3.3. Requisitos de coste.....	11
2.3.4. Requisitos técnicos.....	11
2.4. Estudio de alternativas de solución.....	11
2.4.1. Modelo de la solución.....	12
2.4.2. Hardware.....	12
2.5. Valoración y elección de las posibles soluciones.....	14
3. DISEÑO RED MESH.....	15
3.1. Vista general de la Arquitectura a implementar.....	15
3.2. Diseño de la red.....	16
3.2.1. Equipos troncales.....	17
3.2.2. Equipos Locales.....	17
3.2.3. Sistema operativo (Firmware).....	17
3.2.4. Configuración de acceso y enlace.....	18
3.3. Diseño servicios.....	18
3.3.1. Seguridad de la red.....	18
3.3.2. Creación de un nuevo nodo.....	19
3.3.3. Publicación de contenidos.....	19
3.4. Marco Legal.....	19
4. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLANTACIÓN RED MESH.....	21
4.1. Plan de pruebas.....	21
4.1.1. Conectividad.....	21
4.1.2. Acceso a recursos y seguridad.....	22
4.2. Plan de capacitación.....	22

4.2.1. Capacitación a administradores locales.....	22
4.2.2. Clientes de la red.....	22
5. PLAN DE TRABAJO.....	23
6. IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED LIBRE TIPO MESH EN LA CIUDAD DE DUITAMA.....	25
6.1. Selección y adquisición de equipos.....	25
6.2. Instalación de nodos.....	26
6.2.1. Selección e instalación del sistema operativos.....	26
6.2.2. Instalación de paquetes.....	28
6.2.3. Ajustes a la configuración.....	29
6.2.3.1. Configuración del protocolo B.A.T.M.A.N.....	30
6.2.3.2. Ajustes a las interfaz.....	31
6.3. Arquitectura de la red.....	32
6.3.1. Red comunitaria.....	32
6.3.2. Red troncal.....	33
6.3.3. Red de servicios.....	34
7. IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS.....	35
7.1. Implementación de Firewall.....	35
7.2. Implementación de WiFiDog.....	35
7.3. Implementación de KOHA.....	36
7.4. Implementación de Mediawiki.....	37
8. RESULTADOS, VALORACIONES Y CONCLUSIONES.....	38
8.1. Resultado.....	38
8.1.1. Información general de la red abierta implementada.....	38
8.1.2. Resultados de pruebas de conectividad de la red.....	41
8.1.3. Resultados de la implementación de servicios.....	42
8.1.4. Resultado en los servicios implementados.....	44
8.1.4.1. WiFiDog.....	44
8.1.4.2. Mediawiki.....	45
8.1.4.3. KOHA.....	46
8.1.4.3.1. Cliente: Consulta libros y solicita su préstamo si lo requiere para un usuario autenticado.....	47
8.1.4.3.2. Servidor: Permite las tareas administrativas para usuarios y documentos existentes en la biblioteca:.....	47
8.1.5. Políticas de uso red MESH.....	48
8.1.6. Resultados plan de pruebas.....	48
8.1.6.1. Instalación.....	48
8.1.6.1.1. Instalación de sistema operativo y paquetes requeridos.....	48
8.1.6.1.2. Detección de nodos adyacentes.....	49
8.1.6.1.3. Conexión con nodos adyacentes.....	49

8.1.6.1.4. Calidad de conexión con los nodos adyacentes.....	50
8.1.7. Resultados plan de capacitación.....	51
8.2. Valoraciones.....	52
8.3. Conclusiones.....	53
9. Anexos.....	55

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Modelo de red Mesh.....	12
Ilustración 2: Modelo MESH abierto.....	16
Ilustración 3: Plan de trabajo.....	24
Ilustración 4: Búsqueda y selección de equipo en matriz de compatibilidades.....	27
Ilustración 5: Red comunitaria por ethernet.....	33
Ilustración 6: Red comunitaria Wi-Fi para equipos móviles.....	33
Ilustración 7: Red WMAN.....	33
Ilustración 8: Mapa de la red abierta.....	38
Ilustración 9: Asignación de direcciones de red.....	41
Ilustración 10: Lista de nodos conectados a nodo colegio.....	41
Ilustración 11: Lista de nodos conectados a nodo externo.....	41
Ilustración 12: Lista general de originadores y rutas.....	42
Ilustración 13: Definición de protocolo DHCP para la red APPLAN.....	43
Ilustración 14: Reservaciones de dirección TCP/IP.....	43
Ilustración 15: Inicio de sesión con WiFiDog.....	45
Ilustración 16: Pagina inicial del servidor MediaWiki.....	46
Ilustración 17: Pagina principal de OPAC pata un usuario autenticado en KOHA.....	47
Ilustración 18: Pagina de inicio para un usuario administrador autenticado en KOHA.....	48
Ilustración 19: Resultado de la búsqueda de nodos adyacentes.....	49
Ilustración 20: Resultado de prueba de conexión.....	50
Ilustración 21: Velocidad de transferencia a través de el adaptador Wireless.....	51

## Índice de tablas

Tabla 1: Opción uno: Mikrotick.....	13
Tabla 2: Opción dos: Ubiquiti.....	14
Tabla 3: Características de equipo troncal.....	26
Tabla 4: Características de equipo local.....	26
Tabla 5: Parámetros para la red MESH.....	29
Tabla 6: Parámetros TCP/IP de la red MESH.....	30
Tabla 7: Parámetros TCP/IP de la red de aplicaciones.....	30
Tabla 8: Comandos para el ajuste de la red MESH.....	31

Tabla 9: Lista de servidores.....	34
Tabla 10: Datos usado para implementar el Firewall.....	35
Tabla 11: Datos usado para instalar WiFidog-auth.....	36
Tabla 12: Datos guía para implementar Koha.....	36
Tabla 13: Datos usados para implementar MediaWiki.....	37
Tabla 14: Configuración nodo colegio.....	39
Tabla 15: Configuración nodo externo.....	40
Tabla 16: Descripción de las direcciones e interfaz de red.....	40
Tabla 17: Capacitación para el administrador IT del Colegio Seminario Diocesano Duitama	52
Tabla 18: Costos de implementación de una red abierta tipo MESH.....	53

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Presentación del proyecto

En el contexto local la realidad del acceso a la información se encuentra enmarcada en las limitaciones impuestas por los proveedores de servicios de Internet (únicamente dos) que al tratarse del colegio seminario Diocesano de Duitama y sector circundante, de una comunidad estudiantil de más de 2000 estudiantes (de los cuales 1300 son seminaristas y el restante número de la población aledaña) es una necesidad imperiosa el que existan canales abiertos para la difusión y acceso masivo de los integrantes de esta comunidad a herramientas educativas y contenidos bibliográficos que no necesariamente estén sujetos a un acuerdo de dependencia comercial pero que por ser de estándares abiertos no violenten los criterios legales vigentes en el marco jurídico colombiano.

En el contexto global, a pesar de los ISP están destinando cada vez más recursos a la generación de contenidos educativos disponibles en línea, algunos de ellos basados en Software Libre, esos contenidos y recursos están y seguirán estando al alcance de quienes a través de un acuerdo de pago por el servicio puedan conseguir dicho acceso, pero teniendo en cuenta que la comunidad antes mencionada está conformada por gentes de todos los estratos socioeconómicos, la realidad es que los contenidos y herramientas diseñadas y puestas en línea por los ISP seguirán beneficiando a un sector privilegiado.

#### 1.2. Justificación

Lo anteriormente planteado, ha generado un cuestionamiento dentro de la comunidad del colegio seminario Diocesano de Duitama referente a cómo o cuáles canales pueden ser construidos para extender el acceso a recursos educativos, como los ya mencionados, a todos los integrantes de la comunidad sin discriminar por quienes puedan o no comprometerse comercialmente para tener acceso a éstos.

El dar respuesta al interrogante planteado e implementar en la comunidad una solución que esté enmarcada en los modelos de software libre, presentan la oportunidad de aplicar y

profundizar en los conocimientos adquiridos durante el estudio del Master.

### 1.3. Objetivo General

Implantación de un modelo de red abierta tipo MESH para propagar el acceso libre al servicio de biblioteca y contenidos abiertos.

### 1.4. Objetivos Específicos

- Diseño de nodo de red tipo MESH, teniendo en cuenta sus requerimientos técnicos y legales para Colombia
- Implementación de protocolo para propagación de red y acceso dinámico
- Pruebas de implementación de de nodos adicionales
- Implementación de mecanismos de control para acceso a servicios públicos de red
- Diseño e implementación de gestión y mantenimiento un nodo propio o agregado
- Implementación de servicios de biblioteca abierta con un servidor KOHA
- Formulación de políticas de uso y aportación de contenidos a dicha biblioteca

## 2. NECESIDADES Y REQUISITOS DEL CLIENTE

### 2.1. Presentación del cliente

El colegio seminario diocesano es una institución líder en la educación e innovación en la ciudad de Duitama, un ejemplo de ello es el interés que ha mostrado en abrir sus puertas al software libre a través del apoyo a varias jornadas de divulgación como lo es JSL 2012 o la actividad que tomó por nombre “Compartir no es asaltar barcos en el 2011” y el congreso de software libre en la educación en el 2010.

Al plantear la intención de desarrollar un aporte a la comunidad educativa que se basara en herramientas de software libre, se vio una oportunidad en la creación de mecanismos de acceso a la información desde fuera de la institución para dar cobertura e inclusión a las personas mas vulnerables o que por razones económicas no puedan tener acceso a sistemas de Internet bajo suscripción.

Es así que nace la idea y necesidad de implementar una red abierta que sirva como medio de comunicación a sistemas educativos abiertos soportados en software libre, que para éste trabajo se basará en una biblioteca de contenidos libres “Koha”.

Pero que sentido tiene una red abierta si solo se limita a un sector?, la idea de dicha red es permitir que personas que estén interesados en hacer difusión de la señal, puedan adherirse al proyecto haciendo uso de un modelo o guía a seguir y de ésta manera ampliar la cobertura de la señal y de los servicios de la biblioteca.

### 2.2. Análisis de la situación actual

Aunque se cuentan con pequeñas estaciones de Internet que el ministerio de las TIC patrocina a través de la alcaldía local como coordinadora, no se puede decir que los accesos son

totalmente libres ya que en éstos sitios se cobran pequeñas cuotas por el acceso a los equipos e Internet. En la ciudad de Duitama no existe ningún proyecto que permita la inclusión de las personas marginadas a sistemas de TIC información de una manera libre.

Es de resaltar que el ministerio de las TIC ha hecho un gran esfuerzo en dotar de herramientas informáticas a los sectores mas vulnerables del Colombia, se sigue limitando el acceso a plataformas cerradas o canales de Internet abiertos sin gestión de los contenidos, es así que dichas redes permanecen saturadas o con acceso limitado.

De otro lado, a nivel nacional los proyectos que buscan la proliferación del acceso al Internet o la información con el uso de redes libres abiertas, es limitado, se puede decir que los proyectos activos hasta el momento no suman mas de cinco, dentro de los cuales se pudo establecer un contacto a través de correo electrónico con los representantes de la Organización TIC Comunitarias en al ciudad de Bogotá y caribemesh ubicada en la ciudad de Cartagena.

### **2.3. Definición de requisitos del sistema**

A continuación se presentan los requisitos que guiaran el proyecto, las prioridades serán calificadas como Urgentes(u), Altas (a), Medias(m), Bajas (b):

#### **2.3.1. Requisitos administrativos**

- Acceso al nodo principal (m) : El colegio seminario será el administrador del nodo que de acceso a los servicios de la biblioteca.
- Publicación de contenido (m): El colegio seminario se encargará de evaluar el material a publicar

### 2.3.2. Requisitos legales

- **Licenciamiento (m):** Todas las licencias serán libres y los contenidos publicados serán Creative Commons o licencias similares que garanticen la libertad de la información.
- **Cumplimiento de normativa (a):** Los equipos de comunicación que se instalen deberán trabajar según la reglamentación de la Agencia nacional del espectro (ANE).
- **Marco legal colombiano (a):** Se requieren controles que garanticen el cumplimiento de la normativa colombiana en lo que respecta a tratamiento de la información y derechos de autor.

### 2.3.3. Requisitos de coste

- **Coste del hardware (b):** Las soluciones del nodo principal y los nodos adyacentes deben ser de bajo costo y de fácil acceso a la comunidad
- **Coste de la implementación: (b):** La implementación no debe ser mayor al costo de 4 horas ingeniero (labores de ajuste y configuración) y 4 horas técnico (labores de montaje y alineación de la antena).

### 2.3.4. Requisitos técnicos

- **Servicios de red (a):** Implementar los protocolos y servicios de red para dar acceso a los clientes y nodos adyacentes.
- **Servidor de KOAH (m):** El servidor de biblioteca debe quedar operativo para publicar libros bajo licencias libres.
- **Seguridad (a):** Todos los sistemas deben quedar protegidos por herramientas que mitiguen los riesgos de accesos no autorizados.

## 2.4. Estudio de alternativas de solución

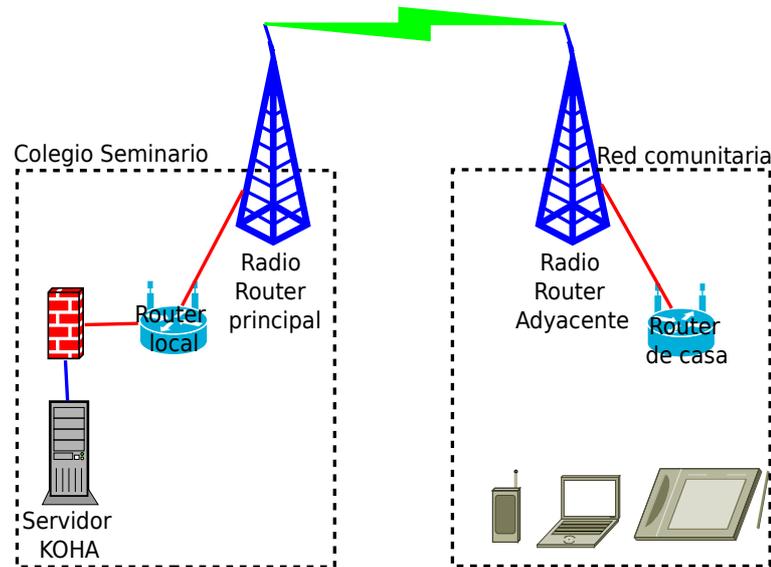
En el presente estudio de alternativas se evalúan las antenas troncales y sus prestaciones en

función del costo beneficio para el colegio o la misma comunidad de participantes.

Se parte de el hecho que se realizarán configuraciones bajo el ancho de banda de 2.4 Ghz que es rango que el ministerio de las TIC tiene destinada para redes inalámbrica locales.

### 2.4.1. Modelo de la solución

Para el análisis de la solución se toma como base un modelo recomendado por Guifi.net en el que la señal es transportada por routers troncales y luego bajada a routers secundarios que manejan la señal en la comunidad o usuarios de casa.



*Ilustración 1: Modelo de red Mesh*

### 2.4.2. Hardware

Se presentan dos opciones de hardware que cumplen con la compatibilidad con openWRT y protocolos de direccionamiento dinámico B.A.T.M.A.N

En el caso de la primera se requiere armar los componentes que se indican a continuación:

Elemento	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Mikrotik Rb493g	1	110€	110€
Mikrotik R52hn Mimo 2x2	1	40€	40€
Pigtals Internos MMCX-Nfb	2	15€	30€
Mikrotik Ca/Otu Caja Outdoor Grande	1	65€	65€
Alfa Network Ars-N19c - Antena Indoor 9 Dbi	2	12€	24€
Mirkotik 24hpow Fuente De Poder	1	15€	15€
Mikrotik Rb/Gpoe Inyector	1	10€	10€
Router linksys	1	60€	60€
Subtotal:			354€
IVA			57€
Total			411,00€

Tabla 1: Opción uno: Mikrotick

En el caso de la segunda opción basta con la instalación del los dos routers, el externo que asume el rol de troncal y el segundo que asume la carga de los usuarios y servicios locales

Elemento	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
UBIQUITI NANOSTATION 2	2	60€	120€
Router linksys	1	70€	70€
Subtotal:			192€
IVA			30,72€
Total			222,72€

Tabla 2: Opción dos: Ubiquiti

El servidor que se usará para la implementación de Koha y la maquina que hará de firewall serán equipos que el colegio seminario donará para hacer re utilización de hardware rezagado pero que en los roles que tendrán, serán de mucho provecho.

## 2.5. Valoración y elección de las posibles soluciones

Al evaluar las posibles soluciones se tiene que:

- En el caso de las dos soluciones, se cuentan con dos routers pero en la primera se debe implementar mas equipamiento y por tal razón la posibilidad de fallo puede ser mayor en el momento del ensamble. Adicionalmente, aunque la potencia es buena la relación de costo beneficio para los integrantes de la comunidad puede ser muy elevada y por tal razón se descarta para la implementación en el modelo.
- De otro lado la opción dos es de bajo costo y fácil implementación, a demás el hecho que los componentes estén integrados dentro del router, hace que la posibilidad de falla se reduzca en el momento de la instalación y su remplazo sea mas rápido ante una contingencia.
- Se considera que la opción dos es la más adecuada para los participantes de la comunidad o el mismo colegio.
- Respecto al servidor y el firewall, se implementará bajo licencia libre o compatibles, de ésta manera el colegio no entrará en gastos en licenciamiento.

### 3. DISEÑO RED MESH

#### 3.1. Vista general de la Arquitectura a implementar

Las redes en malla hace parte de la topología de redes inalámbrica que se encuentran formalizadas en la IEEE802.11s, éstas redes muestran su versatilidad por su bajo costo de implementación e independencia operativa pudiendo dar acceso a una comunidad. Dentro de sus principales características operativas se encuentra que no solo transportan datos de su estructura local, sino que sirven de puente para interconectar varios nodos a través tantas rutas como nodos existan, con lo anterior se tiene que los clientes locales de un nodo pueden tener acceso a los recursos difundidos desde los otros nodos sin que su acceso sea gestionado por los nodos troncales.

La imagen a continuación, muestra los componente que pueden hacer parte de una red abierta en malla (mesh).

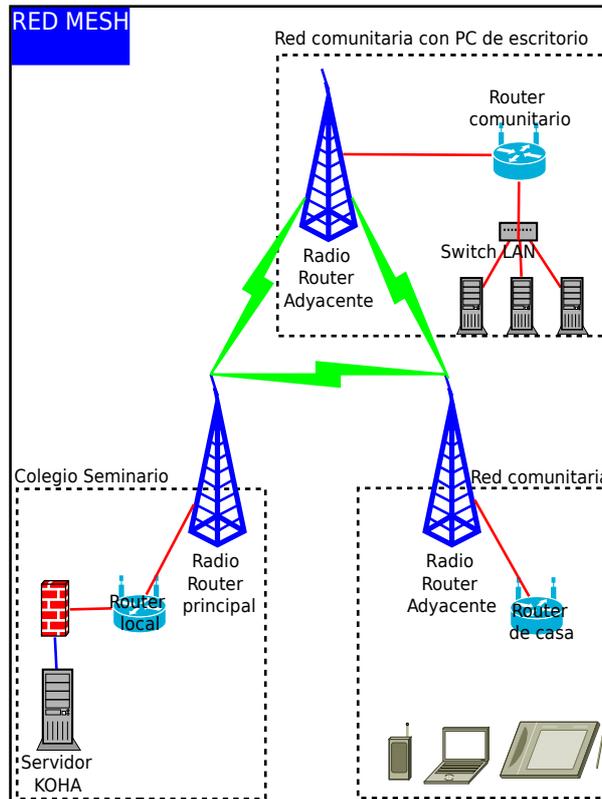


Ilustración 2: Modelo MESH abierto

Por lo anterior se hace necesaria la definición de los componentes físicos que componen un nodo y las herramientas de software que permiten su coherente conexión basada en el modelo de referencia OSI .

### 3.2. Diseño de la red

Las redes mesh permiten su interconexión haciendo uso de diferentes topologías y modelos de equipos siempre y cuando se mantengan unas condiciones comunes en la capa de enlace. Para el diseño físico se tienen en cuenta el rol de los los equipos de interconexión, por ello se distingue entre puntos de acceso (AP) para troncales y equipos locales que distribuyen los servicios a los clientes.

### 3.2.1. Equipos troncales

Los equipos a usar son AP Ubiquiti Nanostation M2 a 2.4Ghz con un procesador de Atheros MIPS 24KC 400 MHz y 32 MB de memoria Flash, éste equipo cuenta con dos puertos de red Ethernet. Actualmente en Colombia no es de fácil adquisición los equipo de 5Ghz, los cuales mejorarían el servicio a nivel de troncales.

### 3.2.2. Equipos Locales

La interconexión local depende de las necesidades del sitio, pueden ser equipos inalámbricos o switch físicos que permitan la inetconexión o enrutamiento a través de una de las interfaces locales del equipo troncal. Para el caso se está utilizando un equipo linksys WRT54G con 4 puertos ethernet y una interfaz Wi-Fi. Cuenta con un procesador broadcom de 200 MHz y 1 6MB de memoria Flash

### 3.2.3. Sistema operativo (Firmware)

Los equipos de comunicación tienen un sistema operativo que es el encargado de administrar y potenciar las características del hardware, éste sistema operativo es llamado Firmware el cual es personalizado de acuerdo a las necesidades de una comunidad en función de un hardware compatible con éste tipo de sistemas operativos.

La implementación se realizará con OpenWRT que tiene una compilación compatible con los equipos de red anteriormente mencionados, éste firmware permite su modificación, compilación y adición de nuevas aplicaciones o módulos.

Para el caso se usarán los módulos:

- **B.A.T.M.AN:** Por sus siglas en ingles (Approach To Mobile Ad-hoc Networking), es un módulo de encaminamiento dinámico diseñado y mantenido por Open-Mesh<sup>1</sup>
- **UCI:** Por sus siglas en ingles (Unified Configuration interfaz), es una interfaz de configuración que se integra con OpenWRT<sup>2</sup> para simplificar la configuración del sistema.

---

1 <http://www.open-mesh.org/>

2 <https://openwrt.org/>

### 3.2.4. Configuración de acceso y enlace

Los equipos troncales deben seguir los siguientes lineamientos en su configuración

- **RED:** Todos los equipos troncales de red deben pertenecerán a un mismo rango de red, el rango está dado por el protocolo TCP/IP y la asignación que se de en cada equipo que pertenezca a la red será única de tal manera que no pueden existir equipos con la misma asignación en una misma red.
- **Canal:** El canal es es parte del medio físico donde se desplegara la red, para el caso de la banda de 2.4 Ghz se cuenta con hasta 14 canales, según la regulación de cada país, que pueden ser usados para interconectar los equipos Wi-Fi.
- **Tipo de Red:** Todos los equipos deben estar en modo Ad-Hoc para que el servicio de encaminamiento dinámico (B.A.T.M.A.N) se engarce de su gestión.

## 3.3. Diseño servicios

Los servicios a prestar por el modelo planteado está orientado al acceso y uso de herramientas libres con servicios publicados desde los nodos, por tal razón se requiere hacer un control sobre el acceso a la conectividad y los servicios publicados.

### 3.3.1. Seguridad de la red

Los clientes contarán con acceso controlado y con herramientas de control basadas en herramientas propias del sistema operativo (iptables) que eviten el acceso de los clientes de la red a la gestión de los equipos locales o troncales.

Adicionalmente se gestionará el acceso a sitios considerados inapropiado según los objetivos de la red mesh.

Para tal fin se requiere la instalación en el sistema operativo OpenWRT en cada uno de los nodos de los siguientes módulos:

- iptables-mod-extra
- iptables-mod-ipopt
- kmod-ipt-nat
- iptables-mod-nat-extra
- libpthread
- WiFiDog

### 3.3.2. Creación de un nuevo nodo

Los nodos que se deseen adicionar a la red deberán seguir los lineamientos de conducta y técnicos que se requieran para evitar la degradación en los servicios.

La gestión técnica se realizará a través del un gestor que proveerá, a los interesados en hacer parte de la red, de la información necesaria para configurar y conectar coherentemente un nuevo nodo a la red.

### 3.3.3. Publicación de contenidos

La seguridad local de cada nodo debe ser gestionada por cada responsable local, así mismo si a bien lo tiene, OpenWRT permite integrar servidores de portales cautivos para gestionar localmente el acceso a los recursos de la red.

La publicación de servidores y contenidos se realizará con el apoyo de los gestores técnicos de la red quienes darán acceso a través de iptables a los recursos publicados.

## 3.4. Marco Legal

Todos los equipos usados deben ser configurados para cumplir con la Ley 1341 De 2009 “Por

la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones”

Adicionalmente se tiene en cuenta la Resolución 2544 del 14 de octubre 2009 por la cual se liberan algunas señales radio eléctricas para su libre utilización.

Todos los contenidos publicados deben estar sujetos a la licencias libres y compatibles con el marco legal colombiano establecido en la Ley 23 De 1982 de derechos de autor y les 599 en sus artículos 257, 270, 271 y 272.

### 4. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLANTACIÓN RED MESH

Para las tareas de implantación se deben seguir los pasos mencionados, teniendo especial atención en la selección del hardware ya que debe existir compatibilidad entre el el procesados de los equipos con el sistema operativo (openWRT) y los módulos. Para lograr ésto se debe seguir la guía de Hardware que está publicada la siguiente URL: <http://wiki.openwrt.org/toh/start>.

Adicionalmente se debe consultar con la hoja técnica del fabricante para verificar que hardware cumple con todos los aspectos técnicos y legales mencionado en éste documento.

#### 4.1. Plan de pruebas

A continuación se presentan las pruebas a realizar para verificar el servicio y mitigar los riesgos que se puedan encontrar.

##### 4.1.1. Conectividad

Se realizarán pruebas de a manera de lista de chequeo con un registro de las observaciones que se den a lugar tras las pruebas:

- **Búsqueda de nodos adyacentes:** deberá entregar una lista de los nodos que estén en el rango de acceso a la red.
- **Conexión con nodos adyacentes:** Deberá mostrar las conexiones que estén activas a través de la interfaz dedicada a la conexión mesh.
- **Calidad de conexión con los nodos adyacentes:** Se deberá verificar una taza mínima de transferencia de 12Mbs entre nodos.

### 4.1.2. Acceso a recursos y seguridad

Para minimizar el riesgo en el acceso de los recursos de conectividad y servicios, se realizarán pruebas periódicas de escaneo de la red. Del resultado presentado se informará a los administradores de cada nodo para que se tomen las medidas necesarias

## 4.2. Plan de capacitación

Se presentan los dos planes de capacitación, uno para administradores locales y el otro a los clientes de la red, a continuación se describe el alcance de cada uno de ellos.

### 4.2.1. Capacitación a administradores locales

Tras la capacitación a los administradores locales, ellos estarán en capacidad de:

- Modificar los parámetros de configuración de su red local.
- Reconfigurar el nodo local.
- Hacer una copia de respaldo del firmware y su configuración.

### 4.2.2. Clientes de la red

Con la capacitación a los clientes se quiere dar herramientas de difusión de los servicios ofrecidos en la red mesh y sus ventajas prácticas.

### 5. PLAN DE TRABAJO

Las tareas planteadas están alineadas con el objetivo propuesto para implementar un modelo “MESH” de red libre en la ciudad de Duitama y auspiciada por el Colegio Seminario Diocesano.

A continuación se presenta el plan de trabajo que se ha seguido:

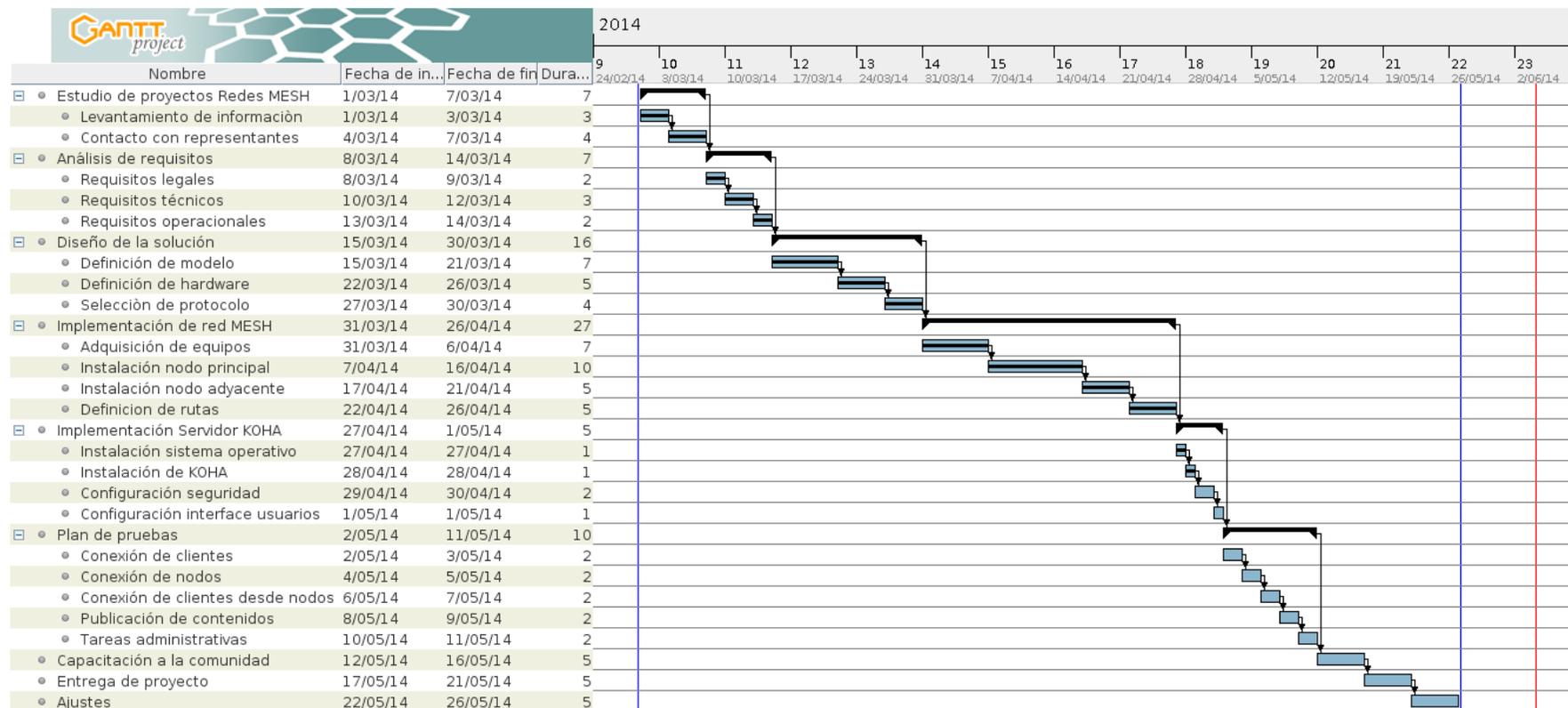


Ilustración 3: Plan de trabajo

### 6. IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED LIBRE TIPO MESH EN LA CIUDAD DE DUITAMA

En el presente numeral se presentan los detalles de la implementación de la red abierta tipo MESH, el desarrollo se sigue acorde al plan de trabajo y los objetivos trazados.

#### 6.1. Selección y adquisición de equipos

En la red se deben tener en cuenta dos tipos de equipos, los que cumplirán el rol de troncales y los que entregaran la señal localmente, para la adquisición de los equipos se necesitó tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La Resolución 2544 de 2009 por la cual se asignan las bandas de frecuencias para uso libre por sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbrica de área local, la cual exige que los equipos para redes inalámbrica, deben funcionar en una frecuencia de 2.4GHz.
- Otro de los aspectos a tener presente en la selección del hardware es la compatibilidad con un sistema operativo abierto para equipos de comunicación, esto requiere que el equipo esté en capacidad de permitir que se le instalen los binarios de OPENWRT que es el sistema operativo a usar.
- Para los equipos que han de asumir el rol de troncal en la red mesh, se usaran equipos con antena unidireccionales con una ganancia de no menor a 10DBi

En la siguientes tablas se presentan las características técnicas del equipo que cumple con las condiciones anteriormente definidas acordes a su rol:

Equipo Troncal	
Marca	Ubiquiti
Modelo	Nanostation M2
Procesador	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz
Memoria	32 MB SDRAM, 8 MB Flash
Wireless	2.4GHz, 802.11b/g

*Tabla 3: Características de equipo troncal*

Equipo Local	
Marca	Linksys
Modelo	WRT54G
Procesador	Broadcom 5352, 200Mhz
Memoria	16 MB SDRAM, 4 MB Flash
Wireless	2.4GHz, 802.11b/g

*Tabla 4: Características de equipo local*

## 6.2. Instalación de nodos

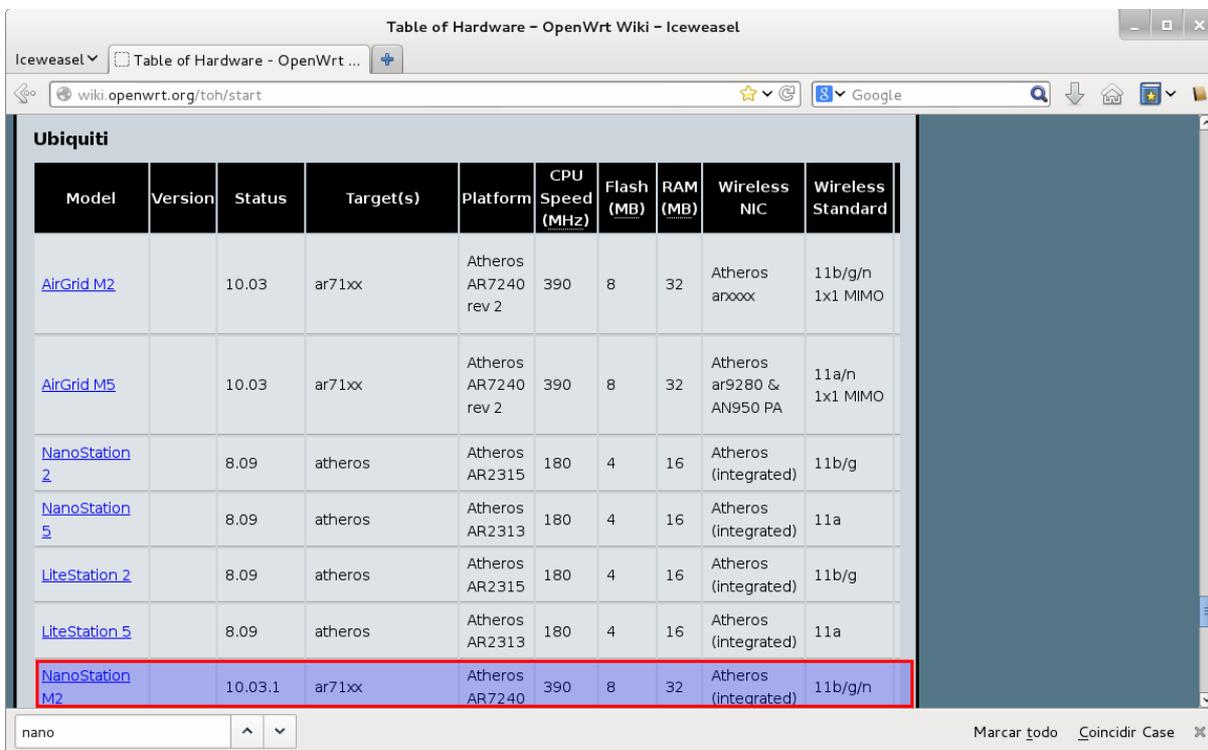
En esta sección se presenta el proceso a seguir para la instalación de un nodo, en cada uno de los pasos se definirá los parámetros de configuración y los procesos seguidos para llevar los nodos a su funcionamiento.

### 6.2.1. Selección e instalación del sistema operativos

En este paso se debe verificar la compatibilidad de hardware con el sistema operativo y los protocolos de enrutamiento a usar. Para la implementación se usará OPENWRT como sistema operativo y como protocolo de conexión se usará B.A.T.M.A.N, que actúa en el nivel 2 del modelo OSI.

El proceso se inicia con la verificación de la compatibilidad del sistema operativo con el

hardware, para ello se toma la referencia de la matriz de compatibilidades que se encuentra en el sitio <http://wiki.openwrt.org/toh/start>. Dicha matriz provee un acercamiento a la identificación del chip que el que realmente importa en el momento de una acertada elección de hardware.



The screenshot shows a web browser window displaying the 'Table of Hardware' page from the OpenWrt Wiki. The page title is 'Table of Hardware - OpenWrt Wiki - Iceweasel'. The browser address bar shows 'wiki.openwrt.org/toh/start'. The table lists various Ubiquiti devices with columns for Model, Version, Status, Target(s), Platform, CPU Speed (MHz), Flash (MB), RAM (MB), Wireless NIC, and Wireless Standard. The 'NanoStation M2' row is highlighted in red, indicating it is the selected device.

Model	Version	Status	Target(s)	Platform	CPU Speed (MHz)	Flash (MB)	RAM (MB)	Wireless NIC	Wireless Standard
<a href="#">AirGrid M2</a>		10.03	ar71xx	Atheros AR7240 rev 2	390	8	32	Atheros arxxxx	11b/g/n 1x1 MIMO
<a href="#">AirGrid M5</a>		10.03	ar71xx	Atheros AR7240 rev 2	390	8	32	Atheros ar9280 & AN950 PA	11a/n 1x1 MIMO
<a href="#">NanoStation 2</a>		8.09	atheros	Atheros AR2315	180	4	16	Atheros (integrated)	11b/g
<a href="#">NanoStation 5</a>		8.09	atheros	Atheros AR2313	180	4	16	Atheros (integrated)	11a
<a href="#">LiteStation 2</a>		8.09	atheros	Atheros AR2315	180	4	16	Atheros (integrated)	11b/g
<a href="#">LiteStation 5</a>		8.09	atheros	Atheros AR2313	180	4	16	Atheros (integrated)	11a
<a href="#">NanoStation M2</a>		10.03.1	ar71xx	Atheros AR7240	390	8	32	Atheros (integrated)	11b/g/n

Ilustración 4: Búsqueda y selección de equipo en matriz de compatibilidades

Tras confirmar la compatibilidad del dispositivo con el sistema operativo, se debe seguir con la descarga; dicha tarea se realiza en la dirección <http://downloads.openwrt.org/> donde se deberá escoger la versión de sistema operativo a que se desea descargar (Ilustración 4 “Target”). Es importante anotar que para el hardware implementado se utilizó la versión SNAPSHOT en su compilación genérica para el dispositivo Ubiquiti Nanostation M2 <http://downloads.openwrt.org/snapshots/trunk/ar71xx/openwrt-ar71xx-generic-ubnt-nano-m-squashfs-factory.bin> . Dicha opción se tomo por las incompatibilidades existentes en las demás versiones con el protocolo B.A.T.M.A.N.

Luego de la descarga se realiza el proceso de instalación donde se configura al equipo de manera que permita la carga del sistema operativo a través del protocolo TFTP en los siguientes pasos explica el proceso seguido con el hardware seleccionado:

- Preparar la interfaz de red del PC para que acceda a la dirección IP 192.168.1.1
- Reiniciar el dispositivo en modo a prueba de errores
- Iniciar la consola TFTP y ajustar la transferencia a modo binario
- Iniciar la carga del sistema operativo seleccionado con el comando `put`.
- Reiniciar el dispositivo y acceder por TELNET a través de la dirección IP por inicial de OPENWRT (192.168.1.1)
- Con el comando `passwd` se asignará una contraseña para el usuario root del dispositivo, dicha clave sera usada posteriormente para acceder al dispositivo a través SSH.

### 6.2.2. Instalación de paquetes

Tras la instalación del sistema operativo, se deben descargar e instalar los paquetes que sean necesarios para la implementación del nodo que se conectará a la red MESH. Los paquetes son descargados de la carpeta Packages ubicada en el mismo sitio de donde se descargo el sistema operativo del router <http://downloads.openwrt.org/snapshots/trunk/ar71xx/packages/>. Los paquetes, previamente descargados serán, enviados a través de SSH con el comando `scp` hacia la carpeta `tmp` del router

```
scp paquete.ipk root@192.168.1.1:/tmp
```

Los paquetes a instalar son:

- `kmod-batman-adv`
- `kmod-crypto-crc32c`

- kmod-lib-crc16
- kmod-crypto-hash
- kmod-lib-crc
- wireless-tools
- iperf
- bwm
- bwmping.

El comando usado para hacer la instalación de todos los paquetes descargados es:

```
opkg install /tmp/*ipk
```

### 6.2.3. Ajustes a la configuración

Después de la instalación de los paquetes, se ha de realizar los ajustes requeridos para la implementación de la red. A continuación se presentan las consideraciones de diseño de la red MESH y de la red WMAN (Red inalámbrica de área metropolitana) sobre la cual se basará el proyecto y la red APPLAN (Red de aplicaciones)

Red MESH	
BSSID	02:CA:FE:CA:CA:40
SSID	mesh
Canal	11g

Tabla 5: Parámetros para la red MESH

Red MAN	
IP RED	172.16.0.0
Mascara	255.255.255.192
Puerta de enlace	172.16.0.1
Rango	172.16.0.1 - 172.16.0.62

Tabla 6: Parámetros TCP/IP de la red MESH

Red APPLAN	
IP RED	192.168.11.0
Mascara	255.255.255.224
Puerta de enlace	192.168.11.1
Rango	192.168.11.1 - 192.168.11.30

Tabla 7: Parámetros TCP/IP de la red de aplicaciones

Con base a los parámetros definidos se procederá con las tareas de personalización del sistemas, entre estas está el ajustar el nombre del equipo, dicho nombre será el que identifique al nodo.

El comando para ello es:

```
uci set system.@system[0].hostname=NombreNodo
uci commit
```

### 6.2.3.1. Configuración del protocolo B.A.T.M.A.N

A continuación se presentan las tareas a seguir para la configuración del protocolo de enrutamiento de capa dos B.A.T.M.A.N. En esta fase se debe tener muy claro la interfaz por la cual el protocolo será implementado, para el caso se creará una interfaz llamada `adhoc0`. Lo anterior implica descartar la interfaz `wlan0` que viene pre-configurada en el sistema operativo.

Ajustes de red MESH y protocolo B.A.T.M.A.N	
Instalación del servicio batman-adv	modprobe batman-adv.ko insmod batman-adv.ko
Reinicio del sistema	reboot && exit
Descarte de la interfaz WLAN0	uci delete wireless.radio0.disabled uci delete wireless.@wifi-iface[0] uci commit wireless
Creación de la nueva interfaz por la que se comunicarán los nodos a través de Wireless y protocolo B.A.T.M.A.N.	uci set wireless.wmesh=wifi-iface uci set wireless.wmesh.device=radio0 uci set wireless.wmesh.ifname=adhoc0 uci set wireless.wmesh.network=mesh uci set wireless.wmesh.mode=adhoc uci set wireless.wmesh.ssid=mesh uci set wireless.wmesh.bssid=02:CA:FE:CA:CA:40 uci commit wireless
Vinculación de la red inalámbrica creada con el protocolo B.A.T.M.A.N	uci set network.mesh=interfaz uci set network.mesh.mesh=bat0 uci set network.mesh.mtu=1532 uci set network.mesh.proto=batadv uci commit network
Refresco de las interfaz de red	/etc/init.d/network reload
Verificación de las interfaz de red, debe aparecer la interfaz <b>adhoc0</b>	ls /sys/class/net/

Tabla 8: Comandos para el ajuste de la red MESH

### 6.2.3.2. Ajustes a las interfaz

Para satisfacer las necesidades del diseño planteado, se requiere hacer un puente entre la interfaz del enlace troncal (adhoc0) y el puerto ethernet (eth0) que lleva la señal para ser desplegada en los usuarios de la red. Adicionalmente se requiere activar la característica “bridge\_loop\_avoidance” y desactivar la característica “Fragmentation” del servicio batman-adv. Luego de realizados los ajustes se deben vincular las interfaz que serán puente en una interfaz lógica que será llamada br-lan. Todo lo anterior se debe realizar en el proceso de

arranque del dispositivo, por tal razón se debe declarar en un archivo por lote del inicio `/etc/rc.local`.

A continuación se presentan las líneas que se han de adicionar a dicho archivo:

```
batctl bl 1
batctl f 0
sleep 10
brctl addif br-lan bat0
sleep 10
ifconfig eth0 up
ifconfig bat0 up
ifconfig br-lan up
exit 0
```

### 6.3. Arquitectura de la red

Con el ánimo de ejercer gestión sobre la red, se han definidos 3 zonas para los servicios de la red, a continuación se presentan las características de cada una de ellas.

#### 6.3.1. Red comunitaria

Es la red LAN de cada sitio donde se conectaran los clientes, está gestionada localmente por un equipo capa tres. La administración depende de la comunidad de clientes. El acceso a ella se controlará a través del paquete WiFiDog.

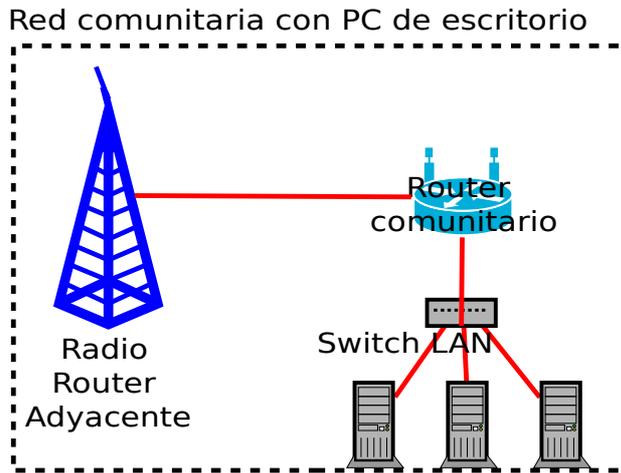


Ilustración 5: Red comunitaria por ethernet

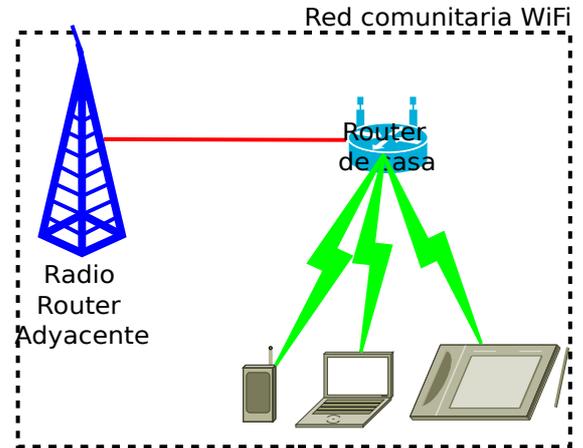


Ilustración 6: Red comunitaria Wi-Fi para equipos móviles

### 6.3.2. Red troncal

Es la red WMAN que interconectará a los clientes de las redes de difusión local al nodo central donde se proveen las aplicaciones y salida a Internet. El acceso está gestionado por el administrador del súper nodo quien entregará las dos direcciones IP que se gestionan a través del protocolo DHCP usando el esquema de reservación de IP por Mac Address

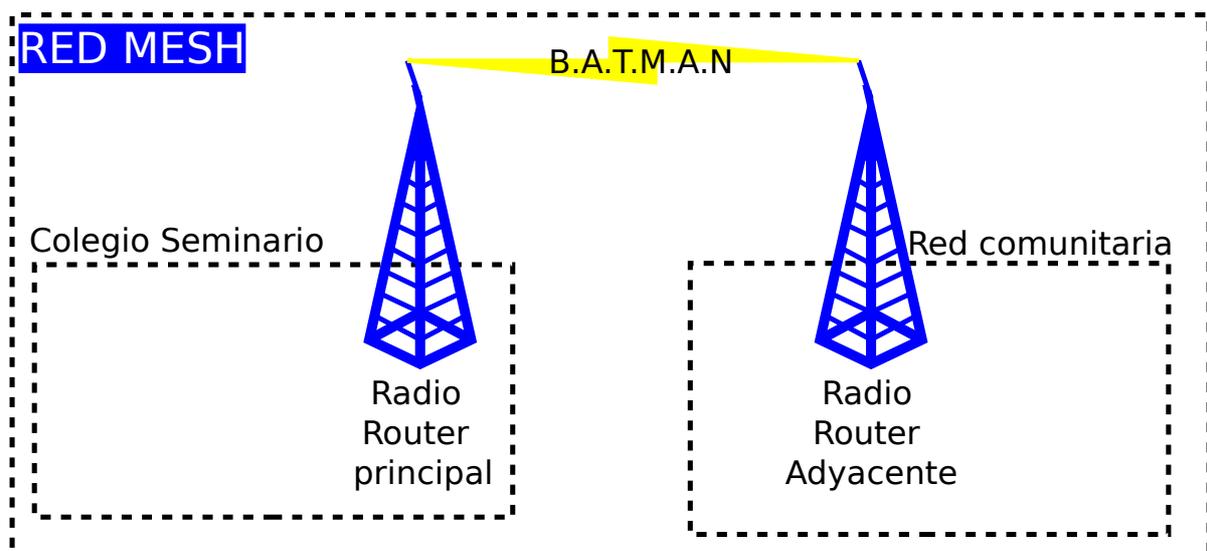


Ilustración 7: Red WMAN

### 6.3.3. Red de servicios

En ésta red tipo LAN se localizan los servicios de infraestructura y aplicaciones de la solución. Los servidores alojados son:

Servidores de infraestructura		
PFSENSE	Eth0: WAN > DHCP Eth1: WMAN > 172.16.0.0/26 Eth2: APPLAN > 192.168.11.1/27	Firewall; DHCP; DNS; Acceso a Internet
WIFIDOG	192.168.11.2/27	Servidor de autenticación para clientes de la redes locales
KOHA	192.168.11.5/27	Servidor de biblioteca
WIKI	192.168.11.6/27	Servidor de publicación de contenidos académicos

*Tabla 9: Lista de servidores*

## 7. IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS

Los numerales que siguen presentan los datos técnicos relevantes en la implementación de los servicios requeridos en la solución de la red abierta tipo MESH para el Colegio Seminario Diocesano de Duitama

### 7.1. Implementación de Firewall

Tiene por misión gestionar el tráfico entre las redes internas y externas, de ésta manera aportando seguridad y mitigando los riesgos por accesos abusivos.

Datos técnicos Firewall	
Producto	PfSense 2.1.3
Sistema operativo	FreeBSD i386
Servicios	DHCP, DNS
Zonas	WAN, WMAN, APPLAN
Nombre host	Pfsense.colsem.edu.co
Paquetes	No requiere paquetes adicionales

*Tabla 10: Datos usado para implementar el Firewall*

### 7.2. Implementación de WiFiDog

Es un servicio que hace la función de autenticación de los usuarios de los nodos adyacentes. Está dividido en dos partes, la parte cliente que se implementará en el sub-nodo externo y se instalará desde los paquetes de open-wrt y la parte de autenticación que se implementará sobre un servidor Debian Wheezy

Datos técnicos WiFiDog	
Producto	Mediawiki 1.22.6
Sistema operativo	Debian Wheezy
Servicios	Servidor de de base de datos (postgres) y servidor WEB
Nombre host	srvWiFiDog .colsem.edu.co
Paquete	ssh php5 php5-cgi php5-common php5-pgsql php-pear php5-xmlrpc php5-curl php5-mcrypt php5-dev libapache2-mod-php5 libpcre3-dev php5-mbstring php-xml php-gettext php-mhash libphp-magpierss locales-all
Repositorio	svn checkout <a href="https://dev.wifidog.org/svn/trunk/wifidog-auth">https://dev.wifidog.org/svn/trunk/wifidog-auth</a>
Pasos de instalación	<a href="http://dev.wifidog.org/wiki/doc/install/debian/auth-server">http://dev.wifidog.org/wiki/doc/install/debian/auth-server</a>

*Tabla 11: Datos usado para instalar WiFidog-auth*

### 7.3. Implementación de KOHA

Koha es una aplicación cliente servidor diseñada para la gestión de registros documentales en una biblioteca, la versión actual es instalable sobre Debian Wheezy.

Datos técnicos KOHA	
Producto	KOHA 3.14
Sistema operativo	Debian Wheezy
Servicios	Servidor de de base de datos y servidor WEB
Nombre host	Pfsense.colsem.edu.co
Consola de administración	<a href="https://Pfsense.colsem.edu.co:8080">https://Pfsense.colsem.edu.co:8080</a>
Aplicación cliente	<a href="https://Pfsense.colsem.edu.co:80">https://Pfsense.colsem.edu.co:80</a>
Paquete	ssh perl-doc koha-common mysql-server apache2 php5 php-pear php5-suhosin php5-mysql
Repositorio	deb <a href="http://debian.koha-community.org/koha">http://debian.koha-community.org/koha</a> squeeze main
Pasos de instalación	<a href="http://wiki.koha-community.org/wiki/Koha_3.x_on_Debian_Squeeze">http://wiki.koha-community.org/wiki/Koha_3.x_on_Debian_Squeeze</a>

*Tabla 12: Datos guía para implementar Koha*

## 7.4. Implementación de Mediawiki

Mediawiki es un servidor diseñado para crear conocimiento colectivo, donde los usuarios registrados pueden editar el contenido y publicar

Datos técnicos Mediawiki	
Producto	Mediawiki 1.22.6
Sistema operativo	Debian Wheezy
Servicios	Servidor de de base de datos y servidor WEB
Nombre host	Srvwiki.colsem.edu.co
Paquete	ssh mysql-server apache2 php5 php-pear php5-mysql php5-xcache php-pecl-apc php5-mysql libapache2-mod-php5 php-apc php5-intl php5-cli
Repositorio	<a href="http://releases.wikimedia.org/mediawiki/1.22/">http://releases.wikimedia.org/mediawiki/1.22/</a>
Pasos de instalación	<a href="http://www.mediawiki.org/wiki/Manual:Running_MediaWiki_on_Ubuntu">http://www.mediawiki.org/wiki/Manual:Running_MediaWiki_on_Ubuntu</a>

Tabla 13: Datos usados para implementar MediaWiki

## 8. RESULTADOS, VALORACIONES Y CONCLUSIONES

### 8.1. Resultado

La red está conformada por dos nodos troncales y un sub-nodo que tiene la misión de desplegar la señal de Internet localmente, a continuación se presentan el estado operativo de los equipos en funcionamiento.

#### 8.1.1. Información general de la red abierta implementada

La red WMAN está diseñada para recibir hasta hasta 25 nodos con sus respectivos sub-nodos (Ver diseño), la asignación de direcciones se realiza a través de DHCP que es gestionado por el equipo que cumple la función de Firewall.

La ilustración a continuación fue tomada desde la Herramienta A.L.F.R.E.D (Almighty Lightweight Fact Remote Exchange Daemon)<sup>3</sup> del proyecto OPEN-MESH, representa el estado actual de la red donde el nodo principal está conectado con sus adyacentes a través de protocolo B.A.T.M.A.N.

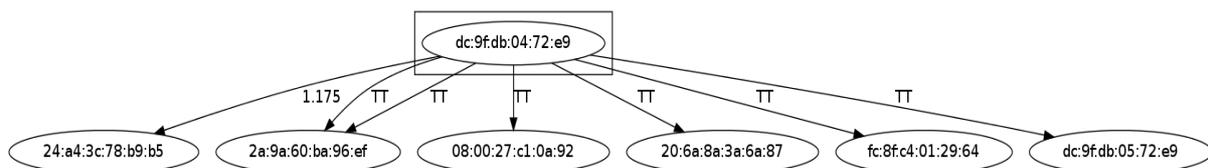


Ilustración 8: Mapa de la red abierta

El nodo central representa al nodo del colegio y el nodo adyacente está mostrado con la etiqueta 1.175. Los nodos etiquetados con “TT”<sup>4</sup> son equipos que están conectados en al red y son registrado en la tabla de traslación de originadores sin ser nodos B.A.T.M.A.N.

3 <http://www.open-mesh.org/projects/open-mesh/wiki/Alfred>

4 <http://www.open-mesh.org/projects/batman-adv/wiki/TT-Flags>

Para mayor claridad de la ilustración anterior e identificación de los equipos a través de la Mac Address, se presenta la configuración de los equipos que son parte de la red troncal. Las características son:

Configuración Nodo Colegio	
Hardware Antena	Ubiquiti
Referencia	Nanostation M2
MAC	DC:9F:DB:04:72:E9
SO	Linux 3.10.36 #1 Sun May 4 12:32:23 UTC 2014 mips
interfaz ethernet	2: eth0, eth1
interfaz Wireless	1: Radio0 (adhoc0)
Ajustes de nodo	
Modo	Gateway
Rol	Troncal
IP	DHCP
interfaz puente (Bridge)	eth0, adhoc0

Tabla 14: Configuración nodo colegio

CONFIGURACIÓN NODO EXTERNO	
Hardware Antena	Ubiquiti
Referencia	Nanostation M2
MAC	24:A4:3C:78:B9:B5
SO	Linux 3.10.36 #1 Sun May 4 12:32:23 UTC 2014 mips
interfaz ethernet	2: eth0, eth1
interfaz Wireless	1: Radio0 (adhoc0)
Ajustes de nodo	
Modo	Cliente
Rol	Troncal
IP	DHCP
interfaz puente (Bridge)	eth0, adhoc0

Tabla 15: Configuración nodo externo

La tabla a continuación muestra la manera en que se implementaron las redes

Firewall				
Zona	interfaz	Red	Asignación	Descripción
WAN	Eth0	192.168.0.0/24	DHCP	Acceso a Internet
LAN	Eth1	172.16.0.0/26	DHCP	Acceso a nodos clientes de la red
APPLAN	Eth2	192.168.11.0/27	Estático	Zona dedicada a lo servidores de acceso

Tabla 16: Descripción de las direcciones e interfaz de red

La ilustración a continuación presenta la asignación de las redes que se han configurado en el Firewall y como lucen en la interfaz de comando del sistema operativo de PFSENSE

```
FreeBSD/i386 (pfSense.colsem.edu.co) (ttyv0)
*** Welcome to pfSense 2.1.3-RELEASE-pfSense (i386) on pfSense ***

WAN (wan)      -> em0          -> v4/DHCP4: 192.168.1.15/24
LAN (lan)      -> em1          -> v4: 172.16.0.1/26
APPLAN (opt1) -> em2          -> v4: 192.168.11.1/27
```

Ilustración 9: Asignación de direcciones de red

### 8.1.2. Resultados de pruebas de conectividad de la red

La conectividad entre nodos a través del protocolo B.A.T.M.A.N es comprobable haciendo uso de la herramienta de detección de nodos (originadores) en la red:

```
batctl o
```

El resultado es la tabla de originadores donde se muestra el siguiente salto de la red (nodo)

```
root@OpenWrt_Colegio:~# batctl o
[B.A.T.M.A.N. adv 2014.1.0, MainIF/MAC: adhoc0/dc:9f:db:04:72:e9 (bat0 BATMAN_IV)]
Originator      last-seen (#/255)      Nexthop [outgoingIF]:  Potential nexthops ...
24:a4:3c:78:b9:b5  0.760s (228) 24:a4:3c:78:b9:b5 [ adhoc0]: 24:a4:3c:78:b9:b5 (228)
root@OpenWrt_Colegio:~#
```

Ilustración 10: Lista de nodos conectados a nodo colegio

Al ejecutar el comando desde el nodo externo (adyacente) se obtiene un resultado similar

```
root@OpenWrt_Externo:~# batctl o
[B.A.T.M.A.N. adv 2014.1.0, MainIF/MAC: adhoc0/24:a4:3c:78:b9:b5 (bat0 BATMAN_IV)]
Originator      last-seen (#/255)      Nexthop [outgoingIF]:  Potential nexthops ...
dc:9f:db:04:72:e9  0.130s (243) dc:9f:db:04:72:e9 [ adhoc0]: dc:9f:db:04:72:e9 (243)
root@OpenWrt_Externo:~#
```

Ilustración 11: Lista de nodos conectados a nodo externo

Si se desea tener un listado de todos los nodos, se puede usar la herramienta de traslación de originadores globales como se muestra a continuación:

```
root@OpenWrt_Colegio:~# batctl tg
Globally announced TT entries received via the mesh bat0
      Client      VID (TTVN)      Originator      (Curr TTVN) (CRC      ) Flags
* ea:5f:d8:85:b1:0e  0  ( 2) via 24:a4:3c:78:b9:b5  ( 5) (0x0db18321) [....]
* ea:5f:d8:85:b1:0e -1  ( 1) via 24:a4:3c:78:b9:b5  ( 5) (0xc3fcf1b4) [....]
* 24:a4:3c:79:b9:b5 -1  ( 3) via 24:a4:3c:78:b9:b5  ( 5) (0xc3fcf1b4) [....]
```

Ilustración 12: Lista general de originadores y rutas

### 8.1.3. Resultados de la implementación de servicios

La red APPLAN alberga los servidores que atenderán las peticiones de los clientes, en la ilustración 13 se muestra la asignación de DHCP para los servidores en esta red

Los servicios que ofrece el nodo Colegio (nodo principal) son:

- Autenticación en la red con WiFiDog
- Acceso a contenidos libre con MediaWiki
- Acceso a Biblioteca con KOHA

Los servidores se configuraron sobre DHCP con reservación de dirección TCP/IP a través de la dirección física de la tarjeta de red (Mac Address), en la ilustración 14 se muestra el resultado de la reserva en el servidor DHCP de PFSense

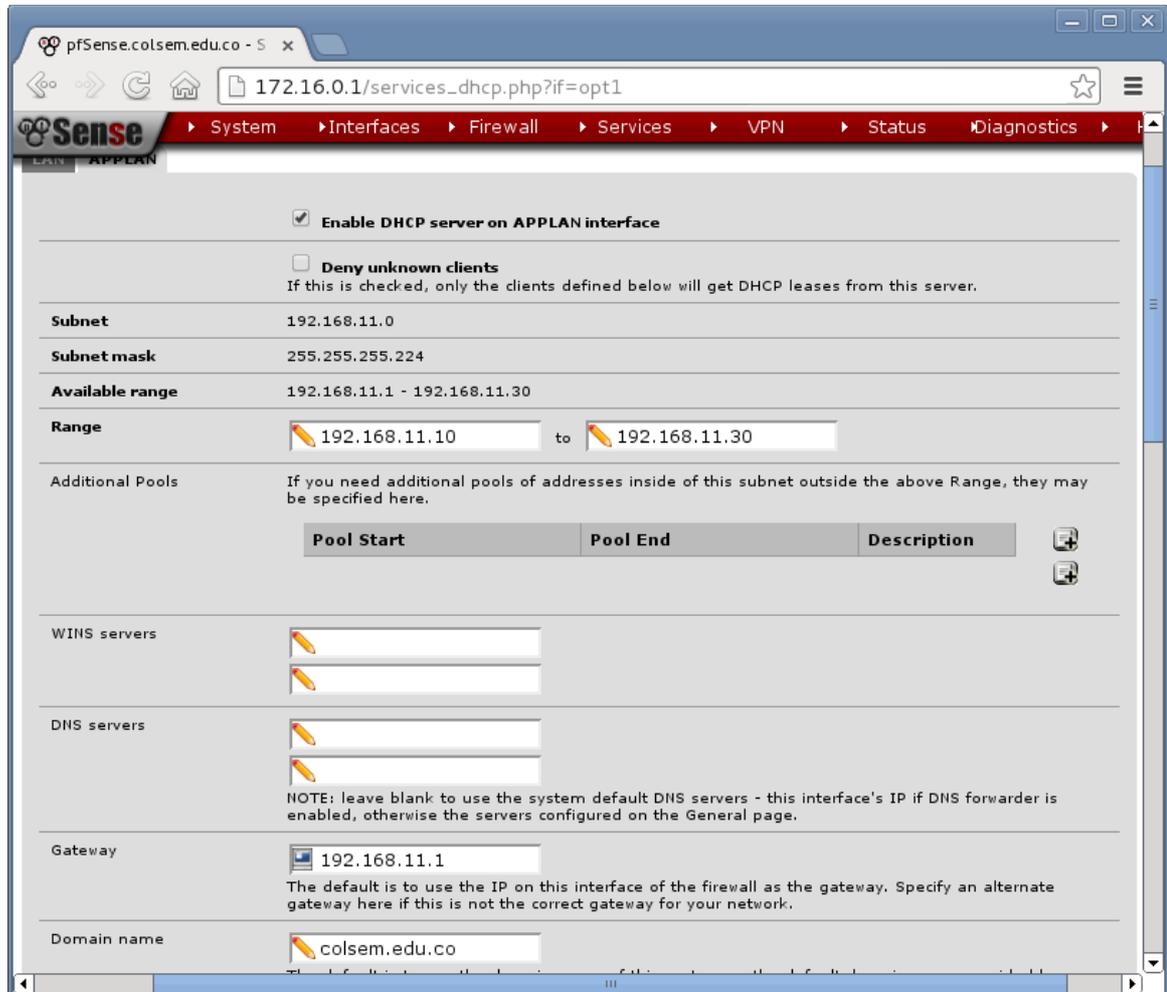


Ilustración 13: Definición de protocolo DHCP para la red APPLAN

DHCP Static Mappings for this interface.				
Static ARP	MAC address	IP address	Hostname	Description
	08:00:27:7c:bd:91	192.168.11.2	srvWiFiDog	Servidor para control de acceso en clientes locales
	08:00:27:55:68:ef	192.168.11.5	srvWiki	Servidor de Wikimedia para la red abierta
	08:00:27:52:94:59	192.168.11.6	srvKoha	Servidor para biblioteca

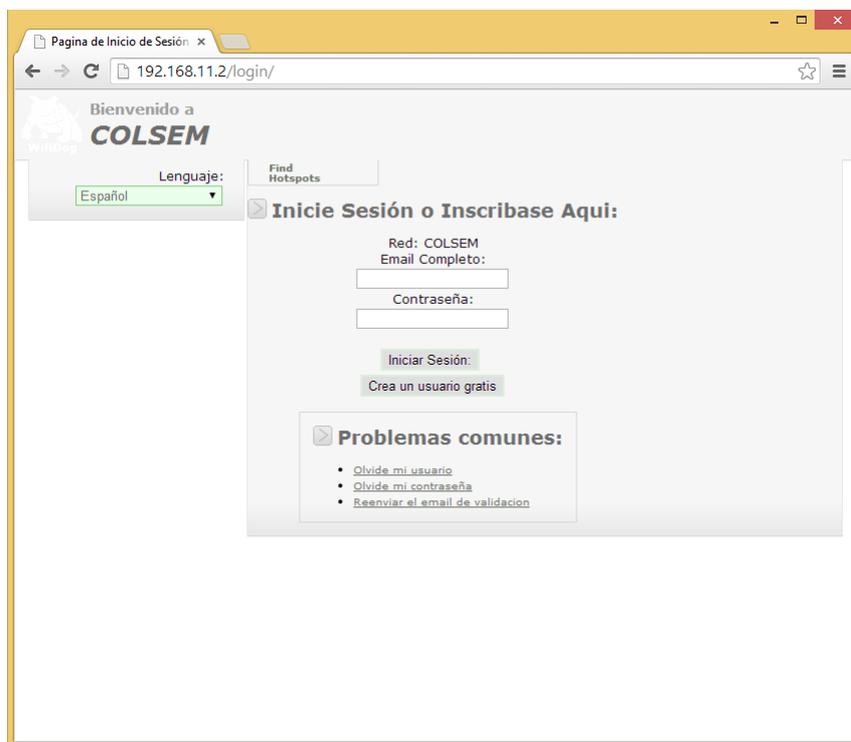
Ilustración 14: Reservaciones de dirección TCP/IP

### 8.1.4. Resultado en los servicios implementados

#### 8.1.4.1. WiFiDog

Los ajuste a los servicios de autenticación se realizaron acorde a las necesidades de la infraestructura, inicialmente se realizan accesos en modo splash, es decir solo el mensaje de inicio de sesión, luego se aplican las políticas al nodo para que se requiera autenticación, la ilustración 15 muestra la pantalla de inicio de sesión en un cliente del sub-nodo externo. Los parámetros en el router se ajustaron de la siguiente manera para acceder al servidor de autenticación:

```
Externalinterfce vlan1
Gatewayinterface br-lan
GatewayAddress 192.168.1.1
AuthServer {
    Hostname 192.168.11.2
    SSLAvailable no
    Path /
}
```



*Ilustración 15: Inicio de sesión con WiFiDog*

#### **8.1.4.2. Mediawiki**

El servidor de mediawiki queda instalado con acceso a que los usuarios públicos puedan acceder su contenido. Respecto al contenido, el colegio seminario Diocesano está verificando el alcance de los documentos a publicar y la gestión del contenido. Adicionalmente las políticas de contenidos serán definidas por el coordinador de la parte de TI en la institución.

Entre las opciones implementadas se han realizado algunas tareas de seguridad a través de la edición del archivo "LocalSettings.php" ubicado en la ruta /var/www/mediawiki, éstas se mencionan a continuación:

- Inhabilitar la edición para usuarios no autenticados:

```
$wgGroupPermissions['*']['edit'] = false;
```

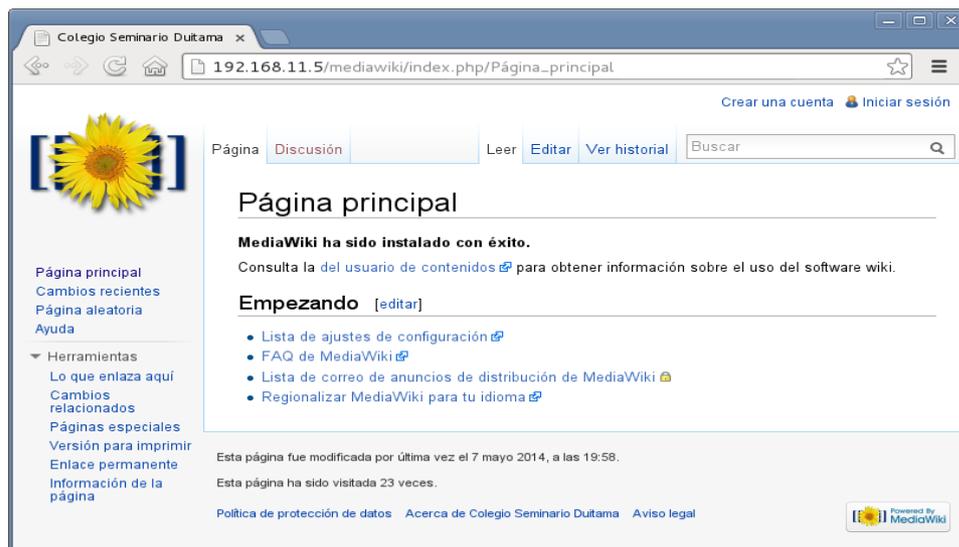
- Ocultar la IP de usuarios no registrados:

```
$wgShowIPinHeader = false;
```

- Confirmación de correo electrónico para poder iniciar sesión y editar:

```
$wgEmailConfirmToEdit = true;
```

La imagen a continuación presenta la pantalla principal de acceso a la pagina de mediawiki



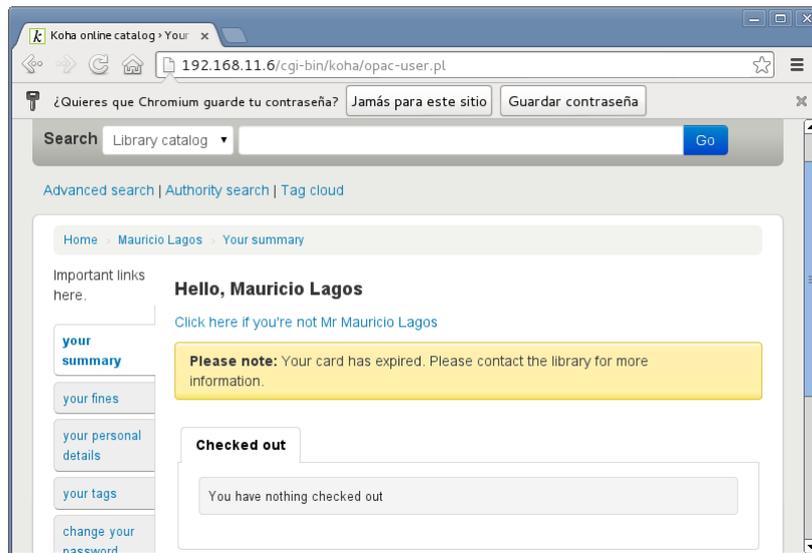
*Ilustración 16: Pagina inicial del servidor MediaWiki*

### 8.1.4.3. KOHA

La aplicación se encuentra instalada y operativa. Los registros necesarios para su funcionamiento, está en constante actualización por alguien con conocimiento de gestion documental para realizar la tarea. Se ha iniciado en el manejo de la herramienta al profesor Mauricio Lagos quien es el encargado de TI en el Colegio Seminario Diocesano.

A continuación se presentan las dos interfaz necesarias para el manejo de KOHA:

### 8.1.4.3.1. Cliente: Consulta libros y solicita su préstamo si lo requiere para un usuario autenticado



*Ilustración 17: Pagina principal de OPAC para un usuario autenticado en KOHA*

### 8.1.4.3.2. Servidor: Permite las tareas administrativas para usuarios y documentos existentes en la biblioteca:



*Ilustración 18: Pagina de inicio para un usuario administrador autenticado en KOHA*

### 8.1.5. Políticas de uso red MESH

En el anexo A se presenta la política y manifiesto de uso de la red MESH, en ella se encuentra la manera en que los usuarios podrán aprovechar las prestaciones de la red.

### 8.1.6. Resultados plan de pruebas

A continuación se presentan las pruebas realizadas en las fases mas relevantes de la implementación de la solución, a continuación se describen los procesos evaluados:

#### 8.1.6.1. Instalación

##### 8.1.6.1.1. Instalación de sistema operativo y paquetes requeridos

**Objetivo:** Identificar los paquetes necesarios para la operación de los nodos con batman-adv

Prueba 1: Instalación del sistema operativo OPENWRT versión Backfire.

Resultado: El sistema operativo falla, el dispositivo se reinicia solo.

Prueba 2: Instalación de sistema operativo en Backports (en desarrollo)

Resultado: El sistema funciona establemente pero despliega una interfaz wireless que no se puede gestionar.

Prueba 3: Instalación del core básico, sin interfaz WEB

Resultado: Funciona apropiadamente, permite la gestión de paquetes que se requieran.

**Resultado** : Se determina instalar los siguientes paquetes base con sus dependencias:

Kmod-Batman-Adv, Kmod-Crypto-Crc32c, Kmod-Lib-Crc16, Kmod-Crypto-Hash, Kmod-Lib-Crc, Wireless-Tools, Bmx, Iperf, Alfred.

### 8.1.6.1.2. Detección de nodos adyacentes

**Objetivo:** detectar nodos adyacentes

prueba 1: Con dos equipos configurados acorde al diseño de la red MESH, se ejecuta el comando `batctl o`

Resultado: El nodo principal (Colegio) presenta la lista de nodos originadores que están a su alcance. Desde el nodo colegio (dc:9f:db:04:72:e9) se detecta el nodo externo (24:a4:3c:78:b9:b5)

```
root@OpenWrt_Colegio:~# batctl o
[B.A.T.M.A.N. adv 2014.1.0, MainIF/MAC: adhoc0/dc:9f:db:04:72:e9 (bat0 BATMAN_IV)]
  Originator      last-seen (#/255)      Nexthop [outgoingIF]:  Potential nexthops ...
24:a4:3c:78:b9:b5  0.370s (228) 24:a4:3c:78:b9:b5 [ adhoc0]: 24:a4:3c:78:b9:b5 (228)
root@OpenWrt_Colegio:~#
```

*Ilustración 19: Resultado de la búsqueda de nodos adyacentes*

### 8.1.6.1.3. Conexión con nodos adyacentes

**Objetivo:** Validar la correcta y estable conexión con los nodos adyacentes

Prueba 1: Tras verificar la conectividad en la prueba anterior se obtiene la Mac de los originadores, de esa manera se puede hacer un ping a la dirección física con el comando

```
batctl p dc:9f:db:04:72:e9
```

**Resultado** : Se obtiene conexión estable entre el el nodo externo (24:a4:3c:78:b9:b5) y nodo del nodo colegio (dc:9f:db:04:72:e99).

```
root@OpenWrt_Externo:~# batctl p dc:9f:db:04:72:e9
PING dc:9f:db:04:72:e9 (dc:9f:db:04:72:e9) 20(48) bytes of data
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=1 ttl=50 time=2.15 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=2 ttl=50 time=0.90 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=3 ttl=50 time=0.85 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=4 ttl=50 time=1.46 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=5 ttl=50 time=1.81 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=6 ttl=50 time=0.85 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=7 ttl=50 time=0.85 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=8 ttl=50 time=1.71 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=9 ttl=50 time=2.95 ms
20 bytes from dc:9f:db:04:72:e9 icmp_seq=10 ttl=50 time=15.27 ms
^C--- dc:9f:db:04:72:e9 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss
rtt min/avg/max/mdev = 0.847/2.878/15.265/4.181 ms
```

*Ilustración 20: Resultado de prueba de conexión*

#### 8.1.6.1.4. Calidad de conexión con los nodos adyacentes

**Objetivo:** verificar el ancho de banda mínimo entre los dos nodos

Prueba 1: Desde un equipo conectado a través del sub-nodo externo (linksys WRT54G), acceder a Internet

**Resultado:** Cargando desde el cliente, videos en youtube.com, se obtienen descargas mayores a 18Kbps

```
Bandwidth Monitor 1.1.0
```

Iface	RX(KB/sec)	TX(KB/sec)	Total(KB/sec)
bat0	2.997	39.960	42.957
lo	0.000	0.000	0.000
eth1	0.000	0.000	0.000
eth0	39.980	3.498	43.478
adhoc0	3.998	41.479	45.477
br-lan	0.000	0.000	0.000
Total	46.975	84.937	131.912

Hit CTRL-C to end this madness.

*Ilustración 21: Velocidad de transferencia a través de el adaptador Wireless*

### 8.1.7. Resultados plan de capacitación

A continuación se presenta los ítem en los que se capacitón al administrador del nodo Colegio. Las tareas están orientadas a configurar o mantener nodos o crear un nodo propio.

Ámbito	Objetivo	Justificación
Fundamentos de TCP/IP	Conocer el direccionamiento IP de las redes que conforman la solución	Reasignar rangos de direcciones ip a las redes Gestionar redes en el firewall
PFSense	Crear de objetos y reglas Gestión de servicios DHCP y DNS	Manejo de las redes, servicios y reglas de seguridad para aplicaciones y nodos
Fundamentos de continuidad	Gestión de copias de seguridad de los nodos Creación de tareas programa para backups	Garantizar una pronta respuesta o efectiva ante fallos inesperados de la configuración Mejorar la disponibilidad de la red ante contingencias
OpenWRT	Conocer el proceso de Instalación del sistema operativo (firmware) y paquetes en los dispositivos que conforman la solución	Instalar el software necesario en los nodos para si solida cohesión a la red MESH bajo el diseño planteado.
UCI	Conocer la interfaz de comandos para la gestión de los nodos	Acceder de manera amigable a la configuración de los equipos de la red.

*Tabla 17: Capacitación para el administrador IT del Colegio Seminario Diocesano Duitama*

## 8.2. Valoraciones

Tras el desarrollo de las actividades realizadas y con los contratiempos que se presentaron, se tiene que los objetivos se han alcanzado. Las tareas pendientes están en manos del cliente ya que son la adopción del sistema de biblioteca y está en proceso de alimentar las bases de datos de la biblioteca y la información en el servidor MediaWiki.

A continuación se presenta un resumen de los costos de hardware (asumidos por el Colegio Seminario Diocesano de Duitama), consumibles y consultaría (asumidos por el integrador del proyecto, ya que hace parte de su aporte a la comunidad):

Elemento	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
UBIQUITI NANOSTATION 2	2	90€	180€
Router linksys	1	70€	70€
Equipo de computo	4	100€	400€
Papelería y gastos varios	1	100€	100€
Horas de consultoría	50	50€	2500€
Sub total:			<b>3250€</b>
IVA			520€
Total			<b>3770€</b>

*Tabla 18: Costos de implementación de una red abierta tipo MESH*

Los costos de mantenimiento anual se calculan en un 10% del costo de implementación.

### 8.3. Conclusiones

Desde el punto de vista social, con la implementación de la red abierta tipo MESH en la ciudad de Duitama se abre la puerta a la conectividad libre e independiente para las personas que por motivos económicos o sociales así lo requieran. Ahora que para las personas que ven la innovación tecnológica través de las herramientas libres y son curiosos de las redes, podrán interaccionar y ser parte del proyecto en para sus comunidades locales.

Desde el punto de vista personal, los conocimientos adquiridos en el desarrollo del proyecto me llevaron a investigar nuevas tecnologías y formas de ver las oportunidades en los problemas presentados. En cuanto al Software libre está demostrado que no existe la última palabra en las versiones estables y que se debe poner en funcionamiento las los nuevos desarrollos (como fue el caso del firmware usado).

Con el pasar de los días ésta solución de conectividad será la solución para romper las barreras de las distancias y el cobre que tanto nos amara a los proveedores de servicio de Internet comercial. Con el tiempo los servicios en las redes libres serán mas y mejores.

### 9. Anexos

#### Anexo A

### POLÍTICAS DE USO DE LA RED MESH

#### INTRODUCCIÓN

Las siguientes políticas servirán como marco de referencia sin pretender constituirse en normativa absoluta, todo aquel accionar considerado delito por las leyes vigentes o faltas expresadas en el manual de convivencia del Colegio Seminario, están prohibidas.

Al utilizar la RedMesh Colegio Seminario, se espera por parte del usuario un comportamiento ético, cortés y de responsabilidad en favor de los derechos de los demás usuarios.

Es espera que todos los usuarios conozcan las generalidades del funcionamiento de una red e Internet, los usos adecuados y los que deben evitarse.

Todo usuario deberá conocer y aceptar la siguiente normatividad. El desconocimiento es ésta no exonera de las responsabilidades derivadas.

Las autoridades administrativas y académicas del Colegio Seminario, en particular el departamento IT, se comprometen a divulgar al presentes normas para que estén a disposición de todos los usuarios.

Los casos no previstos por el presente reglamento serán resueltos por el ente institucional que determine el consejo directivo del Colegio Seminario Diocesano.

#### DEFINICIONES:

- RedMesh Colegio Seminario: Es el nombre asignado el conjunto de instalaciones, equipos y recursos puestos a disposición de los usuarios que se encuentran bajo la supervisión del

departamento IT del Colegio Seminario Diocesano. La RedMesh Colegio Seminario tiene como objetivo fundamental proveer de servicios de acceso a contenidos académicos (bibliografía, videoteca, audioteca, etc).

- Usuario: Todo ente (persona, dependencia, organización, etc.) que reciba o provea información a través de la RedMesh Colegio Seminario, en particular toda persona que tenga alguna vinculación académica o laboral con el Colegio Seminario Diocesano y cumpla con los requerimientos de acceso a la red. Las presentes políticas serán aplicadas a todos los usuarios.
- Servicio: Aquellos aplicativos o software que apoyan la labor académica y administrativa del que hacer cotidiano de los usuarios que requieren o proveen información a través de la RedMesh Colegio Seminario.
- Cuenta: Mecanismo de identificación asignado a cada usuario. Dicho mecanismo es de carácter único e intransferible y está sujeto a las restricciones definidas por el departamento IT o la autoridad competente.
- Recurso: Cualquier insumo asociado a la prestación de los servicios que provee la RedMesh Colegio Seminario.

### PERSONAL AUTORIZADO

Son usuarios de los servicios de la RedMesh Colegio Seminario, todo el personal de la comunidad educativa del Colegio Seminario (docentes, empleados, estudiantes, egresados) así como el personal externo clasificado como sigue:

- Estudiantes de otras instituciones educativas
- Instituciones educativas aledañas
- Grupos de estudio o investigación
- Organizaciones comunales

Todos los usuarios externos deben estar registrados en el departamento IT del Colegio Seminario.

### 1. DE LAS CUENTAS DE USUARIO

Para considerarse usuario de la RedMesh Colegio Seminario, deberá contarse con una cuenta cuya asignación esta regida a los siguientes criterios:

a) Si es miembro de la comunidad educativa del Colegio Seminario será usuario de la red de forma automática.

b) Si es usuario externo, de acuerdo a la naturaleza de su procedencia su cuenta se asignará bajo los siguientes criterios

b.1) Estudiantes de otras instituciones educativas deben presentar su carne estudiantil en el departamento IT del Colegio Seminario para recibir su cuenta de usuario.

b.2) Instituciones educativas aledañas, grupos de estudio o investigación y organizaciones comunales: El representante legal (administrador, rector, presidente de la junta de acción comunal, etc) deberá presentar solicitud de cuenta por escrito ante el departamento IT del Colegio Seminario.

c) Los procedimientos de notificación de la asignación de la cuenta de usuario serán:

c.1) Para miembros de la comunidad educativa del Colegio Seminario a través del correo electrónico institucional recibirán la notificación respectiva.

c.2) Para estudiantes de otras instituciones educativas, en el instante en el que presenten su carne estudiantil se acordará una fecha para que se presenten en el Colegio Seminario a recibir su cuenta asignada.

c.3) Para instituciones educativas aledañas, grupos de estudio o investigación y organizaciones comunales, después de entregada la solicitud por escrito, habrán tres (3) días hábiles para recibir respuesta por escrito.

Parágrafo 1. En caso de extravío de los datos de acceso a la cuenta de la RedMesh Colegio Seminario, el usuario deberá acercarse personalmente a las instalaciones del Colegio, al

departamento IT para solicitar la restauración de la cuenta.

### 2. DE LOS RECURSOS

La infraestructura de la RedMesh Colegio Seminario se utilizará únicamente con fines académicos, de investigación, técnicos y de administración propios de la institución, por tanto los recursos disponibles en la RedMesh Colegio Seminario estarán sujetos a las normas de manejo establecidas por la institución y las políticas aquí contenidas.

Se prohíbe expresamente, salvo autorización y supervisión del departamento IT del Colegio Seminario, la intervención física de los usuarios sobre los recursos de la RedMesh Colegio Seminario (Cables, enlaces, equipos activos o pasivos, etc) y el acceso a los centros de instalación de los equipos de la red.

Cuando se provea acceso a recursos externos a la RedMesh Colegio Seminario, aplicarán además las normativas propias de la fuente de dichos recursos.

### 3. USOS INACEPTABLES

- Envío de material ofensivo o contenidos difamatorios.
- Transmisión de información de terceros sin previa autorización de la autoridad competente o del respectivo autor o editor.
- Distribución no autorizada o copia de contenidos sin licencia.
- Acoso informático o electrónico a cualquier miembro usuario de la red.
- Difusión SPAM.
- Envío de mensajes hoaxes (falsas alarmas de seguridad).
- Difusión de mensajes asociados a proselitismo políticos o racial que estén fuera del contexto académico o investigativo.

- Difusión de contenidos que infrinjan las normas vigentes sobre derechos de autor y propiedad intelectual (Ver el apartado dedicado a los contenidos).
- Difusión de material obsceno o que incite a la violencia.
- Cualquier tipo de uso que incurra en delitos informáticos (cracking, snooping, probing, etc.)

#### 4. CESIÓN DE PRIVILEGIOS

Ningún usuario de la RedMesh Colegio Seminario esta autorizado para conceder acceso a los recursos y servicios de la red a terceros bajo ningún tipo de acuerdo comercial o institucional.

Todos los usuarios con acceso a los recursos y servicios de la RedMesh Colegio Seminario únicamente podrán hacer uso de éstos bajo los parámetros estipulados en estas políticas.

#### 5. ARBITRAMENTO

En departamento IT y en su defecto el personal designado por el Colegio Seminario Diocesano será encargado de velar por el cumplimiento de lo estipulados en estas políticas y de determinar las posibles violaciones a los dispuestos en el numeral 4.

#### 6. VEEDORES DE LA REDMESH COLEGIO SEMINARIO

Todos los usuarios de la RedMesh Colegio Seminario.

#### 7. SEGURIDAD DEL SISTEMA DE LA RED

Están expresamente prohibidos todos los comportamientos y usos que resulten en acciones en contra la seguridad de la RedMesh Colegio Seminario. Todos los comportamientos catalogados como prohibidos pueden acarrear sanciones institucionales, civiles o penales y no están limitados a los siguientes.

- Acceso, uso, puesta a prueba, o exploración no autorizada de los servidores, dispositivos o aplicaciones utilizadas por la RedMesh Colegio Seminario.
- Uso de los canales de comunicación para difundir información comercial, ataques de bloqueo de servicios (bombers, TCP Sync Floodig, DDOS), difusión de virus o software malicioso a los usuarios o servicios de la RedMesh Colegio Seminario.
- Cualquier tipo de suplantación por medios técnicos (direcciones MAC, encabezados IP o TCP) o de identificación falsa.
- Activación no autorizada de programas de consumo de manera no controlada (P2P) tiempo de procesamiento de los servidores de la RedMesh Colegio Seminario.
- Cambios en las configuraciones de hardware o software que puedan redundar en inestabilidad o caída de los servicios de la red.

Todos los usuarios de la red deberán acogerse a las políticas de seguridad establecidas y difundidas por el Departamento IT.

### 8. DE LOS DERECHOS Y RESPONSABILIDADES DE LOS USUARIO DE LA REDMESH COLEGIO SEMINARIO

#### DERECHOS

- Los usuarios internos podrán hacer uso de los recursos de la red con las limitantes impuestas en el numeral "inaceptables".
- Los usuarios tendrán total acceso a los recursos de la red, de acuerdo con lo consignado en este documento y en las normativas institucionales asociadas a éste.

- A los usuarios externos se les habilitará el acceso únicamente a los recursos determinados por el departamento IT o el proyecto al cual estén inscritos.
- Los usuarios gozan de privacidad de su información, con excepción de aquellos casos en que se detecten acciones que pongan en riesgo la seguridad de la RedMesh Colegio Seminario, que vayan en contra de las políticas aquí consignadas, o que dicha información sea solicitada por agencias de seguridad del estado para investigaciones civiles o penales.
- Los usuarios internos podrán acceder a Internet bajo las políticas implantadas mediante firewall y proxy diseñadas por el Departamento IT relacionadas a hacer un buen uso del ancho de banda.

### RESPONSABILIDADES

- Conocer las políticas de uso del correo electrónico institucional y acatarlas tal y como aparecen aprobadas por las autoridades del Colegio Seminario.
- Conocer las políticas de uso de los equipos de cómputo y acatarlas tal y como aparecen aprobadas por las autoridades del Colegio Seminario.
- Será responsabilidad del usuario informarse sobre los detalles de los tipos de licencias, cobertura, transferibilidad y certificación mediante solicitud al Departamento IT.

### 9. DE LAS RESTRICCIONES DE USO.

Debido a satisfacer la necesidad de servicio de todos los usuarios y las limitantes técnicas de disponibilidad de equipos y recurso se establecen algunas restricciones orientadas a los mismos sin perjuicio de las que puedan surgir como parte de las necesidades propias de los servicios prestados por la RedMesh Colegio Seminario.

#### Restricciones asociadas a las cuentas de correo institucional

- Las estipuladas en las políticas de correo electrónicos institucional y en las políticas de servicio de Google Apps for Education.

#### Restricciones asociadas a los equipos de cómputo

Las estipuladas en las políticas de uso de los equipos de cómputo.

Restricciones asociadas al acceso a los servicios.

- Los usuarios podrán acceder libremente a los servicios de la RedMesh Colegio Seminario, sin embargo el Departamento IT podrá proponer restricciones asociadas al acceso a ciertos servicios en procura del mejor rendimiento de la red.

- Para satisfacer la disponibilidad de direccionamiento público, sólo se entregarán direcciones de red fijas a los servidores de la RedMesh Colegio Seminario y a los equipos de administración de la red y de la zona de administración del colegio.

- El acceso a los servicios y recursos de la RedMesh Colegio Seminario será gratuito e ilimitado en tiempo (siempre que no se trate de limitaciones debidas a tareas de mantenimiento).

- No está autorizado el montaje de servidores o aplicaciones que comprometan el buen rendimiento de los servicios y recursos de la RedMesh Colegio Seminario, su instalación deberá ser propuesta, justificada, autorizada y desarrollada por el Departamento IT o quienes sean autorizados por éste.

- La administración técnica y logística de los servicios y recursos de la RedMesh Colegio Seminario es exclusiva responsabilidad del personal del Departamento IT, cualquier propuesta de modificación de los equipos o software deberá ser justificada, autorizada y desarrollada por el Departamento IT o quienes sean autorizados por éste.

Restricciones asociadas a páginas web.

- La RedMesh Colegio Seminario dispondrá únicamente de una página oficial de información ([www.colseminario.edu.co](http://www.colseminario.edu.co)) y solo una cuenta oficial en Twitter (@colseminario), cualquier cuenta asociada a la institución diferente será responsabilidad de quien la administre y no representará al Colegio Seminario de ninguna manera oficial.

- Los contenidos de la página oficial respetarán las políticas de contenidos web aprobadas por las autoridades del Colegio Seminario y solo podrán ser actualizados o modificados por el Departamento IT o quienes éste autorice.

- Los contenidos web publicados a través de los servicios institucionales asociados a

las cuentas de Google Apps for Education son responsabilidad del usuario y no representan la opinión del Colegio Seminario; no serán censurados siempre que no violen lo estipulado en estas y otras políticas asociadas y aprobadas por las autoridades del Colegio Seminario.