



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RED PARA REDES  
MÓVILES AD HOC.**

*Trabajo de fin de Carrera previa a la  
obtención del título de Ingeniera en  
Sistemas Informáticos y Computación.*

**AUTOR:**

Lourdes Isabel Morocho Sinche.

**DIRECTOR:**

Ing. Rommel Vinicio Torres Tandazo.

Loja – Ecuador

2010

Ing.

Rommel Torres Tandazo.

**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICA:**

Que la Sra. Lourdes Isabel Morocho Sinche, autora de la tesis “**Propuesta de un Modelos Gestión de Red para Redes Móviles Ad Hoc**”, ha cumplido con los requisitos estipulados en el Reglamento General de la Universidad Técnica Particular de Loja, la misma que ha sido coordinada y revisada durante todo el proceso de desarrollo desde su inicio hasta la culminación, por lo cual autorizo su presentación.

Loja, 19 de Noviembre de 2010.

-----  
Ing. Rommel Torres Tandazo  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Lourdes Isabel Morocho Sinche**, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja, que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad".

-----  
**Lourdes Isabel Morocho Sinche**

## AUTORÍA

Las ideas, opiniones, conclusiones, recomendaciones y más contenidos expuestos en el presente informe de tesis son de absoluta responsabilidad de la autora.

---

Lourdes Isabel Morocho Sinche

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis con todo mi amor y cariño:

A DIOS y mi mamá que desde el cielo me han dado la fortaleza, y no me han dejarme rendirme y poder seguir adelante.

A mi esposo e hijos, que son mi apoyo fundamental ya que sin ellos no estaría aquí ni sería quien soy hoy en día, a ellos les dedico esta tesis.

A mi papá y hermanos por ser los mejores y estar conmigo incondicionalmente, gracias a su ayuda y enseñanzas

A mi director de Tesis y profesores por brindarme sus conocimientos, ya que con ellos compartí mis inquietudes y dificultades.

**Lourdes Isabel**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy especial a todas y cada una de las personas que han contribuido de una u otra manera durante el desarrollo de este proyecto; en especial a mi Director de Tesis, Ing. Rommel Torres Tandazo quien con su dedicación, apoyo, esmero y por brindarme su orientación, motivación y entereza, he podido culminar con éxito el presente proyecto de tesis.

**Lourdes Isabel**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DIRECTOR DE TESIS.....	i
CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE DE CONTENIDOS.....	vi
RESUMEN.....	1
ORGANIZACIÓN DE LA TESIS.....	3
INTRODUCCION.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
RESULTADOS ESPERADOS.....	5

## CAPITULO 1

<b>REDES AD HOC.....</b>	<b>6</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.2. DEFINICIÓN.....	7
1.3. CARACTERÍSTICAS.....	8
1.4. PROTOCOLOS.....	10
1.4.1. Protocolos Proactivos.....	10
1.4.2. Protocolos Reactivos.....	11
1.4.3. Protocolos Híbridos.....	11

1.4.4. Distribución de Protocolos.....	11
1.5. USO DE REDES AD HOC.....	12
1.6. DESVENTAJAS.....	12
1.7. CONCLUSIONES DEL CAPITULO.....	12

## CAPITULO 2

<b>GESTIÓN DE RED.....</b>	<b>14</b>
2.1. DEFINICIÓN.....	15
2.2. OBJETIVOS.....	15
2.3. PROTOCOLOS DE GESTIÓN DE REDES.....	15
2.3.1. SNMP.....	15
2.3.1.1. Operaciones SNMP.....	17
2.3.1.2. Componentes.....	18
2.3.2. CMIP.....	18
2.4. MODELOS DE GESTION DE RED.....	19
2.4.1. Modelo de Gestión de Red OSI-ISO.....	19
2.4.1.1. Componentes.....	20
2.4.1.1.1. Protocolo CMIP.....	20
2.4.1.1.2. Lenguaje GDMO.....	20
2.4.1.1.3. Modelo de información del Modelo OSI.....	21
2.4.1.2. Arquitectura.....	21
2.4.1.3. Áreas Funcionales.....	24
2.4.1.3.1. Gestión de Configuración.....	24
2.4.1.3.2. Gestión de Fallos.....	25
2.4.1.3.3. Gestión de Prestaciones.....	25



2.4.1.3.4.	Gestión de Contabilidad.....	25
2.4.1.3.5.	Gestión de seguridad.....	25
2.4.2.	Modelo de Gestión de Red SNMP (INTERNET).....	25
2.4.2.1.	Componentes.....	26
2.4.2.1.1.	Protocolo SNMP.....	26
2.4.2.1.2.	Lenguaje SMI.....	26
2.4.2.1.3.	Modelo de Información MIB.....	27
2.4.2.2.	Arquitectura.....	27
2.4.3.	Modelo de Gestión RMON.....	28
2.4.3.1.	Componentes.....	30
2.4.3.1.1.	Modelo de Información MIB.....	30
2.4.4.	Modelo de Gestión TMN.....	31
2.4.4.1.	Componentes.....	32
2.4.4.1.1.	Modelo de Información de TMN.....	32
2.4.4.2.	Arquitectura TMN.....	32
2.4.4.2.1.	Arquitectura funcional.....	32
2.4.4.2.2.	Arquitectura física.....	34
2.4.4.2.3.	Arquitectura lógica de niveles.....	34
2.4.5.	Modelo de Gestión de Red WBEM.....	36
2.4.5.1.	Componentes.....	36
2.4.5.1.1.	Protocolos de Comunicaciones XML/HTTP.....	36
2.4.5.1.2.	Modelo de Información: Esquemas CIM.....	37
2.4.5.1.3.	Lenguaje CIM.....	37
2.4.5.2.	Arquitectura.....	38
2.5.	Cuadro Resumen de los Modelos de Gestión de Red.....	39
2.6.	CONCLUSIONES DEL CAPITULO.....	39

2.6.1. Análisis de los Modelos de Gestión de Red.....	40
---	----

### CAPITULO 3

<b>GESTIÓN DE REDES AD HOC.....</b>	<b>41</b>
3.1 ANMP.....	42
3.1.1 Arquitectura ANMP.....	43
3.1.2 Recolección y Control de Datos.....	44
3.1.3 Seguridad en ANMP.....	45
3.2 ARQUITECTURA DE ADMINISTRACIÓN “GUERRILLA” PARA MANET.....	46
3.2.1 Introducción.....	46
3.2.2 Arquitectura de gestión.....	47
3.2.2.1.1 Clasificación de nodos.....	48
3.2.2.1.2 Sondas para la Gestión.....	49
3.2.2.1.3 Módulo de Gestión de Nodos (NMM).....	50
3.2.2.1.4 GMIB ( <i>Guerrilla Management Information Base</i> ).....	51
3.3 GESTIÓN DE RED MANETS BASADA EN POLITICAS.....	52
3.3.1 Introducción.....	52
3.3.2 Marco de Gestión MANET.....	53
3.3.3 Modelo Distribuido y jerárquico.....	53
3.4 CUADRO COMPARATIVO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS SOBRE GESTIÓN MANET.....	55
3.5 CONCLUSIONES DEL CAPITULO.....	56

## **CAPITULO 4**

<b>DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>58</b>
4.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	59
4.1.1. Justificación.....	59
4.1.2. Metodología de la Investigación.....	60
4.1.3. Hipótesis.....	60
4.2. ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN.....	60
4.2.1. Viabilidad.....	61
4.2.2. Resultados Esperados.....	61
4.3. ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	62
4.4. ASUNCIONES Y LIMITACIONES.....	62

## **CAPITULO 5**

<b>PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE REDES AD HOC.....</b>	<b>63</b>
5.1. INTRODUCCIÓN.....	64
5.2. DEFINICIÓN.....	64
5.3. COMPONENTES DE INFRAESTRUCTURA.....	65
5.3.1. Clúster.....	66
5.3.1.1. Importancia de Procesos de Clustering en Redes Ad Hoc.....	66
5.3.2. Nodos.....	68
5.3.2.1. Tipos de Nodos.....	68
5.3.2.1.1. Nodo Común.....	68
5.3.2.1.2. Nodo Jefe de cluster.....	68
5.3.2.1.3. Nodo Jefe de Clúster de respaldo.....	70

5.3.2.1.4.	Nodo Administrador central.....	70
5.3.2.1.5.	Nodo Administrador central de Respaldo.....	73
5.3.2.1.6.	Nodo Gateway.....	73
5.3.3.	Base de Información (MIB de SNMP).....	73
5.3.4.	Protocolo AODV (Ad hoc on-demand Distance Vector).....	69
5.3.5.	INTERFACES DE COMUNICACIÓN.....	78
5.3.5.1.	Interfaz de Comunicación 1: Comunicación entre Nodos Comunes.....	78
5.3.5.2.	Interfaz de Comunicación 2: Comunicación entre Nodo Comunes y el Jefe de Clúster.....	79
5.3.5.3.	Interfaz de Comunicación 3: Comunicación entre nodos comunes y el Jefe de Clúster de respaldo.....	79
5.3.5.4.	Interfaz de Comunicación 4: Comunicación entre el Jefe de Clúster y su respaldo.....	79
5.3.5.5.	Interfaz 5: Comunicación entre el jefe de clúster y el Administrador central.....	80
5.3.5.6.	Interfaz 5: Comunicación entre el Administrador central y su respaldo.....	80

## **CAPITULO VI**

<b>ANÁLISIS Y ESCENARIOS DEL MODELO PROPUESTO.....</b>	<b>81</b>
--	-----------

6.1. ANÁLISIS.....	82
--------------------	----

6.2. ESCENARIOS .....	82
-----------------------	----

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	95
ÍNDICE DE FIGURAS.....	96
ÍNDICE DE TABLAS.....	97
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	97
GLOSARIO.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	101

## **ANEXOS**

Anexo 1: Algoritmo de clustering DMAC.....	105
Anexo 2: Algoritmo de clustering WCA.....	107

## RESUMEN

El presente trabajo presenta un modelo de Gestión de Redes Móviles Ad Hoc (**RFC 250**) llamadas también MANET (Mobile Ad Hoc Networks), especialmente cuando es necesario administraras. Existe un gran interés hacia la red inalámbrica y en particular de redes ad hoc.

En las redes ad hoc, los nodos móviles se mueven al azar y se organizan de manera arbitraria, por lo tanto, la topología de la red inalámbrica puede cambiar rápidamente y de forma impredecible.

En las redes inalámbricas convencionales se requiere algún tipo de infraestructura de red fija y administración centralizada para su funcionamiento. A diferencia, de estas las MANET son auto-creadas, los nodos individuales son responsables de descubrir otros nodos para comunicarse. Esta forma de creación dinámica de red a menudo requiere una capacidad igualmente dinámica para gestionar la red y los servicios de apoyo de acuerdo a las metas de gestión de alto nivel, teniendo también en cuenta las condiciones del entorno.

Cuando son utilizadas en aplicaciones como de salvamento y rescate, operaciones militares, y, análisis de datos en grids es importante constantemente determinar el estado de los nodos para gestionar la capacidad de cada uno de ellos.

En esta tesis, se realiza un estudio que investiga el funcionamiento de los modelos de gestión de redes: OSI, SNMP, RMON, TMN, y WBEM, sus características, componentes y arquitectura, se plantean las ventajas y desventajas entre estos modelos y se presentan los elementos que participan.

Además se plantea un estudio orientado a la redes Ad Hoc (MANET), las cuales surgen del concepto de autonomía e independencia, al no requerir el uso de

infraestructura pre-existente ni la necesidad de soportar su administración en esquemas centralizados como lo hacen las redes actuales, entre otras de sus características. Los desafíos técnicos y funcionales que deben afrontar estas redes son aún numerosos y muy exigentes.

Al final de este proyecto se propone un modelo de gestión de red Ad Hoc que al implantarlo nos serviría de mucho para poder administrar la red y controlar los nodos.

## **ORGANIZACIÓN DE LA TESIS**

El desarrollo de la presente tesis está estructurado en cuatro fases fundamentales. En la primera fase se discutirá y aclarará temas sobre los fundamentos teóricos, una introducción en lo que concierne a las Redes MANET (Mobile Ad Hoc Networks): Definición, características, protocolos, desventajas y porque en algunos casos se hace necesario gestionar este tipo de redes, destacando la forma en cómo se puede integrar estas al desarrollo de la tesis.

En la segunda fase de la tesis se realizará una explicación sobre la Gestión de Red que existe para la implementación o desarrollo de las redes, su arquitectura y las plataformas, protocolos de gestión los cuales serán de mucha ayuda dentro de esta investigación. También se tratara de los modelo de Gestión de Red (SNMP, OSI, RMON, TMN, WBEM) se realiza un análisis de cada uno de ellos, para encontrar la solución que mejor se ajusta sobre este tipo de redes. Aquí se emprenderá la investigación sobre los diversos modelos que podrán ser aplicadas para dar solución a la problemática de este tema.

En la tercera fase, una vez analizados los trabajos sobre gestión de red, en donde se ejecuta un análisis y comparación del comportamiento de cada uno de estos en Redes MANET.

En la cuarta fase se da a conocer la propuesta del modelo, experiencias y discusión de resultados obtenidos, comprende todo el proceso de análisis para la construcción de la solución. Al final de la tesis se presenta las conclusiones y recomendaciones.



## **INTRODUCCION**

Las comunicaciones móviles e inalámbricas han obtenido un gran incremento en los últimos años, por los avances significativos tecnológicos, los cuales han permitido el desarrollo de dispositivos portátiles de tamaño reducido y gran potencia de procesamiento y cómputo; y al uso extendido de los mismos por parte de usuarios. Por ello aparecen las redes móviles Ad Hoc, en este tipo de red, no se requiere contar con algún tipo de infraestructura física preexistente; no opera bajo esquemas de control centralizado; su topología cambia de forma dinámica y de manera aleatoria; los nodos que conformen una red ad hoc operaran como dispositivos finales y/o como enrutadores, funcionando básicamente en un ambiente colaborativo de conectividad. Una red ad hoc, definida de manera amplia es un conjunto de nodos móviles e inalámbricos, los cuales se unen voluntariamente formando una red entre ellos, sin la necesidad de ninguna entidad administrativa centralizada o soporte físico de red existente.

La tecnología de redes ha incrementado su complejidad , creándose la necesidad de contar con una mejor administración de los recursos de estos sistemas, lo cual ha favorecido la evolución conjunta de la gestión de redes especialmente para las redes Ad hoc, la topología de estas redes cambia dinámicamente con nodos móviles entrando o saliendo de la red; y como consecuencia de esto algunos enlaces de comunicación llegan a ser inválidos , por ello uno de los principales objetivos en este tipo de redes es encontrar una trayectoria que tenga suficientes recursos para satisfacer las limitaciones del retardo, ancho de banda, calidad de los datos multimedia (video, audio, etc.) y/o otras métricas enviando paquetes hacia otros nodos y ejecutar las aplicaciones del usuario, adicionalmente también todos los nodos pueden ser móviles dinámicamente, creando una red inalámbrica auto-creciente, auto-organizada y auto-administrada [1].

**OBJETIVO GENERAL**

Proponer un modelo de gestión de red para redes móviles ad Hoc y sus componentes de infraestructura. .

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar los modelos de gestión de red (SNMP, OSI, TMN, RMON, WBEM) y determinar cuál de estos se podría aplicar para administrar o gestionar redes Ad Hoc.
- Investigar a través de varias fuentes sobre el estado del arte, la aplicación e implementación de Administración de Redes Ad hoc.
- Estudiar el comportamiento de los modelos de Gestión de Red (SNMP, OSI, TMN, RMON, WBEM).
- Determinar si es aplicable uno de estos modelos de gestión de red en Redes Ad Hoc.
- Proponer un Modelo de gestión de Redes Ad Hoc con sus respectivos componentes de infraestructura..

**RESULTADOS ESPERADOS**

Una vez terminado el presente proyecto de tesis, se espera obtener un estudio acorde a la finalidad del proyecto.

# **CAPITULO 1**

## **REDES AD HOC**

## REDES AD HOC

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Las redes móviles Ad Hoc nacen inicialmente para operar en ambientes de condiciones diferentes a las que presentan las redes convencionales y tienen por ello unas características que las diferencian. Las Redes Ad Hoc, se proyectan para operar en ambientes hostiles e irregulares, tales como campos de batalla o zonas de desastre natural, donde se requiere que de forma rápida se puedan desplegar y establecer procesos de comunicación efectivos entre los diferentes elementos o unidades involucradas; así mismo estas redes pueden operar en aeropuertos, campus universitarios, zonas de congresos académicos, etc. donde se necesite un intercambio efectivo de información (archivos, video juegos, entre otros) entre sus usuarios.

Las MANETS también pueden ayudar a salvar vidas, en el caso de catástrofes (terremotos, incendios, inundaciones, etc.) los sistemas de comunicación pueden resultar altamente dañados. La ausencia de infraestructura hace que formar una MANET sea la única manera de avisar de la existencia de supervivientes o de comunicar la evolución de la situación. Aun así, más ayudaría la MANET si cuenta con algún enlace al exterior, como podría ser un canal de comunicación vía satélite.

### 1.2 DEFINICIÓN

Las redes Ad Hoc se las conoce también como redes MANET (Mobile Ad Hoc Networks), son redes formadas por dispositivos capaces de comunicarse entre ellos utilizando el medio radio sin la necesidad de disponer de ningún tipo de infraestructura física ni de ninguna administración centralizada.

Son redes muy flexibles, donde todos los dispositivos actúan como emisores y receptores y ofrecen los servicios de encaminamiento para permitir la comunicación en

la red, tienen nodos móviles que usan interfaces inalámbricas para enviar paquetes de datos. [2] [3] [4]

La figura 1 muestra la visión de la formación de redes ad hoc, incluye escenarios tales como los que se representan en un aeropuerto.

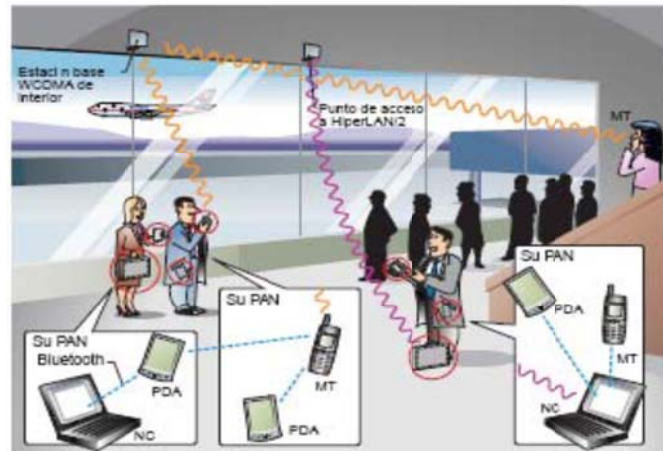


Figura 1.1: Red Ad Hoc<sup>1</sup>

### 1.3 CARACTERÍSTICAS

Entre las características principales de este tipo de redes que cabe destacar las siguientes: [4] [5] [6] [7] [8]:

- **Topología Dinámica:** los nodos se comportan de forma autónoma, permitiendo que estos se muevan libremente en cualquier dirección y en cualquier momento de forma independiente respecto de los demás nodos. La conectividad de la red se debe mantener para permitir que las aplicaciones y servicios funcionen sin interrupción. Un usuario de la red ad hoc necesitará también acceso a una red fija (tal como Internet) incluso en el caso de que los

<sup>1</sup> Disponible en: <http://bc.inter.edu/facultad/cgonzalezr/ELEN4618/Adhoc.pdf>

nodos se están moviendo. Esto conlleva la necesidad de funciones de gestión de la movilidad que permitan el acceso a la red para dispositivos localizados varios saltos de radio más allá del punto de acceso a la red.

- **Operación distribuida:** un nodo de una red ad hoc no puede confiar en que una red en segundo plano soporte las funciones de seguridad y encaminamiento. En vez de ello estas funciones deben estar diseñadas de manera que puedan operar eficientemente bajo condiciones distribuidas.
- **Variabilidad del canal radio:** Las redes ad hoc presentan una elevada variabilidad en las condiciones de propagación del canal radio eléctrico, debido a la diversidad de potencia que presentan los dispositivos, de efectos de interferencia y canal oculto, entre otros.
- **Uso de comunicaciones multi salto (Multihop):** Realizan sus comunicaciones basados en enlaces de múltiples saltos radio-eléctricos, cada uno de ellos con diferentes condiciones de propagación y realizados a través de los diferentes nodos de la red.
- **No usan infraestructura de red:** No requieren que exista una infraestructura de red, ellas pueden poseer de forma autónoma un conjunto de protocolos de enrutamiento, mecanismos de gestión de red y procesos de comunicación e intercambio de información.
- **Ancho de banda limitado:** La red ad hoc es inalámbrica, por lo cual los enlaces radio presentan una capacidad más reducida que los enlaces de las redes cableadas.

- **Uso de Baterías:** Los dispositivos que se utilizan para operar en las situaciones de alta movilidad e inalámbricos, establecen su fuente de energía en baterías, las cuales tienen una vida útil limitada. Los algoritmos y mecanismos que implementan las funciones de formación de redes deben ser optimizados para un bajo consumo de energía, para ahorrar capacidad para las aplicaciones mientras siguen proporcionando buenas prestaciones en la comunicación. Además de lograr una razonable conectividad en la red, la introducción de múltiples saltos de radio podrá también mejorar las prestaciones de conjunto, dado un presupuesto de energía restringido.

## **1.4 PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO PARA REDES MANET**

### **1.4.1 Protocolos Proactivos**

Los protocolos proactivos mantienen rutas a todos los nodos, incluyendo nodos a los cuales no se están enviando paquetes. Reaccionan a cualquier cambio en la topología incluso aunque no resulte afectado ningún tráfico por el cambio, y requieren mensajes periódicos de control para mantener rutas a todos y cada uno de los nodos de la red. El ritmo al que se envían estos mensajes de control debe reflejar la dinámica de la red a fin de mantener rutas válidas.

Los recursos escasos, tales como la energía y el ancho de banda del enlace, serán usados más frecuentemente para tráfico de control a medida que aumente la movilidad del nodo. [4]

En los protocolos proactivos o globales cada nodo mantiene información de encaminamiento de los demás nodos de la red. La información de encaminamiento se almacena en diferentes tablas. Responden a los cambios de topología propagando actualizaciones para mantener una red estable.

### 1.4.2 Protocolos Reactivos

Los protocolos reactivos se diseñaron para reducir la carga de control que se produce en los protocolos proactivos. Para ello se mantiene la información solamente de los nodos activos. Las rutas se determinan y mantienen solamente cuando un nodo en cuestión tiene que enviar información.

### 1.4.3 Protocolos Híbridos

Los protocolos híbridos contienen características proactivas y reactivas. Se los diseñó para mejorar la escalabilidad y reducir la carga de información necesaria para el descubrimiento de rutas. Para ello permiten a los nodos cercanos trabajar como una unidad, es decir, sin necesidad de intercambio periódico de información de control. [4] La diferencia entre ellos está en la forma en que se propaga esta información de actualización y en el tipo de información guardada en las tablas de encaminamiento.

### 1.4.4 Distribución de Protocolos

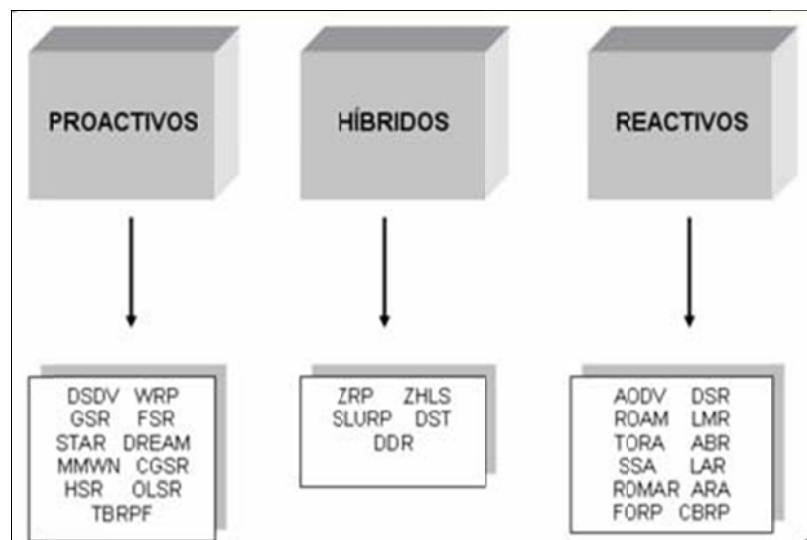


Figura 1.2: Clasificación de protocolos para redes ad hoc <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Disponible en:

[http://gps-tsc.upc.es/array/res/img/Image/publicacions/journals/2005/martin\\_buran\\_2005.pdf](http://gps-tsc.upc.es/array/res/img/Image/publicacions/journals/2005/martin_buran_2005.pdf)



### **1.5 USO DE REDES AD HOC.**

La gran mayoría de investigación sobre telecomunicaciones utilizando redes ad hoc se dan en aplicaciones militares:

En el campo de batalla. En tan singular situación es beneficioso para los soldados de un mismo bando poder comunicarse entre ellos, aunque la misión se sitúe en algún lugar donde no exista infraestructura de comunicaciones o ésta haya sido destruida. Las MANET se ajustan perfectamente a este escenario porque está caracterizado por los mismos parámetros que las definen: movilidad, espontaneidad y ausencia de infraestructura.

### **1.6 DESVENTAJAS**

Dentro de las desventajas de las redes Ad Hoc tenemos **[2]**:

Las limitaciones de la red inalámbrica causadas por:

- La pérdida de paquetes debido a errores de transmisión
- Enlaces de distinta capacidad
- Frecuentes desconexiones y/o partición
- Limitación en el ancho de banda.

Limitaciones impuestas por la movilidad causadas por:

- Cambios dinámicos en la topología y routers.
- Dificultad de que el método se dé cuenta de la movilidad de los nodos.

### **1.7 CONCLUSIONES DEL CAPITULO**

En este capítulo se logró un estudio y aprendizaje sobre los principales conceptos básicos que se debe conocer sobre las redes Ad Hoc, lo que permite concluir con las siguientes observaciones:

El factor principal de este tipo de redes es que son auto-organizadas, y no cuentan con infraestructura; y que en casos de riesgo si se hace necesario la administración de estas redes.

# **CAPITULO 2**

## **GESTIÓN DE RED**

## GESTIÓN DE RED

### 2.1 DEFINICIÓN

La Gestión de redes se define como un conjunto de actividades dedicadas al control y vigilancia de recursos de telecomunicación. Su principal objetivo es garantizar un nivel de servicio en los recursos gestionados con el mínimo coste. Tiene como propósito la utilización y coordinación de los recursos para planificar, organizar, mantener, supervisar, evaluar, y controlar los elementos de las redes de comunicaciones para adaptarse a la calidad de servicio necesaria, a un determinado costo. [9] [10] [11]

### 2.2 OBJETIVOS

Objetivos de los sistemas de gestión de red: [10]

- ❖ Uso eficiente de los recursos de red
- ❖ Alto nivel de disponibilidad de los servicios de red.
- ❖ Brindar mecanismos para detectar, diagnosticar y recuperarse de las dificultades en la red.
- ❖ Asignar recursos a los nuevos servicios de red.
- ❖ Asistir al diseño y planificación de la implantación de nuevos recursos de red.

### 2.3 PROTOCOLOS DE GESTIÓN DE REDES

Los protocolos son uno de los elementos más importantes en los sistemas de gestión de red ya que se utilizan para monitorear los elementos de la red. Vamos a estudiar a los más predominantes como SNMP (Simple Network Management Protocol), y CMIP (Common Management Information Protocol), este último ya casi no es utilizado.

#### 2.3.1. SNMP

SNMP (Simple Network Management Protocol), es un protocolo que permite realizar la gestión remota de dispositivos. El antecesor de SNMP, SGMP (*Simple Gateway Management Protocol*) fue diseñado para administrar *routers*, pero SNMP puede

administrar cualquier dispositivo, utilizando para ello comandos para obtener información y para modificar la información.

Versión	RFCs
SNMPv1	1157
SNMPv2p	1441, 1452
SNMPv2c	3416, 3417, 3418
SNMPv3	3410, 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, 3416, 3417, 3418, 2576

**Tabla 2.1: RFCs para las distintas versiones del SNMP. [12]**

- **SNMPv1 (1988)**

Esta versión utiliza estaciones de gestión independientes con concentradores, encaminadores y estaciones de trabajo con agentes. Define una MIB limitada, fácil de implementar, con variables escalares y tablas de sólo dos dimensiones. Tiene un protocolo sencillo, funcionalidad limitada y seguridad reducida.

- **SNMPv2 (1992)**

Define un protocolo para el intercambio de información de gestión. Cada elemento mantiene una MIB local. La estructura de la MIB está definida en el estándar. Al menos existe un sistema que lleva a cabo la gestión. Puede utilizarse de forma centralizada o distribuida. En la arquitectura distribuida algunos elementos operan como gestor y otros como agente. El intercambio de información se hace con el protocolo sencillo de consulta / respuesta, típicamente utiliza UDP, aunque puede utilizar TCP.

- **SNMPv3 (1998)**

Intenta dar respuesta a los problemas de seguridad de SNMP v1/2. Define la arquitectura completa y las capacidades de seguridad, se usa conjuntamente con SNMP v2. Define tres tipos de servicios de seguridad:

- ✓ Autenticación
- ✓ Privacidad (Confidencialidad)
- ✓ Control de acceso. **[13]**

### 2.3.1.1 OPERACIONES SNMP

- **GET REQUEST**

Solicita (y se recoge en la contestación) el valor de un objeto (o variable)

- **GET NEXT REQUEST**

Solicita el siguiente atributo de un objeto una vez se ha usado el anterior.

Se usa para recorrer una tabla

- **GET BULK (en SNMP v2)**

Lo mismo que el anterior pero más eficiente ya que en una sola petición se trae todos los valores de la tabla

- **SET REQUEST y SET NEXT REQUEST**

Solicita modificar el valor de un objeto

- **GET RESPONSE**

Respuesta del agente con los valores solicitados

Es la respuesta de un agente ante un Get o Set request

- **TRAP**

Mensaje generado por agente para informar de ciertas situaciones (alertas)

- **INFORM, NOTIFICATION, REPORT (en SNMP v2)**

Mensajes de un dispositivo administrado a otros dispositivos para intercambiar información, errores, confirmaciones, etc. [26]

### 2.3.1.2 COMPONENTES

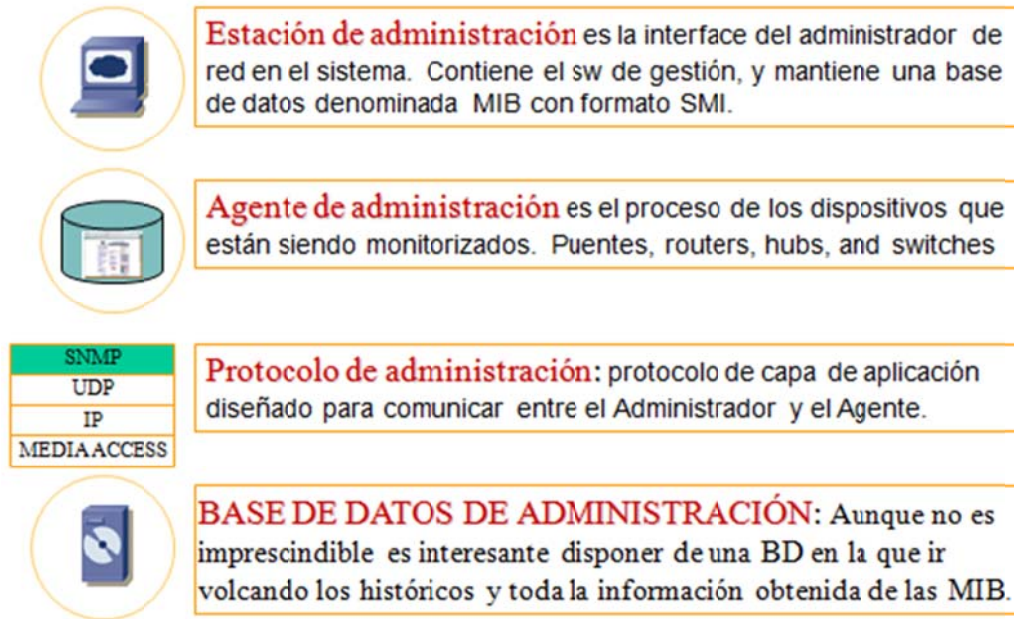


Figura 2.1 Componentes del protocolo SNMP [27]

### 2.3.2 CMIP

Este protocolo se denomina *CMIP* (Common Management Information Protocol), Protocolo Común de Información de Gestión. Utiliza una técnica basada en eventos. Esto permite a CMIP ser más eficiente en el control de grandes redes. Admite la implementación de comandos condicionales sofisticados. Permite, mediante una única petición, la recogida de gran cantidad de datos de los objetos gestionables, enviando información de retorno en múltiples respuestas. Está preparado para gestionar grandes redes distribuidas. Realiza una distinción clara entre los objetos y sus atributos.

CMIP proporciona el servicio *CMIS* (Common Management Information Service), Servicio Común de Información de Gestión.

CMIS integra dos grandes grupos de servicio:

- **Servicios de Notificación.** Únicamente hay un servicio de este tipo: *M-EVENT-REPORT*, que permite a los agentes informar a los gestores de determinados sucesos especiales en los objetos gestionados que mantienen. Permite una gestión orientada a objetos.
- **Servicios de Operación.** Hay seis servicios de operación, son usados por el gestor para invocar operaciones de gestión a los agentes y para devolver los resultados de esas operaciones a los gestores. Estos servicios son: *M-GET*, *M-SET*, *M-ACTION*, *M-CREATE*, *M-DELETE*, *M-CANCEL-GET*. [11]

CMIP es un protocolo orientado a conexión, lo que aporta mayor fiabilidad pero, por otro lado, introduce una sobrecarga en las comunicaciones de gestión.

## 2.4 MODELOS DE GESTION DE RED

### 2.4.1 Modelo de Gestión de red OSI-ISO

Se analiza un modelo propuesto por la ISO, en el cual se definen los objetivos que debe seguir un administrador para gestionar su red de manera integral. El modelo es un modelo de referencia, lo cual implica que, debe ser adaptado a nuestro entorno en función a las necesidades específicas de la red a gestionar. [9]



### **2.4.1.1 Componentes**

#### **2.4.1.1.1 Protocolo CMIP**

CMIP (Common Management Information Protocol) define la arquitectura de comunicación del modelo, el protocolo de comunicaciones. Tanto el gestor como el agente se sitúan en el nivel de aplicación OSI. Es un protocolo orientado a la conexión, lo que le da fiabilidad en disminución de sencillez y mayor retardo en la ejecución de operaciones.

Su especificación describe cómo se ejecutan los servicios CMIS individuales. Se define dentro del nivel de aplicación.

Las características que presenta este protocolo son las siguientes:

- ❖ Requiere gran cantidad de memoria y capacidad de CPU.
- ❖ Genera largas cabeceras en los mensajes.
- ❖ Especificaciones difíciles de realizar y tediosas de implementar en aplicaciones.
- ❖ Comunicación con los agentes orientada a conexión.
- ❖ Estructura de funcionamiento distribuida.
- ❖ Permite jerarquía de sistemas de operación.
- ❖ Asegura que los mensajes llegan a su destino.
- ❖ Orientado a gestión por eventos.[14]

#### **2.4.1.1.2 Lenguaje GDMO (Guidelines for the Definition of Managed Objects)**

Se basa en un conjunto de plantillas para definir la información de la gestión. Sus características son:

- ❖ Orientado a objetos con clases de recursos gestionados y ejemplares.

- ❖ Brinda amplias posibilidades de reutilización de la información, herencia de clases, permite estructurarlas en jerarquía y atributos.
- ❖ Las clases pueden contener relación de agregación

#### **2.4.1.1.3 Modelo de información del Modelo OSI**

El modelo de información OSI se fundamenta en el concepto de Objeto Gestionado, que es la abstracción de recursos de comunicación o de procesamiento de la información, con el propósito de realizar su gestión. Se define Clase de Objetos Gestionados como el conjunto de objetos que tienen las mismas propiedades que el sistema de gestión. [11]

En la especificación de las clases de objetos gestionados en OSI se utiliza la sintaxis *GDMO* (Guidelines for the Definition of Managed Objects), Directrices para la Definición de Objetos Gestionados y este se basa en la utilización de plantillas. [9]

Las recomendaciones **X.720** (Modelo de Información de Gestión) y **X.721** (Definición de la Información de Gestión) de la UIT-T , definen mediante GDMO una serie de clases comunes para todo modelo de información, junto con sus atributos, acciones y notificaciones. Su propósito es normalizar las raíces del modelo de información.

#### **2.4.1.2 Arquitectura**

La figura 2.2 nos muestra un equipo gestionado dentro del entorno OSI el cual seguirá el siguiente modelo de arquitectura:

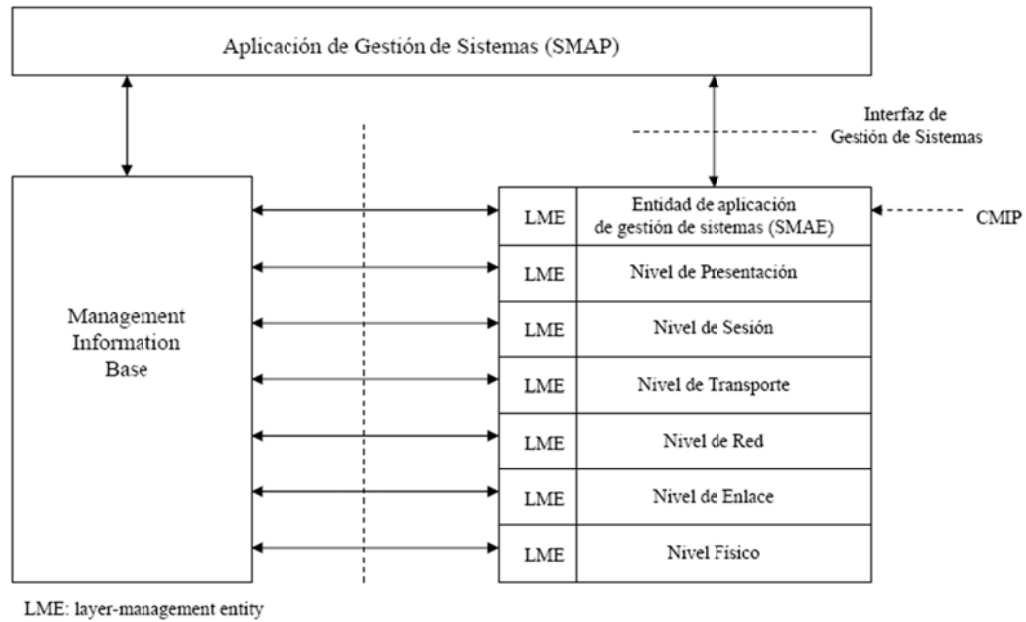


Fig. 2.2. Arquitectura de un Sistema OSI. [15]

Los elementos clave de este modelo de arquitectura son:

- ❖ **Aplicación de gestión de sistemas (SMAP, System Management Application Process):** Software local de un equipo (sistema) gestionado que implementa las funciones de gestión para ese sistema (host, router, etc.). Tiene acceso a los parámetros del sistema y puede, por tanto, gestionar todos los aspectos del sistema y coordinarse con SMAPs de otros sistemas.
- ❖ **Entidad de aplicación de gestión de sistemas (SMAE, Systems Management Application Entity):** Entidad de nivel de aplicación, se encarga del intercambio de información de gestión con SMAEs de otros nodos, especialmente con el sistema que hace las funciones de centro de control de red. Para esta función se utiliza un protocolo normalizado (CMIP).
- ❖ **Entidad de gestión de nivel (LME, Layer Management Entity):** Proporciona funciones de gestión específicas de cada capa de la torre OSI.

- ❖ **Base de información de gestión (MIB).** Especifica el modelo de información de los objetos gestionados y sus atributos.

Define los principios para nombrar los objetos y sus atributos, de manera que puedan ser identificados y accedidos por los protocolos de gestión. Precisa la estructura lógica de la información de gestión (SMI *structure of management information*).

Describe el concepto de clases de objetos gestionados y las relaciones en las que pueden participar, incluyendo herencia, especialización, y polimorfismo.

La arquitectura de gestión OSI especifica un objeto gestionable como la interfaz conceptual que han de presentar los dispositivos que ofrecen funciones de gestión. El proceso de supervisión y control de un objeto gestionable se realiza mediante una serie de interacciones. Estas interacciones son de dos tipos:

- **De operación:** el gestor solicita algún dato al objeto gestionable o desea realizar alguna acción sobre él.
- **De notificación:** cuando el objeto gestionable intenta enviar algún dato al gestor como consecuencia de algún evento ocurrido en el dispositivo.

En la figura 2.3 se demuestran un ejemplo de estas interacciones.

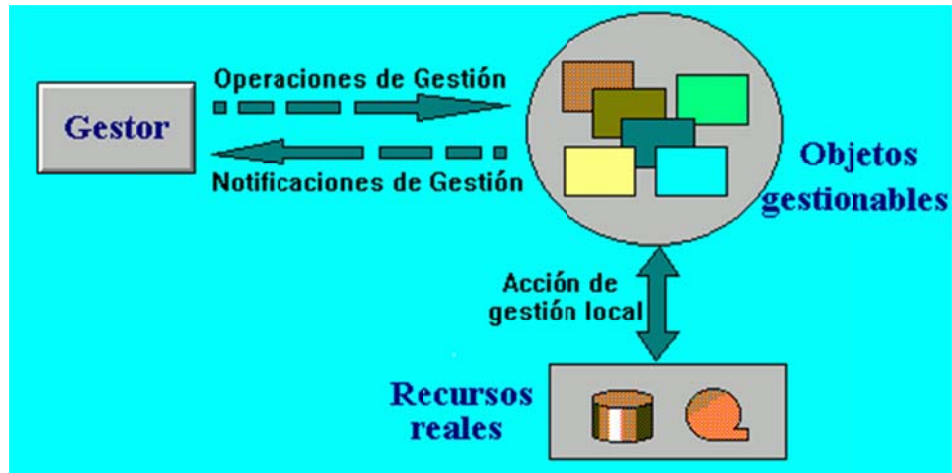


Figura 2.3 Interacciones de la Arquitectura del Modelo de gestión de red OSI. [16]

Un objeto gestionable se caracteriza además por un conjunto de atributos que son las propiedades o características del objeto, y un comportamiento en respuesta a las operaciones solicitadas.

#### 2.4.1.3 Áreas Funcionales

El marco de gestión OSI define 5 áreas funcionales, en las cuales se divide la gestión de red: [16]

##### 2.4.1.3.1 Gestión de Configuración

La gestión de configuración comprende una serie de facilidades mediante las cuales se realizan las siguientes funciones:

- Iniciación y desactivación.
- Definición o cambio de parámetros de configuración.
- Recogida de información de estado.
- Denominación de los elementos de la red.

### **2.4.1.3.2 Gestión de Fallos**

Detección, diagnóstico y corrección de los fallos de la red y de las condiciones de error. Incluye:

- Notificación de fallos
- Sondeo periódico en busca de mensajes de error
- Establecimiento de alarmas

### **2.4.1.3.3 Gestión de Prestaciones**

Se define como la evaluación del comportamiento de los elementos de la red. Para poder efectuar este análisis es preciso mantener un histórico con datos estadísticos y de configuración.

### **2.4.1.3.4 Gestión de Contabilidad**

Determinación de los costes asociados a la utilización de los recursos y la asignación de sus correspondientes cargas.

### **2.4.1.3.5 Gestión de seguridad**

Comprende el conjunto de facilidades mediante las cuales el administrador de la red modifica la funcionalidad que proporciona seguridad frente a intentos de acceso no autorizados. Incluye aspectos como la gestión de claves, cortafuegos e históricos de seguridad.

## **2.4.2 Modelo de Gestión de red SNMP (INTERNET) [RFC 1157]**

Este modelo de gestión integrada definido para la Internet se basa en los siguientes componentes:

- ❖ El protocolo SNMP

- ❖ EL lenguaje de definición de información de gestión SMI (Structure of Management Information, Estructura de la Información de Gestión).
- ❖ Un modelo de información basado en MIBs (Management Information Bases, Bases de Información de Gestión).[9]

## **2.4.2.1 Componentes**

### **2.4.2.1.1 Protocolo SNMP**

Los servicios de red proporcionados por este protocolo al administrador son los siguientes:

- ❖ Obtención de información, mediante las primitivas de petición de variables.
- ❖ Modificación de la información
- ❖ Notificación de eventos no solicitados por el gestor y no confirmados, mediante la primitiva Trap. También está disponible la primitiva Inform, un servicio de notificación entre gestores que si son confirmados. Esta notificación es muy diferente al de OSI, ya que solo permite informar sobre situaciones muy concretas y pre-programadas, no permitiendo llevar a cabo una gestión orientada a eventos.

La implementación más extendida sobre este protocolo es UDP, aunque también se ha propuesto sobre TCP y otros protocolos propietarios. U funcionamiento normal es en modo cliente-servidor, con su cliente en el gestor y el servidor en el agente.

### **2.4.2.1.2 Lenguaje SMI**

Es un lenguaje de especificación de información de gestión que pretende ser lo más simple posible, pero sin renunciar a la mayoría de funcionalidades importantes de gestión de red. Con la introducción de SNMPv2 apareció SMIv2 que es compatible con todas las versiones de SNMP.

Se trata de un modelo no orientado a objetos, basado únicamente en la existencia variables escalares y tablas.

#### 2.4.2.1.3 Modelo de Información MIB

Almacena una serie de valores relacionados con los elementos gestionados. Cada recurso gestionado se representa por un objeto.

Independientemente del protocolo, una MIB debe cumplir:

- El objeto u objetos usados para representar un recurso concreto deben ser los mismos en cada nodo.
- Se debe utilizar un esquema común de representación de la información para permitir la interoperabilidad. Esto se consigue en SNMP mediante la definición SMI (Structure of Management Information) (**RFC 1155**). [9]

#### 2.4.2.2 Arquitectura

Estructura clásica: [15]

- ❖ Estación de gestión
- ❖ Agentes de gestión (incluidos agentes *proxy*)
- ❖ Base de información de gestión (MIB)
- ❖ Protocolo de gestión de red

Elementos de la estación de gestión: aplicaciones (para análisis de datos, etc.), interfaz de usuario, capacidad de convertir las solicitudes del usuario a peticiones de monitorización y control a los elementos remotos y base de datos con información de las MIBS de los elementos de la red gestionados, sólo los dos últimos son cubiertos por SNMP.



Los agentes mantendrán una MIB local, atenderán solicitudes de la estación de gestión y podrán enviar de manera asíncrona informes de eventos importantes. Soporta por tanto los dos mecanismos de comunicación agente-gestor que conocemos. La MIB local de cada agente mantiene información sobre objetos del recurso que gestiona almacenada en forma de pares atributo-valor. Los objetos están estandarizados para recursos del mismo tipo.

El protocolo SNMP conecta la estación de gestión y los agentes. El protocolo es muy simple, proporcionando las siguientes posibilidades:

- **Get:** permite a la estación gestora obtener valores de objetos de agentes.
- **Set:** permite a la estación gestora modificar valores de objetos de agentes.
- **Trap:** permite a un agente enviar de manera asíncrona la notificación de un evento importante a la estación de gestión.

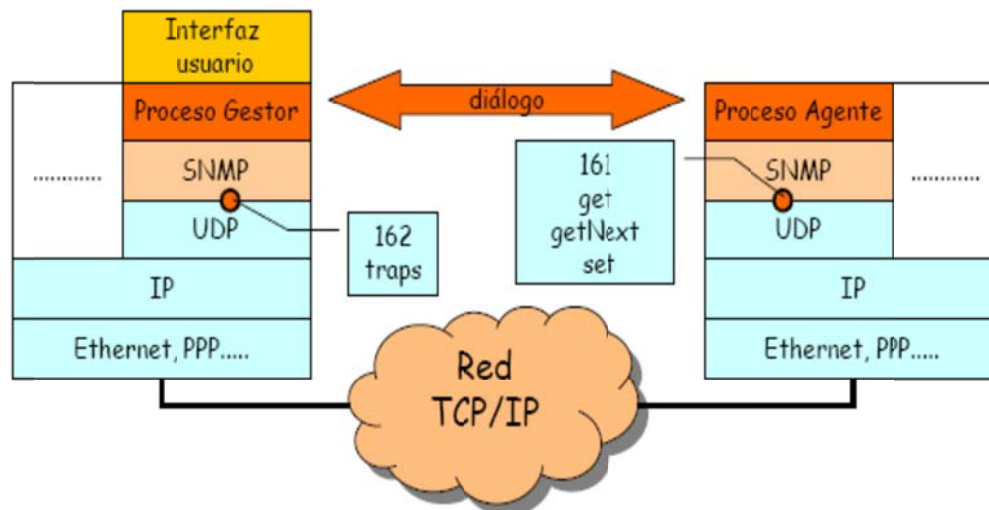


Figura 2.4: Arquitectura de Modelo SNMP [17]

### 2.4.3 Modelo de Gestión RMON (Remote Monitoring).

En el año de 1995, el IETF da un paso más hacia la gestión distribuida con la propuesta de RMON.

RMON maneja el concepto de monitores y sondas que son dispositivos que monitorizan el tráfico de red. Cada sonda se encarga de monitorear el tráfico de red de su área local y notificar sobre posibles problemas. Mediante la definición de tipos de alarmas y umbrales, la sonda libera al gestor principal de la recopilación de información y de la toma de algunas decisiones. Las sondas pueden realizar cierto pre-procesado de datos antes de enviárselos al gestor.

Estas aproximaciones a la gestión de red distribuida se las considera como distribución parcial o débil. [9]

Los trabajos importantes de gestión de red, recaen necesariamente sobre el gestor principal, y solo algunas tareas repetitivas y rudimentarias son delegadas a entidades intermediarias.

Hay 2 versiones de RMON: RMON (RMONv1) y RMON2 (RMONv2).

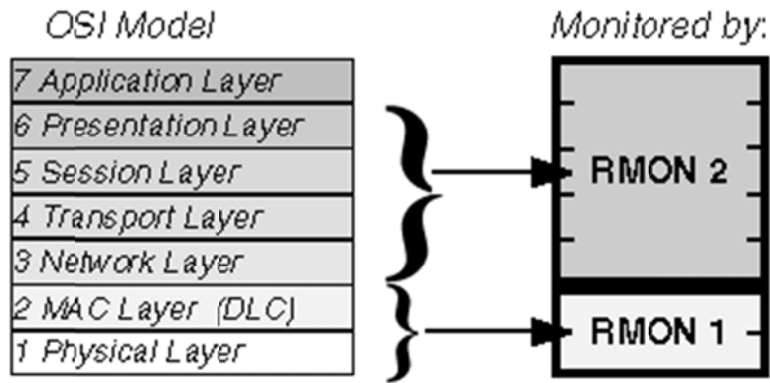
RMON proporciona información de gestión del nivel físico y de nivel de Control de Acceso al Medio (MAC). La RMON MIB v1 es incorporada en la MIB-II de SNMP como el subgrupo 16 con 9 subgrupos para Ethernet y uno para Token Ring, que se encuentran ahora en la mayoría del hardware de la redes actuales.

RMON2 (RMONv2) es una extensión de RMON que se centra en las capas superiores de tráfico por encima de la capa de control de acceso al medio (MAC). [19]

RMON2 tiene un énfasis en el tráfico IP y la aplicación a nivel de tráfico. Permite aplicaciones de gestión de red para vigilar los paquetes en todas las capas de red.

Las soluciones RMON tienen dos componentes: una sonda (o un agente o un monitor), y un cliente, por lo general una estación de administración.

En las figuras 2,5y 2,6 podemos observar como RMON y cada versión de él, trabaja en distintos niveles de las capas del modelo OSI.



**Figura 2.5: RMON1 y RMON2 se colocan en diferentes capas de red [20]**

### 2.4.3.1 Componentes

El protocolo, lenguaje y el modelo de información que utiliza RMON es el mismo que el Modelo de Gestión SNMP, debido a que este es una continuación de él.

#### 2.4.3.1.1 Modelo de Información MIB

El MIB de RMON proporciona un método estándar para vigilar las operaciones básicas de Ethernet. RMON también proporciona un mecanismo para notificarle de cambios en el comportamiento de la red.

Se utiliza RMON para analizar y para vigilar datos del tráfico de la red dentro de segmentos alejados de la LAN. Esto permite que se detecte, aisle, determine, y señale problemas potenciales y reales de la red antes de que se extiendan a las situaciones de riesgo.

RMON admite instalar historias automáticas, que el agente de RMON recoge durante todo el tiempo, proporcionando datos estadísticos básicos tal como la utilización y colisiones. RMON automatiza esta colección de datos y proporciona a otros datos del proceso las hojas de operación, el proceso es más fácil y el resultado más exacto.

#### 2.4.4 Modelo de Gestión TMN

TMN (Telecommunications Management Network) fue introducido por la ITU-T, y está definido en la recomendación **M.3010**. Se realizó en colaboración entre los grupos de gestión de red de la ISO y el CCITT (ITU-T), fueron incorporados varios conceptos del modelo OSI al estándar TMN, como:

- Se acogió el modelo gestor-agente del modelo OSI
- Se siguió el paradigma de la orientación a objetos de la arquitectura OSI
- Se trabajó conjuntamente en el desarrollo del concepto de dominios de gestión
- Un aspecto que diferencia a estos modelos radica en la introducción, en el modelo TMN, de una red separada de aquella que se gestiona, con el fin de transportar la información de gestión.

A diferencia del modelo OSI, en el cual se definen cinco áreas funcionales, el estándar TMN no entra en consideraciones sobre las aplicaciones de la información gestionada.

Por el contrario, se define la siguiente funcionalidad:

- El intercambio de información entre la red gestionada y la red TMN
- El intercambio de información entre redes TMN
- La conversión de formatos de información para un intercambio consistente de información
- La transferencia de información entre puntos de una TMN
- El análisis de la información de gestión y la capacidad de actuar en función de ella
- La manipulación y presentación de la información de gestión en un formato útil para el usuario de la misma
- El control del acceso a la información de gestión por los usuarios autorizados

### 2.4.4.1. Componentes

Al igual que el modelo de Gestión de Red OSI, TMN utiliza el mismo protocolo y lenguaje.

#### 2.4.4.1.1. Modelo de Información de TMN

La recomendación **M.3100** que es el modelo de información para el Modelo de Gestión de Red TMN, define el Modelo de Información de Red Genérico, que describe recursos gestionados útiles para describir la información intercambiada en todos los interfaces TMN.

#### 2.4.4.2 Arquitectura TMN

El modelo TMN define tres arquitecturas diferenciadas:

- **Arquitectura funcional**, que describe la distribución de la funcionalidad dentro de la TMN, con el objeto de definir los bloques funcionales a partir de los cuales se construye la TMN.
- **Arquitectura física**, que describe los interfaces y el modo en que los bloques funcionales se implementan en equipos físicos.
- **Arquitectura de la información**, que sigue los principios de los modelos OSI de gestión (CMIS y CMIP) y directorio (X.500).

##### 2.4.4.2.1 Arquitectura funcional

Se definen cinco tipos de bloques funcionales. Estos bloques proporcionan la funcionalidad que permite a la TMN realizar sus funciones de gestión. Dos bloques funcionales que intercambian información están separados mediante puntos de referencia. A continuación se describen los distintos tipos de bloques funcionales:

**Función de operación de sistemas (OSF)**

La función OSF procesa la información relativa a la gestión de la red con el objeto de monitorizar y controlar las funciones de gestión. Cabe definir múltiples OSF dentro de una única TMN.

**Función de estación de trabajo (WSF)**

Este bloque funcional proporciona los mecanismos para que un usuario pueda interactuar con la información gestionada por la TMN.

**Función de elemento de red (NEF)**

Es el bloque que actúa como agente, susceptible de ser monitorizado y controlado. Estos bloques proporcionan las funciones de intercambio de datos entre los usuarios de la red de telecomunicaciones gestionada.

**Adaptadores Q (QAF)**

Este tipo de bloque funcional se utiliza para conectar a la TMN aquellas entidades que no soportan los puntos de referencia estandarizados por TMN.

**Función de mediación (MF)**

La función de mediación se encarga de garantizar que la información intercambiada entre los bloques del tipo OSF o NEF cumple los requisitos demandados por cada uno de ellos. Puede realizar funciones de almacenamiento, adaptación, filtrado y condensación de la información.

Cada bloque funcional se compone a su vez de un conjunto de componentes funcionales, considerados como los bloques elementales para su construcción. Estos componentes se identifican en la norma pero no están sujetos a estandarización.

#### 2.4.4.2.2 Arquitectura física

La arquitectura física se encarga de definir como se implementan los bloques funcionales mediante equipamiento físico y los puntos de referencia en interfaces. En la arquitectura física se definen los siguientes bloques constructivos:

- ❖ Elemento de red (NE)
- ❖ Dispositivo de mediación (MD)
- ❖ Adaptador Q (QA)
- ❖ Sistema de operaciones (OS)
- ❖ Red de comunicación de datos (DCN)

Cada uno de estos bloques puede implementar uno o más bloques funcionales (excepto el DCN que se encarga de realizar el intercambio de información entre bloques), pero siempre hay uno que ha de contener obligatoriamente y que determina su denominación.

#### ❖ Interfaces

Las interfaces son implementaciones de los puntos de referencia, y son comparables a las pilas de protocolos. Existe una correspondencia uno a uno entre los puntos de referencia y las interfaces, excepto para aquellos que están fuera de la TMN.

#### 2.4.4.2.3 Arquitectura lógica de niveles

En el estándar TMN define una serie de capas o niveles de gestión mediante las cuales se pretende abordar la gran complejidad de la gestión de redes de telecomunicación. Cada uno de estos niveles agrupa un conjunto de funciones de gestión. El estándar LLA (Logical Layered Architecture, Arquitectura lógica de niveles) define cuáles son esos niveles y las relaciones entre ellos. Se definen los siguientes niveles: **[16]**

- ❖ **Nivel de Elementos de Red.** Incluye las funciones que proporcionan información en formato TMN del equipamiento de red así como las funciones de adaptación para proporcionar interfaces TMN a elementos de red no-TMN.
- ❖ **Nivel de Gestión de Elementos.** Incluye la gestión remota e individual de cualquier elemento de red que se precise para el establecimiento de conexiones entre dos puntos finales para proporcionar un servicio dado. Este nivel proporcionará funciones de gestión para monitorizar y controlar elementos de gestión individuales en la capa de elemento de red.
- ❖ **Nivel de Gestión de Red.** Incluye el control, supervisión, coordinación y configuración de grupos de elementos de red constituyendo redes y subredes para la realización de una conexión.
- ❖ **Nivel de Gestión de Servicios.** Incluye las funciones que proporcionan un manejo eficiente de las conexiones entre los puntos finales de la red, asegurando un óptimo aprovisionamiento y configuración de los servicios prestados a los usuarios.
- ❖ **Nivel de Gestión de Negocio.** Incluye la gestión completa de la explotación de la red, conteniendo contabilidad, gestión y administración, apoyándose en las entradas procedentes de los niveles de Gestión de Servicios y de Gestión de Red.

La figura 2.6 nos muestra la arquitectura lógica de los niveles de la Arquitectura TMN.



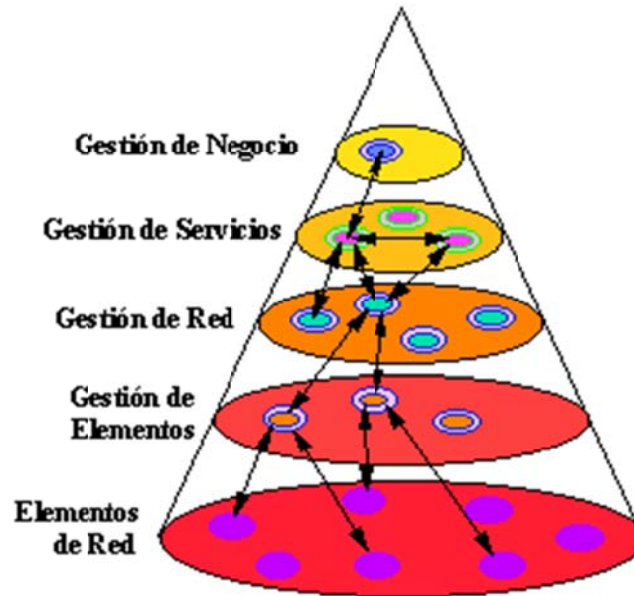


Figura2.6: Arquitectura lógica de niveles de TMN [16]

#### 2.4.5 Modelo de Gestión de red WBEM (Web Based Enterprise Management)

El concepto clave en este modelo es utilizar las tecnologías de la Web sobre las que existe un gran organismo de conocimiento. [9]

Los elementos de este modelo de gestión son:

- ❖ Protocolo de comunicaciones: HTTP y XML conjuntamente realizan el intercambio de información.
- ❖ Modelo de Información: Esquemas CIM (Common Information Model).
- ❖ Lenguaje de especificación de la información: basado en CIM.

##### 2.4.5.1 Componentes

###### 2.4.5.1.1 Protocolos de Comunicaciones XML/HTTP

El modelo WBEM utiliza el protocolo de comunicaciones CIM-XML como protocolo de intercambio de información de gestión. Este tiene los siguientes componentes:

1. Modelo de Información: CIM (Common Information Model).

2. Codificación xmlCIM
3. Conjunto de operaciones para obtener y manipula datos CIM
4. Encapsulado HTTP.

CIM-XML utiliza xmlCIM para codificar la información de gestión y el protocolo HTTP para su transporte.

#### **2.4.5.1.2 Modelo de Información: Esquemas CIM.**

Los esquemas CIM definen el modelo de información de la gestión WBEM. La organización DMTF (Distributed Management Task Force), realizó la tarea de normalización semántica definiendo diversos esquemas CIM que describen conceptos comunes.

Los esquemas constituye la raíz de una jerarquía de herencia, en la que se encuentra:

- ❖ **Modelo Nuclear o core central**; para todos los dominios gestionados (se define lo que es un elemento gestionado, un servicio, etc.)
- ❖ **Modelos Comunes**, es una extensión del anterior y se especializan en cada ámbito concreto (gestión de sistemas, nivel físico, protocolos de comunicaciones, etc.)
- ❖ **Esquemas de extensión**, que desarrollan los esquemas de dominio con conceptos propios del fabricante. La jerarquía puede continuar.

#### **2.4.5.1.3 Lenguaje CIM**

Es el lenguaje para las definiciones de la información de gestión utilizado en el modelo WBEM. Sus elementos son:

- ❖ **Clases**: conjuntos de ejemplares con las mismas propiedades y métodos.
- ❖ **Métodos**: análogos a las acciones del GMDO.

- ❖ **Propiedades:** atributos de un ejemplar de una clase.
- ❖ **Asociaciones:** son clases especiales que relacionan otras dos clases mediante referencias.
- ❖ **Calificadores:** permiten especificar características adicionales para diversos tipos de elementos, como definir nuevos tipos de datos.
- ❖ **Esquemas:** grupos de clases definidas por una misma entidad.

### 2.4.5.2 Arquitectura

WBEM está basado en un programa que circula sobre el sistema gestionado, llamado CIMOM (CIM Object Manager). El CIMOM es accedido por una aplicación cliente que monitorea y controla el dispositivo gestionado. Para atender los requerimientos de la aplicación cliente, el CIMOM usa proveedores, quienes son los que realmente realizan las tareas de gestión ya que ellos acceden los diferentes recursos.

La Figura 3.5 muestra la arquitectura WBEM y sus componentes.

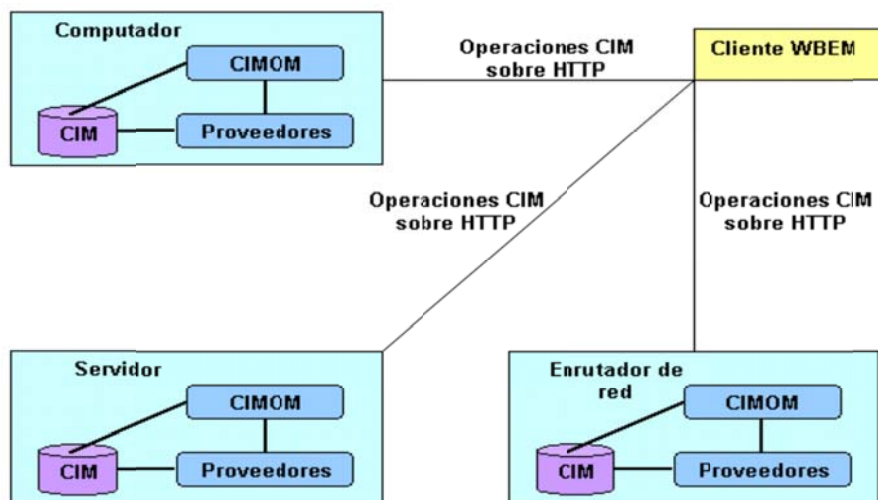


Figura 2.2: Arquitectura del Modelo de Gestión WBEM. [21]

## 2.5 CUADRO RESUMEN DE LOS MODELOS DE GESTIÓN DE RED

MODELOS	PROTOCOLOS	Modelo de Información	Lenguaje	Consumo Recursos
SNMP	SNMP	MIB I-II	SMI	Bajo
OSI	CMIP	X.721	GMDO	Alto
TMN	CMIP	M.3100	GMDO	Alto
RMON	SNMP	MIB I- II	SMI	Bajo
WBEM	HTTP/XML	Esquema CIM	CIM	Medio

**Tabla 2.2: Cuadro Resumen de los Modelos de Gestión de Red.**

## 2.6 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

En la actualidad existe más de un protocolo dedicado a la gestión de redes, desde estándares propietarios hasta protocolos completamente abiertos como el SNMP, este último está mucho más difundido y se puede encontrar todo tipo de equipos.

Dentro de una red se puede administrar los equipos encargados de su funcionamiento como concentradores (*hubs*), conmutadores (*switches*) y enrutadores (*routers*), igualmente como equipos servidores y los servicios que corren dentro de ellos (Web, mail, etc.). También es posible incluir dentro de la administración otros equipos adicionales, como los UPS, controladores de temperatura, etcétera.

Los Modelos de gestión de red estudiados en este capítulo no cumplen con todas las expectativas que necesitan las redes Ad Hoc, como se puede en la tabla 2.3.

**2.6.1 Análisis y Comparación de los Modelos de Gestión de Red y Redes Ad Hoc**

CARACTERÍSTICAS REDES AD HOC MODELO DE GESTIÓN DE RED	Topología Dinámica	Operación distribuida	Variabilidad del canal radio	No usan infraestructura de red	Ancho de banda limitado	Uso de Baterías
SNMP	SI	SI	NO	SI USAN	NO	NO
OSI	NO	SI	NO	SI USAN	NO	NO
TMN	NO	NO	NO	SI USAN	NO	NO
RMON	NO	NO	NO	SI USAN	NO	NO
WBEM	NO	NO	NO	SI USAN	NO	NO

**Tabla 2.3: Relación de los Modelos de Gestión de Red y redes Ad Hoc**

## **CAPITULO 3**

# **GESTIÓN DE REDES AD HOC.**

## GESTIÓN DE REDES AD HOC.

### 3.1 ANMP

ANMP (Ad Hoc Network Management Protocolo), su diseño está concentrado en el desarrollo de un protocolo de seguridad con envío de mensajes eficientes. La atención se ha centrado en el desarrollo de un protocolo ligero que es compatible con SNMP.

Se cree que esto es necesario porque:

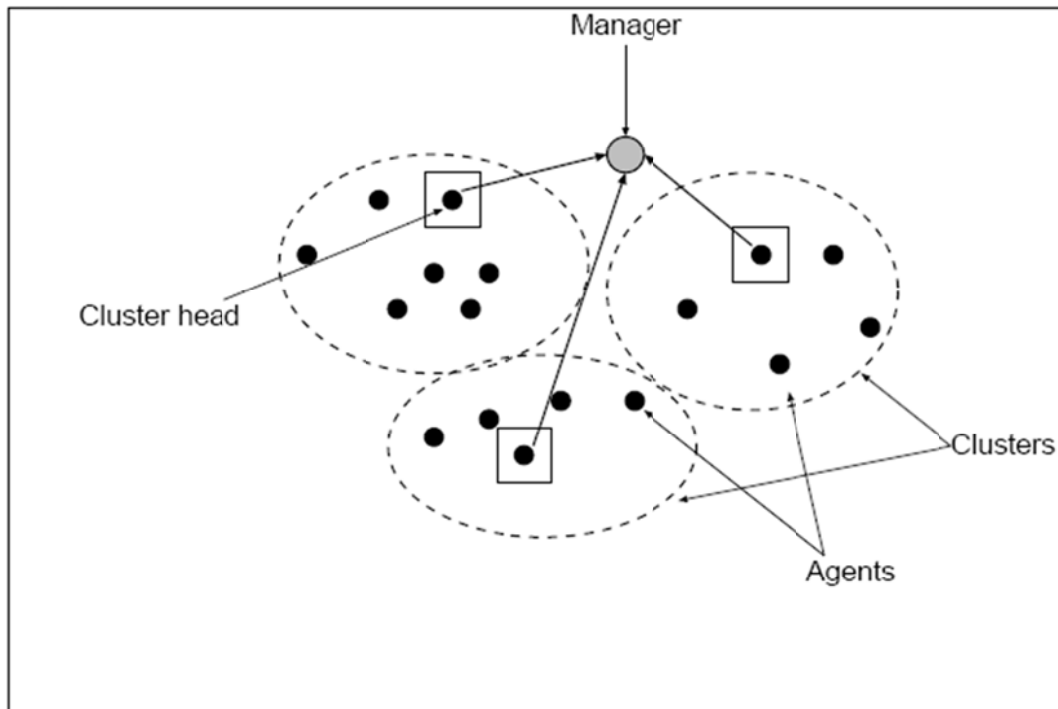
- SNMP es un protocolo de gestión muy utilizado hoy en día.
- Las redes ad hoc pueden ser vistas como una extensión de las redes actuales para cubrir las zonas que carecen de una red infraestructura. En la operación, es muy probable que una red ad hoc se conecte a una red de área local por cable. En tal caso, podemos configurar el administrador de ANMP para ser visto ya sea como un compañero de la administración de SNMP (que es la gestión de la red de línea fija) o como un agente de la administración de SNMP. Esta flexibilidad es una fortaleza importante de ANMP. Básicamente ANMP puede también operar en redes ad hoc aisladas. [22]

A continuación se señala algunos de detalles de implementación de ANMP:

- [1] La estructura PDU (Protocol Data Unit) que se usa en este protocolo es idéntica a la estructura PDU de SNMP.
- [2] UDP es el protocolo de transporte utilizado para la transmisión de mensajes ANMP.
- [3] La Recuperación de datos no se retransmite por ANMP porque la información es periódicamente actualizada. Además, si la solicitud se coloca sobre ANMP y se desea obtener la información perdida, se puede solicitar al Administrador ANMP el reenvío de la información.

### 3.1.1 Arquitectura ANMP

Con el fin de tener un protocolo que sea eficiente en el envío de mensajes, ANMP toma un modelo jerárquico para almacenamiento de datos, ya que los niveles intermedios de la jerarquía pueden evaluar los datos, antes de remitirlo a las capas superiores. Un problema que se da con la utilización de un enfoque jerárquico en redes ad hoc es el costo de mantenimiento por la movilidad de los nodos.



**Figura 3.1: Arquitectura jerárquica de ANMP [22]**

La Figura 4.1, ilustra esta arquitectura. El nivel más bajo de esta arquitectura consta de los distintos nodos administrados llamados agentes. Varios agentes (que están cerca uno del otro) se agrupan en clúster y son administradas por un Jefe de clúster (Cluster head). La agrupación de jefes de clúster, son controlados por el gestor (Manager) de la red. Es importante hacer hincapié en dos cuestiones:



- ❖ La gestión de los Clúster (como en ANMP) es muy diferente de la agrupación para el enrutamiento.
- ❖ Un administrador por lo general tiene un brinco de distancia más alto que el jefe de clúster.

La estructura de los clúster es dinámica. El movimiento de los nodos, el número y composición de los clúster cambian constantemente. Del mismo modo, los nodos de clúster que actúa como jefe también cambian con el tiempo.

### 3.1.2 Recolección y Control de Datos

ANMP amplía el MIB utilizado en SNMP para incluir información de la red ad hoc específicas. La información necesaria en las redes ad hoc es generalmente muy diferente de la información necesaria en las redes de telefonía fija. Cada nodo rellena el campo MIB de las estructuras sobre la base de lo que el administrador quiere. Por ejemplo, un nodo pone en su latitud y longitud, la energía restante en la batería, etc., la información de las MIBs se envía al jefe de clúster. El jefe de clúster recoge información de todos sus nodos, y luego se prepara un resumen o simplemente concatena la información para su transmisión al administrador general. Para mantener toda esta información, el responsable del clúster mantiene tablas de MIBs con entradas para todos los nodos. Este método es idéntico a la forma en que SNMP y sus agentes transmiten la información a su administrador.

Se utiliza PDU de SNMP para el intercambio de información entre las entidades ANMP.[22]

Una característica nueva de ANMP es la capacidad del administrador para ejercer un control total sobre el comportamiento de los agentes.

La mayoría de los nodos en una red ad hoc funcionan con la batería, su funcionamiento, debe ser optimizado para maximizar la vida útil de la batería. Esto puede hacerse poniendo el nodo en un ahorro de energía (modo de estado hibernado) cuando no hay actividad de los usuarios. Ahora, suponga que un nodo de la red ad hoc es una región donde hay una alta probabilidad de peligro para el usuario. En tales circunstancias, no es aconsejable para la máquina del usuario, para entrar en modo de espera (incluso si el usuario no está utilizando) ya que la información sobre el peligro (si ocurre), debe ser enviado a la dirección. ANMP tiene la habilidad en la que el administrador puede forzar el dispositivo para permanecer activos y no se apague. En su forma general, implementar esta funcionalidad en ANMP. Como en el SNMP, se uso alarmas que se activan cuando el valor de una variable atraviesa un umbral. Esto normalmente hace que el agente de un informe estadístico al administrador (por ejemplo, hay demasiados paquetes de error en una fila).

En resumen, entonces, vemos que un administrador en ANMP puede reconfigurar los nodos de la red ad hoc.

### **3.1.3 Seguridad en ANMP**

ANMP implementa la seguridad de unidifusión de SNMPv3. Además ANMP soporta seguridad multidifusión y el modelo de seguridad militar. El administrador necesita configurar un conjunto de sensores para complicar el envío y garantizar que el mensaje no es interceptado por intrusos, es preciso que se transmitan de forma segura (es decir, codificado, con información oportuna para evitar ataques de repetición y con una firma digital).

En SNMPv3, esto puede hacerse mediante la transmisión de mensajes individuales desde el gestor a cada uno de los sensores. Sin embargo, una multidifusión segura es una mejor alternativa, ya que reduce la sobrecarga de mensajes.

ANMP también implementa el modelo de seguridad militar, donde se le asigna las autorizaciones de seguridad a los nodos. Asimismo, se realiza la clasificación de los nodos para asignar niveles de seguridad a los datos. Los jefes de clúster son incapaces de leer los datos de la MIB que se encuentra a mayor nivel. Sin embargo, pueden leer los datos en los niveles clasificación igual al suyo o inferior.

Un problema que se tiene que resolver, a fin de aplicar este mecanismo, es asegurarse de que un agente conoce la autorización de seguridad del jefe de clúster que se utiliza para determinar la manera de encriptar los datos.

En ANMP, el administrador asigna los niveles de seguridad de los nodos y esta información se distribuye como un comprobante más seguro a los jefes de clúster. Los jefes de clúster transmiten la información de todos sus nodos de clúster cuando se forman los grupos. [22]

### **3.2 ARQUITECTURA DE ADMINISTRACIÓN “GUERRILLA” PARA MANETs**

#### **3.2.1 Introducción**

Las redes ad hoc son formados de manera autónoma con un gran número de nodos heterogéneos (que varían en complejidad de los sensores para PDA y ordenadores portátiles totalmente funcional y routers), sin la ayuda de cualquier pre-existente infraestructura de comunicación. Por lo tanto, las tareas se distribuyen una y otra llevado a cabo por grupos de colaboración de nodos.

Por último, la limitación de la energía, limitaciones de ancho de banda de comunicación inalámbrica y de calidad, y el resultado de movilidad de los nodos de redes cada vez con más frecuencia con particiones. Éstos hacen que la gestión de las redes ad hoc mucho más difícil que la gestión de redes fijas y por cable. En particular, el cliente convencional / servidor de administrador

de paradigma de la gestión basada en el agente está a la altura de abordar estas cuestiones. [23]

### 3.2.2 Arquitectura de Gestión

En la arquitectura de gestión de la guerrilla, se prevé que las redes ad hoc por ser auto-organizadas y auto-gestionadas tienen la colaboración de nodos autónomos. Los nodos tienen un rango en la funcionalidad y capacidad heterogénea, de los sensores móviles y ordenadores portátiles totalmente funcionales y routers. Por lo tanto, no todos los nodos serán capaces de contribuir por igual a las tareas de gestión. Los nodos con mayor capacidad que poseen conocimiento de gestión (módulos de software de gestión y de los estados) y la función como la gestión de los nodos, mientras que otros como nodos administrados. A escala, los nodos se agrupan en grupos de forma adaptativa con al menos un administrador de nodos nómadas en cada grupo. Los administradores de nodos móviles colaboran de manera autónoma para gestionar toda la red sin la ayuda de ninguna entidad externa. Los nodos también pueden dejar un grupo y unirse a otro al cambiar su ubicación. Los administradores móviles cooperan para facilitar el proceso. Debido a la naturaleza dinámica de las redes ad hoc, el papel de los administradores de móviles pueden cambiar de acuerdo a la topología, el nivel de potencia, la densidad de nodo, y otros atributos. Por ejemplo, cuando el nivel de potencia de un administrador de móviles cae debajo de cierto umbral, el conocimiento de administración podrá decidir migrar a otro nodo capaz. Cuando aumenta la densidad de nodo, un gestor de nodos móviles podrá decidir la clonación de su conocimiento de gestión a otro nodo que es capaz de acoger los módulos de móviles a compartir la carga de gestión. Además, cuando un gestor de móviles prevé la partición de la red a suceder, puede decidir para producir otro gestor de móviles designados en la partición de otro tipo para permitir las operaciones de gestión desconectada. Cuando vuelva a conectar las particiones de nuevo, los

administradores correspondientes móviles pueden decidir de conciliar y combinar. Además, para minimizar el tráfico de gestión y ahorrar ancho de banda inalámbrico, un gerente de móviles podrán optar por emitir una sonda activa (secuencia de comandos de gestión de peso ligero) que atraviesa una secuencia de nodos administrados de acuerdo con un itinerario determinado.

Por último, en los mecanismos de seguridad, tales como la confianza, la distribución de claves y algoritmos de cifrado, pueden ser adaptables para dar cabida a determinados recursos de red disponibles.

### **3.2.2.1 Clasificación de nodos**

En la arquitectura de la guerrilla, los nodos se clasifican en tres diferentes roles de gestión de acuerdo a su capacidad (por ejemplo, nivel de energía y potencia de procesamiento) y la dinámica de la red. A continuación los tipos de nodos y sus roles:

- Nodos que tienen la capacidad de gestión de por lo menos sólo ejecutar un agente SNMP para facilitar el acceso remoto a información para la gestión local de un cliente / servidor.
- Nodos con capacidad suficiente están equipados con una sonda Módulo de procesamiento, además de un agente SNMP. El módulo de procesamiento de la sonda es un entorno de ejecución de peso leve capaz de ejecutar sondas activas entrantes, que permite que las sondas no sólo de consulta local para los agentes SNMP MIB proceso de información, sino también otro sondeo agentes SNMP remoto. Sondas de encapsular la gestión del conocimiento, y se remiten hop-by-hop de acuerdo a sus itinerarios acompañados.

- Nodos con el nivel de energía suficiente y poder de procesamiento adecuado puede asumir el papel de un jefe de clúster por la ejecución de la gestión. Un jefe de clúster mantiene el conocimiento de gestión y los estados, colabora con otros administradores de nodos, difunde sondas activas a otros nodos dentro de su ámbito de gestión, y migra o genera (es decir, la transferencia de los estados) otros gestores de nodos de acuerdo a la dinámica de la red. [23]

Es importante señalar que la asignación de los nodos se adapta a las diferentes funciones a la dinámica de la red, sin perjuicio de poder y las limitaciones de procesamiento. Un nodo puede cambiar su papel para maximizar la eficacia de gestión definida por las funciones de utilidad. Por ejemplo, un nodo jefe de clúster se le puede agotar la batería y pasa a ser como un solo nodo SNMP para conservar energía, y un nodo de ejecución módulo de procesamiento de la sonda puede convertirse en un jefe de clúster a compartir la carga de trabajo de gestión.

### 3.2.2.2 Sondas para la Gestión GUERRILLA

Con el fin de obtener información de los nodos administrados y gestión de la información de intercambio con otros nodos, debe haber un mecanismo para apoyar la recopilación de información de los nodos remotos. Paquetes pequeños llamados sondas se han desplegado para recoger información sobre la gestión de estos nodos.

Con la ayuda de las tecnologías de red activa y componentes de software de adaptación, se introduce más flexibilidad en el sistema que las sondas no son sólo simplemente para recoger y transportar los datos en bruto, sino que tendrán una capacidad de procesamiento de datos y dentro de un nodo se puede recopilar información útil antes de su partida.

Cuando un administrador observa que la red cubre un gran tamaño, en términos de superficie topológica y el número de nodos, mayor de lo que puede gestionar con eficacia, se genera una nueva instancia del administrador y se envía a manejar esos nodos distantes a nivel local.

Estas características son necesarias para sondas activas servir eficientemente los administradores de nodos. [23]

- Autonomía - Las sondas de monitoreo son autónomas es decir que no necesitan la atención del administrador de nodos. Reducen la carga de los administradores de nodos.
- Atención – Las sondas de monitoreo se han delegado a los nodos remotos y VAN ejecutados a nivel local para que reduzcan el consumo de ancho de banda.
- Capacidad de Respuesta – Los cambios en la topología causados por la dinámica de red, tales como el movimiento de ciertos nodos, debe ser rápidamente notificados para actualizar la perspectiva del administrador para que la información reflejada sea de la situación actual de la red. Las sondas de monitoreo ayudarán a responder en tiempo real.

### **3.2.2.3 Módulo de Gestión de Nodos (NMM)**

Para facilitar la adaptación, el despliegue autónomo de la capacidad de gestión dentro de las redes ad hoc, el NMM (Nomadic Management Module) requiere las siguientes características: autonomía, capacidad de adaptación y un diseño modular ligero.

El NMM alcanza la autonomía y la capacidad de adaptación inteligente de decidir su comportamiento según el estado actual del medio ambiente percibido a través de sondas activas. Con el fin de emigrar o producir, la NMM debe ser ligera. Su extensibilidad y el diseño modular facilitan también la integración de funcionalidades nuevas o imprevistas, sin interrumpir las operaciones de la capacidad de gestión existentes.

Para adaptarse a estas necesidades, el NMM está diseñado para ejecutarse en la parte superior de una máquina virtual, llamado Entorno de ejecución para el Administrador de móviles (EENM, Execution Environment for Nomadic Manager). También facilita la comunicación dentro del módulo, así como la coordinación con otros módulos fuera de la NMM, como el módulo de procesamiento de la sonda.

Todo lo relacionado con la gestión de datos se mantienen dentro de una estructura de datos que son equivalentes al MIB de SNMP. Sin embargo, es probable que una agregación de gestión de la información sea recogida por los nodos vecinos a través de sondas.

#### **3.2.2.3.1 GMIB (*Guerrilla Management Information Base*),**

Es la colección de información de gestión. El módulo de procesamiento de investigación también tiene su propia colección de información de gestión, por ejemplo, información del nodo próximo, que es considerado como parte de GMIB. Además, GMIB se puede acceder tanto NMM y las sondas de entrada a través del agente SNMP como una dependencia MIB en SNMP.

Una cosa que vale la pena mencionar en este trabajo, es la diferencia fundamental entre los administradores de nodos y las sondas activas. Por un lado, los administradores de nodos se han desplegado para mantener la cobertura de la funcionalidad de gestión sobre la red para la prestación eficiente de gestión de la



información y promover la adaptabilidad y la autonomía de gestión. Para alcanzar estos requisitos, se podrá exigir más valiosos recursos de la red, es decir, ancho de banda de comunicación y poder de procesamiento, de trasladar o generar sus módulos funcionales a otros nodos más seguro. Por otra parte, las sondas activas se han desplegado de los administradores de nodos para servir como sus representantes móviles en zonas remotas. Por lo tanto, la consideración principal del uso de sondas activas es disminuir el consumo de recursos de red. [23]

Se puede decir que la arquitectura de gestión de la guerrilla logra la supervivencia y la economía, manteniendo un equilibrio adecuado entre la presencia de administradores funcionales de nodos y las sondas activas.

### **3.3 GESTIÓN DE RED MANETS BASADA EN POLITICAS.**

#### **3.3.1 Introducción**

En las redes inalámbricas convencionales se requiere algún tipo de infraestructura de red fija y administración centralizada para su funcionamiento. En contraste, las MANET son auto-creadas, los nodos individuales son responsables de la dinámica de descubrir que otros nodos pueden comunicarse. Esta forma de creación dinámica de red a menudo requiere una capacidad igualmente dinámica para gestionar la red y los servicios de apoyo de acuerdo a las metas de gestión de alto nivel (es decir, políticas), teniendo también en cuenta las condiciones del entorno.

Se cree que este entorno altamente dinámico puede beneficiarse de una **POLÍTICA BASADA EN ADMINISTRACIÓN DE REDES (PBNM)** y la nueva tendencia autónoma de contexto impulsada por las comunicaciones. Una de las principales ventajas de adoptar un enfoque basado en políticas es la conveniente

"programabilidad controlada" que puede ofrecer una solución eficiente y equilibrada entre la lógica estricta de gestión de cableado y la migración sin restricciones al carácter inalámbrico y la evolución. Si bien ha habido investigaciones previas sobre la implementación de soluciones para PBNM de MANET, este trabajo presenta un modelo organizacional novedoso específicamente a las necesidades de las redes MANET mediante la incorporación de la sensibilidad al contexto de adaptarse dinámicamente a las condiciones que cambian continuamente. [24]

El marco de gestión PBNM es el primero en considerar la explotación de la información de contenido, en relación con un sistema para la gestión de PBNM de las MANET. El modelo de organización es evaluada en base a criterios realistas, teniendo en cuenta la topología de red y las capacidades del dispositivo.

### **3.3.2 Marco de Gestión MANET**

Este introduce un nuevo modelo de organización basada en políticas que combinado con el procesamiento de la información de contexto puede gestionar con eficacia una MANET. El modelo propuesto tiene un número de características nuevas, tales como su método de organización híbrida y la tecnología Híper-clúster de estos grupos, un depósito de distribución y replicar la política y el contexto impulsado por la aplicación de políticas.

### **3.3.3 Modelo Distribuido y jerárquico**

Este modelo adopta un enfoque híbrido, proponiendo un modelo distribuido y jerárquico. Utilizando el paradigma basado en políticas y la sensibilización del contexto, el objetivo es ofrecer un modelo organizativo adecuado para la gestión de MANET.

Antes de analizar el modelo propuesto en primer lugar se debe explicar la diferenciación entre el nodo de "módulos" y "roles" (Figura 4.2).

Los tres funciones se refieren a la **MN** (Administrador de nodo), **CH** (Jefes de Clúster) y **NC** (nodo de clúster, tal como se utiliza en la agrupación de sistemas. Más allá de las trabajos tradicionales de estas funciones, su comportamiento y de la misión se rige por las políticas definidas. Un "módulo" es el software pre instalado de un nodo. Este diseño tiene dos módulos: **CM** (Clúster Manager) y **TN** (Terminal Node).

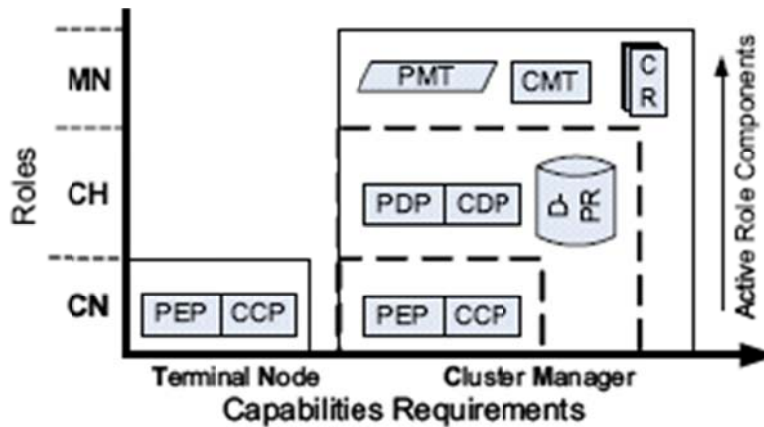


Figura 3.2. Funciones y módulos de los nodos [24]

Esta separación del módulo se ha considerado necesaria para dar cabida a una escala más amplia de capacidades de los nodos del MANET. El **TN** es el más simple módulo y es ligero para que sea adecuado para los dispositivos de capacidades limitadas, por ejemplo, teléfonos móviles inteligentes. Así TNs sólo puede ser asignado a la función NC. En los módulos de CM por otro lado tiene una funcionalidad PBNM completa del sistema y la capacidad de procesamiento de contenido. Por lo tanto, CMs son responsables de la gestión en colaboración MANET y pueden ser asignados a las tres funciones. La selección del módulo adecuado para cada dispositivo de red depende principalmente de sus capacidades.

La diferencia entre "roles" y "módulos" se refiere a la diferenciación de la función de organización de una entidad en la red en comparación con las capacidades del software real que lleva. Las funciones de nodo y los módulos que se muestran en la Figura 4.2, donde los elementos de su política respectiva y contextuales que también se indica. Dependiendo de la función asignada a un gestor de clúster (CM), los respectivos componentes estarán activos o inactivos. Durante la instalación inicial de la red, las políticas por defecto almacenado en CM se cargan a fin de orientar la implementación del modelo de gestión que se propone.

La idea detrás de tener varios administradores en este modelo reside en la naturaleza de las redes ad hoc y el propósito de su formación. Habiendo más de un administrador se da la flexibilidad para formar redes de confianza entre las distintas autoridades administrativas. Esto se realiza si es cualquiera de estos se ven obligados a renunciar a sus privilegios de manejo. En lugar de gestores en cooperación se introducen políticas que guían el comportamiento de la red en general.

**3.4 Cuadro comparativo de los trabajos realizados sobre gestión MANET**

	Niveles	Jerárquico	Distribuidos	Basado en Agentes	Basada en políticas	Módulos	Almacenamiento	Administradores
<b>ANMP</b>	3	SI	NO	NO	NO	1	MIB de Anmp	1
<b>Arquitectura Guerilla</b>	2	SI	SI	SI	NO	4	MIB	1
<b>Policy Based</b>	2	SI	SI	NO	SI	2	LDAP	1

**Tabla 3.1: Cuadro comparativo de los trabajos realizados sobre Gestión MANET**

En la tabla 3.1 se da a conocer un resumen de los trabajos realizados anteriormente acerca de la Gestión de Redes Ad Hoc.

### 3.5 Conclusiones del Capítulo

Los primeros pasos para emprender en la gestión MANET fueron propuestos en [22]. El Grupo Ad hoc sugirió el protocolo de gestión de red (ANMP) que se basa en la agrupación jerárquica de los nodos en una arquitectura de tres niveles. Los dos algoritmos de agrupación propuestos limitan severamente su aplicabilidad debido a su centralización.

La Arquitectura "Guerrilla" [23], establece un agente basado en dos niveles, en el nivel superior están los "administradores de clúster" los cuales se encargan de tomar decisiones y lanzar sondas activas para cumplir los objetivos de gestión. En cambio los agentes móviles deben utilizar una función de utilidad para decidir su desplazamiento y la propagación de las sondas.

Las condiciones específicas de las redes ad hoc, como el cambio dinámico de la topología, la limitación de poder, han restringido la comunicación inalámbrica, y el gran número de nodos heterogéneos, hace que la gestión de redes ad hoc sea mucho más difícil de admitir.

La Administración de Redes basada en Políticas (PBNM) [24] está específicamente dirigida a las redes ad hoc (MANET). Se basa en la distribución y presenta un modelo de organización jerárquica que despliega una réplica del Repositorio de Políticas Distribuidas (DPR, Distributed Policy Repository) entre los nodos del clúster. Mediante la explotación de la información de contenido podremos lograr una evaluación eficaz de las condiciones de la política de que las acciones de disparador

con alcance de aplicación especificadas.

En PBNM, al examinar el entorno de confianza, módulo de control está dictado por las políticas aplicadas, garantizando así la programación y control de reconfiguración.

# **CAPITULO 4**

## **DEFINICIÓN DEL MODELO PROPUESTO Y ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN.**

## 4.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Luego de realizar un análisis y comparar los modelos de Gestión estudiados en el Capítulo 2 nos damos cuenta que ninguno cumple con todas las características necesarias para la gestión de Redes Ad Hoc por lo que se pretende mejorar a través de la generación de algunos escenarios y requerimientos, tales como: localización del nodo dentro del clúster, estado de la batería del nodo, entre otros. Los estudios que se realizan son el control y localización de nodos en un determinado escenario.

En algunos casos la administración de las redes Ad Hoc no se la efectúa y en otros se trata realizar de una manera que no cumple con todos los requerimientos, es decir se requiere un nuevo modelo de gestión para verificar si los nodos se encuentran en diferentes lugares, por ejemplo:

- ✓ Que los nodos se encuentren dentro de una determinada área dentro de su clúster.
- ✓ Que se pueda controlar estado activo e inactivo de un nodo, dependiendo de su estado de energía o batería.
- ✓ Que se controle como se realiza la comunicación entre nodos.

Por estas razones y muchas otras se cree necesario realizar la propuesta de un modelo de Gestión de Red del cual sea altamente disponible y al mismo tiempo no introduzca sobrecarga a la red.

### 4.1.1 Justificación

Como las redes Ad Hoc son innovadoras y necesarias, hay que dar solución al problema que plantea en esta propuesta. Debido a que los dispositivos móviles tienen cada vez mayor demanda en el mercado.



#### **4.1.2 Metodología de la Investigación**

En el desarrollo del proyecto se ha utilizado una diversidad de fuentes de información como son: (Internet, Papers, Libros, Consultas, Documentos Técnicos, experiencias de otros proyectos, etc.), por eso que se necesita un conocimiento básico en redes, para poder orientar correctamente los objetivos de la investigación.

El procedimiento que se tomo fue:

- ✓ Recolección de información.
- ✓ Análisis de la información de los Modelos de Gestión de Red.
- ✓ Escenarios de las redes Ad Hoc.
- ✓ Propuesta del modelo.
- ✓ Análisis del Modelo Propuesto.

#### **4.1.3 Hipótesis.**

La propuesta de un Modelo de Gestión de Redes para redes móviles Ad Hoc, mejora el control y localización de los dispositivos (nodos) y de esta manera incrementando la disponibilidad y administración de este tipo de redes.

#### **4.2 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN**

En la presente sección vamos a dar una panorámica para el análisis del Modelo que se propone. Se iniciará con una introducción, la viabilidad y los resultados que se pretende alcanzar.

#### 4.2.1 Viabilidad

De acuerdo a los estudios realizados anteriormente (Capítulo 3) y a la necesidad que se tiene de un nuevo modelo de administración de una red Ad Hoc con estas características, este proyecto es viable por:

- ✓ No existe ningún tipo de proyecto de estas características en el medio local, se tendrá una gran posibilidad para la implementación del mismo, en futuros proyectos.
- ✓ Para analizar el comportamiento de los nodos se va a usar clúster, esto es viable debido a que existe en el mundo grandes proyectos (algoritmos clustering, entre otros), que usan esta técnica y que garantizan confiabilidad en los resultados finales.
- ✓ Se pudo determinar que la propuesta del modelo es viable para este proyecto debido a que es necesario administrar este tipo de redes.
- ✓ Se tiene el conocimiento necesario para el desarrollo de la propuesta del modelo de administración, la misma que permitirá una acreditación académica.

#### 4.2.2 Resultados Esperados

De este proyecto se espera los siguientes resultados:

- ✓ Proponer el modelo de Gestión de Red con sus respectivos componentes.
- ✓ Que sea práctico para la Administración de este tipo de Redes.

- ✓ Que en lo posterior se implemente el modelo de Gestión de red propuesto
- ✓ Que se utilice de punto partida para futuros trabajos.

#### **4.3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

Los diversos Modelos de gestión de Red como son: OSI, SNMP, RMON, TMN, WBEM; todos estos nos ayudan para realizar la gestión, en Redes convencionales, al realizar su análisis concluimos que no son aplicables a las redes MANET , por lo cual es muy importante proponer un modelo de Gestión de Red para Redes Ad Hoc, debido a que en ciertos casos de riesgo es necesario tener un control de estos nodos, también se hace necesario ya que existe en la actualidad una gran demanda de dispositivos móviles y a la nueva tendencia de las telecomunicaciones.

#### **4.4 ASUNCIÓNES Y LIMITACIONES**

Para construir este modelo se deben tomar algunos aspectos importantes como son:

- ✓ Cada nodo es un enrutador
- ✓ Los nodos pueden estar en movimiento
- ✓ Los nodos pueden entrar y salir de la red
- ✓ La utilización de baterías limita la energía disponible
- ✓ Las rutas deben adaptarse a los cambios en la red
- ✓ La cooperación es clave para la comunicación
- ✓ Los protocolos para redes cableadas no son apropiados
- ✓ Los protocolos de enrutamiento pueden ser: proactivos, reactivos, bajo demanda, o híbridos

## **CAPITULO 5**

# **PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE REDES AD HOC.**

## **PROPUESTA DE MODELO DE GESTION PARA REDES AD HOC**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

La gestión de redes se ha convertido en un aspecto crítico, especialmente en redes de computadores, con una gran cantidad de nodos. Las redes se caracterizan por un constante incremento del número de nodos, complejidad y diversidad de los recursos que los componen.

Los principales problemas relacionados con la expansión de las redes Ad hoc son la gestión y su correcto funcionamiento, la planificación de su desarrollo, y la alta demanda de los dispositivos móviles en la actualidad. Por todo ello, la gestión de red Ad hoc se hace necesario en algunos aspectos para tener un control y vigilancia de recursos de comunicación de estas redes.

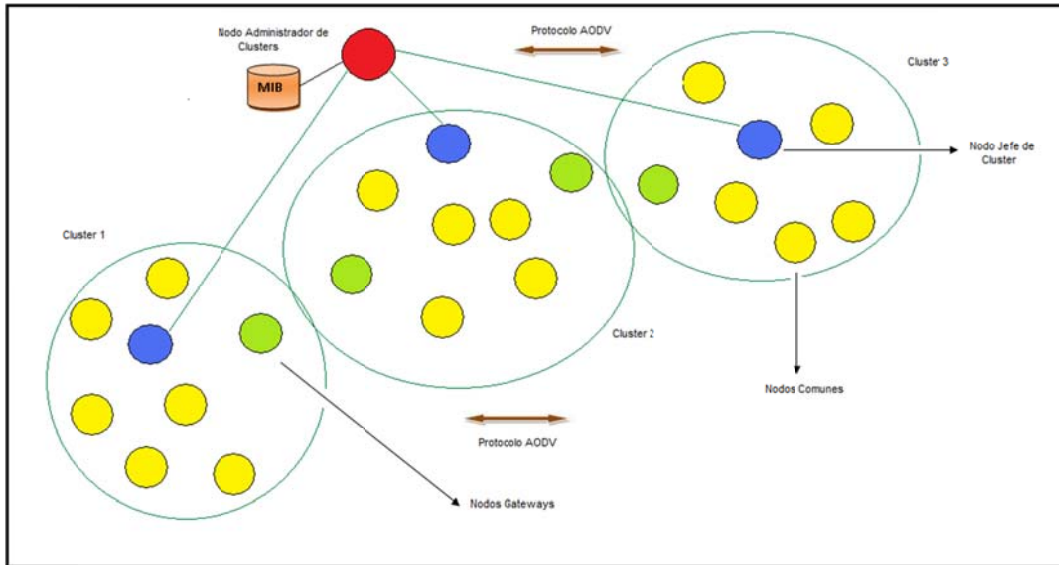
### **5.2 DEFINICIÓN**

Se trabajara con el término nodo para identificar a los dispositivos móviles conectados a la red.

Un nodo tiene que ser el punto de unión entre distintos usuarios y a su vez enlazar con otros nodos para así crear una red Ad-hoc, en las que se trabaja de igual a igual, todos son clientes y servidores.

Se utilizará clúster para la agrupación de un conjunto de dispositivos inalámbricos para de esta manera facilitar la gestión de red.

La finalidad en este capítulo es mejorar el control y administración proponiendo un modelo de gestión de redes Ad Hoc, que se observa en la figura 5.1.



**Figura 5.1: Gráfica del Modelo Propuesto.**

El modelo de gestión propuesto inicia principalmente con la formación de clúster utilizando algoritmo de Clustering (DMAC) luego de esto se realiza la elección del nodo jefe de clúster de cada clúster y los demás nodos tendrán asignada un función dentro del clúster ya sea de nodo común o nodo gateway, luego de todos los jefes de clúster se elige un nodo Administrador Central utilizando el algoritmo (WCA).

Todos los nodos en general van a contener una base de datos MIB, y se comunican todos utilizando protocolo reactivo AODV y los que están en un mismo clúster por el área de cobertura. Los nodos de respaldo tanto del nodo Administrador Central como del jefe de clúster serán los siguientes con el mejor peso o criterio definido por cada algoritmo de clustering.

### 5.3 COMPONENTES DE INFRAESTRUCTURA

Los componentes principales en una arquitectura de gestión de red son la entidad gestora, los dispositivos gestionados y los protocolos de gestión.

Aquí se detallan todos los componentes que serán utilizados en la propuesta del modelo de Gestión para redes Ad Hoc, para realizar el control y administración de

estas redes en un determinado escenario, se dará una descripción de sus características, entornos, etc.

### 5.3.1 Clúster

Como ya se mencionó en el capítulo 3 de gestión de redes MANET, solo se va mencionar importancia y aspectos con las características que nos aporten para el modelo de gestión propuesto.

#### 5.3.1.1. Importancia de Procesos de Clustering en Redes Ad Hoc

Una red Ad Hoc se establece dinámicamente en clústeres para mantener una topología efectiva, relativamente estable y para mejorar su desempeño.

Los algoritmos de clustering se encargan de presentarle al algoritmo de enrutamiento una topología lógica de la red. El algoritmo de clustering también acepta una realimentación del algoritmo de enrutamiento con el fin de ajustar la topología lógica.

La formación de clúster en MANET presenta varias ventajas para la capa de acceso al medio (MAC) y para la capa de red.

En la capa MAC, los procesos de clustering mejoran el desempeño de algunas métricas que se describen a continuación:

- **Reutilización del espacio.** Una red organizada mediante clúster promueve el reuso del espacio y por lo tanto se mejora la capacidad del sistema.
- **Distribución del ancho de banda.** La distribución del ancho de banda debe ser proporcional a las características de tráfico de cada uno de los usuarios. Realizar clustering mejora esta propiedad ya que se disminuye el tráfico de la red.

- **Throughput.** Se refiere a la fracción de la capacidad del canal empleado en la transmisión de datos. El establecimiento de clústeres mejora el desempeño de esta métrica.
- **La escalabilidad.** La capa MAC tiene la habilidad de conservar un buen desempeño de la red cuando sus factores limitantes como el tráfico de red o la movilidad se incrementan debido a un crecimiento en el número de usuarios. [28]

Al efectuar un proceso de clustering en redes Ad Hoc, la distribución de la información topológica de la red se facilita ya que el número de nodos de un clúster es menor al número total de nodos presentes en la red. Por lo tanto, cada nodo solo debe almacenar una porción de la información total de la red referente al enrutamiento. Los procesos de clustering logran que una topología altamente dinámica parezca menos dinámica. Esto minimiza la pérdida de los enlaces y la de los paquetes.

Esto ayuda mucho a la gestión que debido a que todos los nodos de la red se asignan a un clúster y ninguno queda suelto y así se puede tener un control de todos ellos. Se debe tener en cuenta el tamaño de los clúster no debe ser tan grande como para sobrecargar a los Jefes de clúster ni tan pequeño como para que los Jefes de clúster se mantengan desocupados durante la mayor parte del tiempo. Es conveniente balancear el número de jefes de clúster de la red. Un número pequeño de jefes de clúster implica una sobrecarga para estos ya que sus clúster respectivos tendrán un gran número de nodos. Por otro lado, un gran número de jefes de clúster hace que el número de saltos para que un paquete pueda ser transportado desde el origen hasta el destino, sea muy grande dado que el paquete debe atravesar un gran número de jefes de clúster. Esto involucra una gran latencia en la red, un alto consumo de energía (batería) y un mayor procesamiento de información en cada nodo.



### **5.3.2 Nodos**

Son los dispositivos móviles que se van a administrar, en la mayoría de los algoritmos de clustering se establecen tres tipos de nodos como son el nodo Común, el nodo Jefe de clúster con su respectivo respaldo y nodos gateways, pero para nuestro modelo vamos a utilizar otro nodo adicional el cual va a ser el nodo administrador central y lo denominaremos nodo Administrador Central y tendrá su respaldo, a continuación el detalle de cada uno de ellos:

#### **5.3.2.1 Tipos de nodos**

Los tipos de nodos que se van a utilizar en la administración de red ad hoc son los siguientes:

##### **5.3.2.1.1 Nodo Común**

Son los dispositivos móviles de más bajo nivel y constituyen los nodos administrados.

Tienen un MIB de SNMP.

EL nodo jefe de clúster se definen a través del algoritmo de clustering DMAC.

##### **5.3.2.1.2 Nodo Jefe de Clúster**

En el modelo propuesto el jefe de clúster no tienen implementado un hardware especial, son seleccionados entre el conjunto de nodos comunes de la red y que muestran un comportamiento dinámico y móvil. Para el proceso de selección de estos se debe considerar para dicha función, aquellos nodos con alto grado de estabilidad relativa con el fin de evitar la frecuente reconfiguración de los Jefes de clúster en la red.

El Jefe de clúster se encarga de calcular las rutas para mensajes de larga distancia y enviar paquetes entre los clústeres. Un paquete proveniente de un nodo es transmitido en primera instancia a su jefe de clúster respectivo. Si el destinatario se encuentra

localizado en el mismo clúster, el Jefe de clúster simplemente le entrega el paquete al nodo destino. Si el destinatario del paquete se encuentra localizado en un clúster diferente, el Jefe de clúster envía el paquete a través de la red troncal formado por los Jefe de clúster de la red, hasta ser recibido por el Jefe de clúster del nodo destino. El Jefe de clúster se encarga de remitir el paquete al destinatario respectivo. También se comunica con el Administrador central para enviar la información de los nodos comunes.

Para la elección de este nodo se utiliza **DMAC**, que es un algoritmo de clustering distribuido que agrupa a los nodos de una red móvil ad hoc en clústeres conformados por un Jefe de clúster y unos nodos comunes. Los Jefe de clúster se seleccionan de acuerdo a un criterio basado en pesos que depende de parámetros de movilidad relacionados con cada nodo.

Una característica importante de DMAC es que tiene en cuenta el movimiento de los nodos inclusive durante el tiempo inicial del proceso de clustering. DMAC presenta además adaptabilidad respecto a los cambios topológicos de la red. Estos cambios pueden deberse a la movilidad de los nodos, o a la aparición o desaparición de un nodo en la red.

Todos los nodos que ejecutan el algoritmo de DMAC poseen conocimiento de su propio ID (Identifier, identificador único de nodo) y el valor de su propio peso así como el ID de sus vecinos y el valor del peso de sus vecinos. A excepción de la fase inicial del algoritmo, DMAC es un algoritmo basado en el envío de mensajes. [30]

Cuando un nodo quiere unirse a un clúster envía un mensaje denominado JOIN y si decide convertirse en Jefe de clúster envía un mensaje denominado CH. Un nodo

decide su propio papel en la red una vez sus vecinos de mayor peso lo han decidido.

**Véase Anexo 1:** Algoritmo de clustering DMAC.

Algunos autores consideran que, en comparación con otros algoritmos de clustering, DMAC presenta mínima complejidad. El algoritmo puede reaccionar de forma rápida ante los cambios topológicos porque cada nodo solo necesita tener conocimiento sobre los vecinos que se encuentran a un salto de sí mismo.

Para la propuesta del modelo se ha tenido que adaptar algunos calificativos de este algoritmo a nuestras necesidades y si fuera necesario hacer otras adaptaciones en la realización de la misma se tendrá que tomar en cuenta más adelante.

#### **5.3.2.1.3 Nodo Jefe de Clúster de respaldo**

Este nodo será asignado luego de la elección del jefe de clúster, ya que en la ejecución del algoritmo se asume que cada nodo tiene un peso (un número real  $\geq 0$ ) y un ID (identificador único de cada nodo). El peso de cada nodo constituye los parámetros de movilidad. Un nodo determina su propia función en la red, ya sea para convertirse en jefe de clúster o para ser un nodo común. Para ello, el nodo se basa en el conocimiento de los vecinos que se encuentren a un salto de sí mismo. Un nodo puede convertirse en jefe de clúster de respaldo si tiene el peso de mayor valor siguiente después del jefe de clúster entre sus vecinos.

#### **5.3.2.1.4 Nodo Administrador Central**

Es un nodo colocado en un punto central al cual se dirigen los mensajes que requieren acción o que contienen información solicitada al jefe de Clúster.

El Administrador Central no tienen implementado un hardware especial al igual que los jefes de clúster, son seleccionados entre el conjunto de nodos Jefes de Clúster. Por este motivo la selección de los Administradores centrales se deben considerar nodos relativamente estables con el fin de evitar frecuentes cambios en la red.

Para la elección de este nodo Administrador central se toma otro algoritmo de clustering WCA (Weighted Clustering Algorithm) ya que toma en cuenta otros parámetros como es la potencia de la batería y este es un factor importante debido a que este nodo va a contener toda la información de los clúster y de sus jefes. Y como solo se toma los jefes de clúster para la elección de este nodo va a contener buenas características

WCA es un algoritmo de clustering distribuido basado en valores de pesos. Este algoritmo selecciona los Jefe de clúster considerando aspectos relacionados con la eficiencia de las componentes funcionales del sistema, pero en este caso lo vamos a utilizar para la designación del Administrador Central. Por lo tanto, con el fin de optimizar el consumo de la batería, el balanceo de la carga y las funciones de la capa MAC, un nodo es escogido como Administrador Central de acuerdo a los siguientes aspectos:

1. El número de nodos que puede manejar (balanceo de carga).
2. La movilidad.
3. La potencia de la transmisión.
4. El consumo de la batería.

WCA es un algoritmo no periódico y se ejecuta el mínimo número de veces para evitar congestión en la comunicación. [29]

Con WCA se elige el Administrador Central de acuerdo al valor del peso asociado a cada nodo. El peso asociado a un nodo  $v$  está definido por:

$$W_v = w_1\Delta_v + w_2D_v + w_3M_v + w_4P_v$$

**Ecuación. 5.1.** Fórmula para calcular  $W_v$ . [31]

El nodo con el mínimo peso es elegido como Administrador Central. Los factores de peso se seleccionan de forma que  $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1$ .

Los parámetros del peso asociado a cada nodo se explican a continuación:

- ✓ **M<sub>v</sub>**: Es la medida de la movilidad.
  
- ✓ **Δ<sub>v</sub>**: Se define como el grado de diferencia de un nodo.
  
- ✓ **D<sub>v</sub>**: Se define como la suma de las distancias desde un nodo dado hasta todos sus vecinos.  $D_v$  se encuentra relacionado con el consumo de la energía. Este factor es importante ya que se puede lograr el establecimiento de una mejor conexión entre el Administrador Central y sus jefes de clúster cuando las distancias son más cortas entre sí. Esto se debe principalmente a que a mayores distancias, la señal de comunicación se va atenuando. Por lo tanto, las comunicaciones de larga distancia requieren más energía.
  
- ✓ **P<sub>v</sub>**: Corresponde al tiempo acumulado que lleva un nodo siendo Administrador Central. Este parámetro es una medida de la batería que ha sido consumida. Un Administrador Central consume más batería que un nodo ordinario ya que tiene responsabilidades extras.

Cada uno de estos parámetros es calculado con sus respectivas fórmulas matemáticas. **Véase Anexo 2:** Algoritmo de clustering WCA.

En este algoritmo se define el peso por métricas basadas en el número de nodos manejados o comunes, la movilidad, la potencia de transmisión y energía de la batería. Se elige al nodo con menor valor de peso entre los nodos.

#### **5.3.2.1.5 Nodo Administrador Central de Respaldo**

El nodo administrador de respaldo será el nodo con el mínimo peso después de la elección de nodo Administrador Central, es decir si N es el administrador N-1 será el respaldo y si tendrá casi las mismas características del Administrador elegido.

#### **5.3.2.1.6. Nodos gateway.**

Son aquellos nodos que no son Jefes de clúster y se encuentran localizados en el límite de un clúster. Este tipo de nodos se llaman gateways porque son capaces de escuchar las transmisiones de un nodo que pertenece a un clúster diferente. Por lo cual, un nodo gateway debe tener por lo menos un nodo vecino que sea miembro de otro clúster diferente.

Para establecer una red troncal (backbone) de comunicación en una red móvil ad hoc, los jefes de clúster se conectan directamente entre sí o por medio de nodos gateway.

### **5.3.3. Base de Información (MIB de SNMP)**

La Base de Información Gestionada (*Management Information Base* o MIB) es un tipo de base de datos que contiene información jerárquica, estructurada en forma de árbol, de todos los dispositivos gestionados en una red de comunicaciones.

Define las variables usadas por el protocolo SNMP para supervisar y controlar los componentes de una red. Está compuesta por una serie de objetos que representan los dispositivos (como enrutadores y conmutadores) en la red. Cada objeto manejado en un MIB tiene un identificador de objeto único e incluye el tipo de objeto (tal como contador o secuencia), el nivel de acceso (tal como lectura y escritura), restricciones de tamaño, y la información del rango del objeto.

Los objetos de una MIB se definen usando un subconjunto del ASN.1, la versión 2 de la estructura de la información gestionada (*Structure of Management Information Versión 2* o SMIv2) definido en el RFC 2578. [14][15][17]

El software que procesa esa información para crear la base de datos se denomina "compilador de MIBs" (*MIB Compiler*). Las MIBs suelen ser modificadas cada cierto tiempo para añadir nuevas funcionalidades, eliminar ambigüedades y arreglar fallos. Estos cambios se han de hacer de acuerdo con la sección 10 del RFC 2578.

#### **5.3.4 Protocolo AODV (Ad hoc on-demand Distance Vector)**

Este protocolo es usado con mayor frecuencia en redes Ad Hoc cuando se trata de obtener una mejor calidad de servicio en la información transmitida de un nodo a otro, debido a que tiene mejor performance en el enrutamiento de este tipo de redes. Los protocolos reactivos se diseñaron para reducir la carga de control que se produce en los protocolos proactivos. Para ello se mantiene la información solamente de los nodos activos. Las rutas se determinan y mantienen solamente cuando un nodo en cuestión tiene que enviar información. Esto significa que AODV no hace nada hasta que un nodo necesita transmitir un paquete a otro nodo para el cual no tiene ruta. AODV sólo mantiene rutas entre nodos que necesitan comunicarse. Sus mensajes no contienen información de toda la ruta, solo contienen información sobre el origen y el destino. Por lo tanto los mensajes de AODV tienen tamaño constante independientemente del

número de nodos de la ruta. Utiliza números de secuencia para especificar lo reciente que es una ruta, lo cual garantiza ausencia de bucles. [2] [4]

<b>Componente</b>	<b>Protocolo Reactivo AODV</b>
<b>Descripción</b>	<p>Los protocolos reactivos crean rutas nuevas cuando es requerido, lo que genera una mejor adaptación y llevan a una mejor performance (mayor porcentaje de entrega y menor retardo). Para ello se mantiene la información solamente de los nodos activos. Las rutas se determinan y mantienen solamente cuando un nodo en cuestión tiene que enviar información. Los protocolos reactivos sólo crean rutas cuando es necesario. Son protocolos bajo demanda donde la sobrecarga es mucho menor, pero los retrasos de establecimiento de rutas son mayores.</p>
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo demanda</li> <li>- Encamina salto a salto</li> <li>- Vector de distancias:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nadie tiene grafo completo</li> <li>• Para cada posible destino sólo se conoce el primer salto por donde debe encaminarse y la distancia a la que se encuentra.</li> </ul> </li> <li>- Para diferenciar la información moderna de la antigua, se emplean horas lógicas (Identificador de nodo, N° de secuencia)</li> <li>- La hora lógica es local, no hay reloj absoluto</li> <li>- Toda información en una tabla lleva la hora lógica de quien</li> </ul>



	<p>la generó, ya que es posible que cierta información recién recibida sea más antigua que otra recibida anteriormente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toda información acaba caducando, típicamente al cabo de pocos segundos.</li> </ul>
<b>Encaminamiento</b>	<p>En el protocolo AODV los nodos mantienen una tabla de encaminamiento para los destinos conocidos (empleando el algoritmo vector distancia). Inicialmente esta tabla estará formada por sus vecinos. Solamente se le añadirán destinos nuevos cuando sea necesario, es decir, cuando un nodo necesita comunicarse con otro que no está en su tabla, inicia un proceso de descubrimiento de ruta (reactivo) hacia el destino concreto.</p>
<b>Mensajes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mensajes de descubrimiento de ruta RREQ que se van propagando entre todos los nodos.</li> <li>- Los nodos generan una tabla de encaminamiento inversa para que puedan regresar las contestaciones RREP a las solicitudes de ruta al nodo que la originó.</li> <li>- Mensajes HELLO entre vecinos para determinar la conectividad, aunque para reducir el volumen de estos mensajes, sólo debe permitirse su envío a los nodos que estén transmitiendo datos.</li> <li>- Debemos destacar además la utilización de las técnicas de "búsqueda secuencial por anillos" y "reparación local del enlace" así como también que es capaz de proporcionar soporte <i>multicast</i>.</li> </ul>
<b>Funcionamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando se necesita una ruta desde un origen hasta un</li> </ul>

	<p>destino, se inunda la red con peticiones RREQ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando un RREQ llega al destino buscado, o a alguien que conoce una ruta para el destino, se genera una respuesta RREP.</li> <li>- El RREP sabe volver al origen porque la inundación de RREQ fue creando el camino de vuelta.</li> <li>- Cuando el RREP va volviendo al origen, va creando el camino de ida.</li> <li>- Una vez que el origen ha recibido el RREP, ya puede enviar datagramas, que seguirán el camino de ida.</li> </ul>
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La principal ventaja de AODV es que las rutas se establecen por demanda.</li> <li>- Se utilizan números de secuencia para tener rutas actualizadas hacia el nodo destino.</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un problema con AODV es que pueden generarse varios mensajes de respuesta RREP como resultado de una sola petición RREQ (sobrecarga).</li> </ul>

**Tabla 5.1: Tabla Resumen del Protocolo AODV.**

Este protocolo se ha elegido para el modelo propuesto debido a es más sencillo en su formato de mensaje debido a que solo cuenta con dos campos en el Mensaje que realiza el protocolo AODV para realizar la comunicación entre nodos y es a través de estos mensajes que podemos realizar el control de la información y así administrar los nodos, más adelante se presentan varios escenarios en donde se indica este proceso.

### 5.3.5 Interfaces de Comunicación

En la figura 5.3 tenemos en cuenta las interfaces de comunicación que se va a tener en cuenta al realizar la propuesta del modelo.

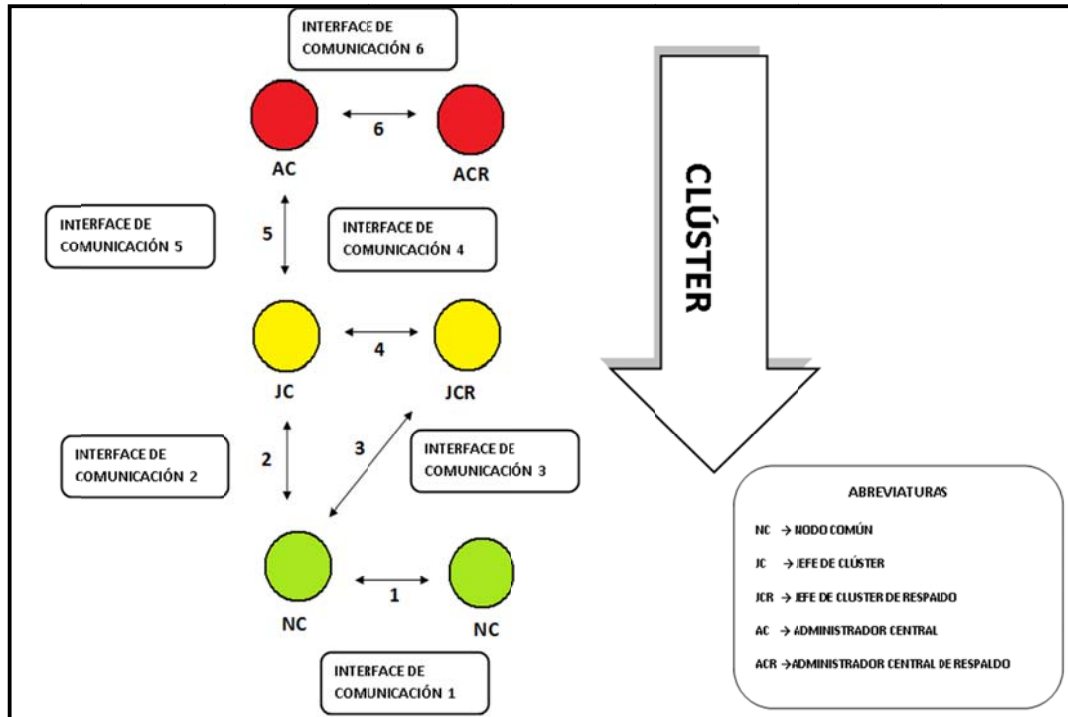


Figura 5.2: Interfaces de Comunicación entre nodos.

#### 5.3.5.1 Interface de Comunicación 1: Comunicación entre Nodos Comunes.

Los nodos comunes se comunican entre sí, primeramente para agruparse en clúster y luego para realizar la elección del jefe de clúster, para lo cual utilizan el protocolo AODV o por el área de cobertura de clúster que se encuentren.

Para la elección de un jefe de clúster utilizan el algoritmo de clustering DMAC.

### **5.3.5.2. Interface de Comunicación 2: Comunicación entre Nodos Comunes y el Jefe de Clúster**

Como en este modelo utilizamos la administración jerárquica, o centralizada. La gestión de un clúster es realizada por un solo nodo, conocido como Jefe de clúster. Los nodos comunes se comunican con los Jefes de Clúster a través de protocolo AODV o por el área de cobertura. Para estar al tanto de cuáles son las rutas para mensajes de larga o corta distancia y así poder enviar paquetes entre los clústeres.

### **5.3.5.3 Interface de Comunicación 3: Comunicación entre Nodos comunes y el jefe de clúster de respaldo.**

Un respaldo o backup es una copia de seguridad o el proceso de copia de seguridad con el fin de que estas puedan utilizarse para restaurar el original después de una eventual pérdida de datos. Por esta razón todo clúster debe poseer un jefe de clúster de respaldo el cual debe cumplir con todas las funciones que realiza el jefe de clúster.

### **5.3.5.4 Interface de Comunicación 4: Comunicación entre el Jefe de Clúster y su respaldo.**

Los nodos jefes de clúster tienen su respaldo para tener el respaldo de los datos por cualquier circunstancia y prever cualquier tipo de situación que se pueda dar durante la transmisión de datos.

También se comunican entre sí para poder elegir al nodo Administrador central, esta elección se realizará utilizando el algoritmo de clustering WCA ya que este utiliza parámetros en los cuales se estima la potencia de batería, la carga, la movilidad, entre otros

También se comunican para establecer una red troncal (backbone) móvil ad hoc, en donde se conectan directamente o por medio de nodos Gateway.

#### **5.3.5.5. Interface de Comunicación 5: Comunicación entre el Jefe de Clúster y Administrador central.**

En el modelo propuesto, los nodos Jefe de Clúster se comunican con el nodo Administrador central para enviarle la información de los nodos comunes, que a su vez comunican cada uno directamente con los otros a través de las señales de radio si usan un punto de acceso. Son comunicaciones de tipo punto a punto, solamente los ordenadores dentro de un rango de transmisión definido pueden comunicarse entre ellos.

#### **5.3.5.6. Interface de Comunicación 6: Comunicación entre Administrador central y su respaldo.**

En el modelo propuesto los Administradores centrales utilizan una MIB en donde almacenan la información y debe comunicarse con su respaldo para tener una copia de seguridad por decirse así de todos los datos, para que en caso de una eventualidad este asuma las funciones y pueda tener un control de la red. También se comunican entre sí para poder tener acceso a los otros clúster y así poder tener una vigilancia y organización de los mensajes que se envían y reciben en la transmisión de datos. Lo hacen a través del protocolo y sus tipos de mensajes pueden tener control de sus clúster. En la Gestión, la Disponibilidad debe asegurar que los nodos estén disponibles y funcionen correctamente siempre que los clientes y usuarios deseen hacer uso de ellos, por lo que un backup se hace indispensable la comunicación entre el administrador central y su respaldo.

## **CAPITULO VI**

# **ANÁLISIS Y ESCENARIOS DEL MODELO PROPUESTO.**

## 6.1 Análisis

La Administración de Redes es un conjunto de técnicas destinados a mantener una red activa, eficiente, segura, constantemente monitoreada y con una planeación adecuada y propiamente documentada, es muy importante en algunas aplicaciones de las redes Ad hoc como en búsqueda y rescate durante emergencias que requieren una respuesta rápida.

Por este motivo se realizó diferentes análisis con los trabajos de gestión de las redes Ad hoc propuestos, para verificar que tan efectivo es su trabajo cuando se necesite implementar estos modelos, como observamos no cumplen con todas las características que necesitan este tipo de redes, presentan una calidad de servicio promedio, nivel de seguridad bajo, entre otros aspectos.

Por lo cual con las prácticas y como punto de partida de los trabajos de gestión MANET realizados anteriormente hemos propuesto el modelo que recopila algunas de sus experiencias ya justificadas y en fin hemos sugerido varios escenarios posibles en donde se puede aplicar gestión de Red.

## 6.2 Escenarios

Para realizar la gestión de red en el modelo de red propuesto se van a tomar en cuenta los siguientes escenarios:

### **¿Por qué utilizar clúster en el proceso para gestionar redes Ad Hoc?**

Como uno de los propósitos de las Redes Ad hoc es el de manejar un gran número de nodos, por lo cual se realiza una arquitectura jerárquica en la cual se divide a la red en conjuntos de nodos en los cuales cada nodo tiene conocimiento de sus vecinos. A

estos conjuntos de nodos se les conoce como clústeres. El establecimiento de una topología jerárquica en redes Ad Hoc minimiza significativamente las tablas de enrutamiento ya que un nodo solo necesita tener conocimiento de la información sobre el enrutamiento de su propio clúster y no de la red completa.

La idea es que al crear clústeres de nodos en cada uno se elija un nodo que actué como líder de su clúster. A este nodo se le conoce como Jefe de clúster. Los cuales tienen la responsabilidad de transmitir los paquetes de todos los nodos que se encuentren dentro de su clúster, a través de la red.

#### **¿Qué ocurre si un nodo Administrador Central sale de la red?**

Esta es una probabilidad muy baja debido a que para la selección de este nodo se pasa por dos filtros, primero por la formación de los clúster y la selección de los jefes de clúster con la técnica WCA y luego por la técnica clustering DMAC, para la elección del nodo Administrador Central, pero si se diese el caso se debe realizar nuevamente la elección de todos los jefes de clúster activos.

#### **¿Cómo se elige el nodo Administrador Central de la Red y su respaldo?**

Este nodo es elegido de todos los nodos jefe de clúster basado en la técnica de clustering WCA, cuando se realiza el proceso de selección del Administrador Central se asigna al que tenga las mejores características dependiendo del criterio de la técnica que se usa para su elección, si AC es el Administrador de red elegido su respaldo será AC-1.

#### **¿Cómo se elige el nodo Jefe de clúster y su respaldo?**

Este nodo es elegido de todos los nodos del clúster basado en la técnica de clustering DMAC, cuando se realiza el proceso de selección de este, se designa al que tenga las mejores características dependiendo del criterio de la técnica que se usa para su



elección, si JC es el Jefe de clúster de red electo, su respaldo será JC-1, es decir el que le sigue y está en casi las mismas condiciones.

### **¿Qué sucede si los jefes de clúster se sobrecargan?**

Como un clúster necesita de varios componentes de software y hardware para poder funcionar y uno de ellos es el middleware, el cual recibe los trabajos entrantes al clúster y los redistribuye de manera que el proceso se ejecute más rápido y el sistema no sufra sobrecargas. Esto se efectúa mediante políticas definidas en el procedimiento (automáticamente o por el administrador) que le indican dónde y cómo debe distribuir los procesos, por un sistema de monitorización, el cual controla la carga de cada CPU y la cantidad de procesos en él.

Entonces cuando el Jefe de clúster establecido sea incapaz de cubrir todos los nodos de la red, se debe establecer un límite predefinido el cual especifica el número de nodos que cada Jefe de clúster puede manejar idealmente para asegurarse que los jefes de clúster no se sobrecarguen.

### **¿Cómo se comunican los nodos Jefes de clúster utilizando los mensajes del protocolo AODV?**

Cuando un nodo Jefe de clúster 1 quiere enviar un mensaje a un nodo Jefe de clúster 2 y no ya existe una ruta válida para ese destino, se inicia un proceso de descubrimiento de ruta para localizar el otro nodo. Se emite una petición de ruta (RREQ) paquete a sus vecinos, que luego enviará la solicitud a sus vecinos, y así sucesivamente, hasta que el destino se encuentra. Como AODV utiliza números de secuencia para cerciorarse que todas las rutas son libres de bucles y contienen la información de las rutas más reciente. Cada nodo mantiene su número de secuencia propia, así como de identificación de difusión. La emisión de ID se incrementa por cada nodo RREQ los iniciados, y junto con los nodos de la dirección IP, identifica de forma única un RREQ.

Si se mueve un nodo origen, que es capaz de reiniciar el protocolo de descubrimiento de ruta para encontrar una nueva ruta hacia el destino. Si un nodo se mueve a lo largo de la ruta, los nodos vecino le avisan de la variación y se propaga a una falla del enlace mensaje de notificación a cada uno de sus vecinos para informarles de la cancelación de esa parte de la ruta. Estos nodos, a su vez propagan la notificación de error de enlace a sus vecinos, y así sucesivamente hasta el nodo origen. El nodo de origen podrá optar por reiniciar el descubrimiento de ruta para ese destino.

### **¿Con qué frecuencia los nodos comunes se comunican con el jefe de clúster?**

Los nodos se comunican con el jefe de clúster a través de actualizaciones o cuando el nodo jefe le hace la petición es decir bajo demanda.

### **¿Qué sucede si el Administrador Central de respaldo sale de la red?**

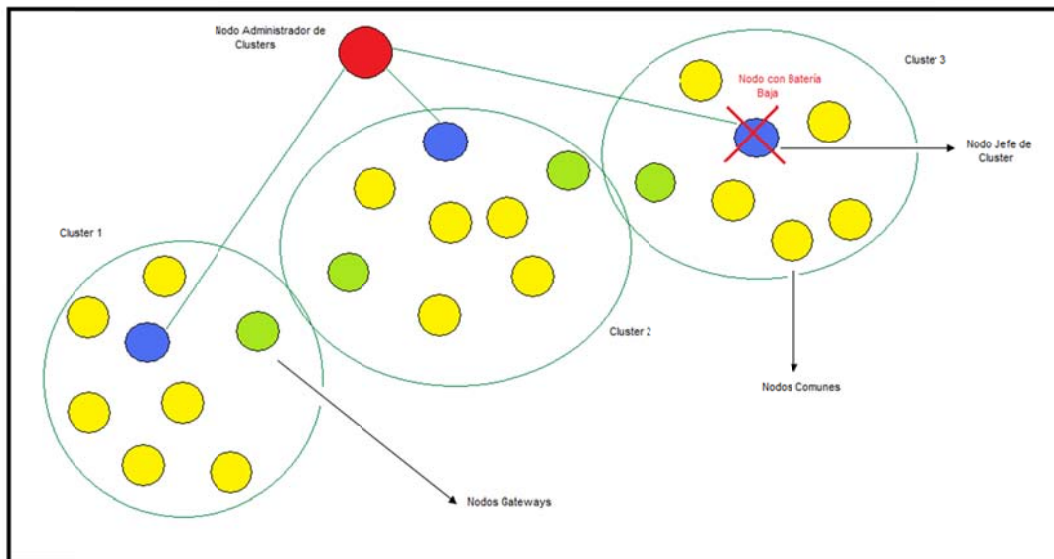
Como ocurre un cambio topológico en la red, se realiza nuevamente una elección del Administrador central el cual será el mismo nodo y se asignara a otro nodo como respaldo el cual tendrá las mejores características después del Administrador de Red que se ha designado.

### **¿Qué sucede si el nodo Jefe de clúster tiene bajo nivel de batería?**

La mayoría de los dispositivos especiales de móviles de hoy funcionan con baterías. Por lo tanto, el consumo de energía se convierte en una cuestión importante. Para maximizar la vida útil de las redes ad hoc móviles, la tasa de consumo de energía de cada nodo debe ser distribuida de manera uniforme, y la potencia total de transmisión para cada solicitud de conexión debe ser minimizada.

En la figura 6.1 se observa que cualquiera de los nodos puede entrar en un estado crítico de batería en este caso es el Jefe del Clúster 3, por lo que se debe tener en

cuenta que se puede dar el caso de que uno o más nodos de los que forman la red puedan agotar su batería en tareas de retransmisión y de mantenimiento de la red, sin haber llegado a ser fuente o destino de una llamada o transmisión. Este hecho muestra claramente la necesidad de administrar de manera equilibrada la energía de la red, es decir, de las baterías de los nodos que la componen. Sin embargo cuando se realiza la elección de los jefes de clúster con las técnicas de clustering respectivamente (DMAC), ya se toma en cuenta esto, debido a que cada vez que existe un cambio topológico se ejecuta nuevamente el algoritmo y se realiza la nueva elección de los jefes, y como el jefe clúster de respaldo si tiene el peso de mayor valor siguiente después del jefe de clúster entre sus vecinos por lo que no va a ver mayor dificultad en este tipo de situación. Con la ayuda de los mensajes del protocolo AODV tendemos un mejor control de los nodos.



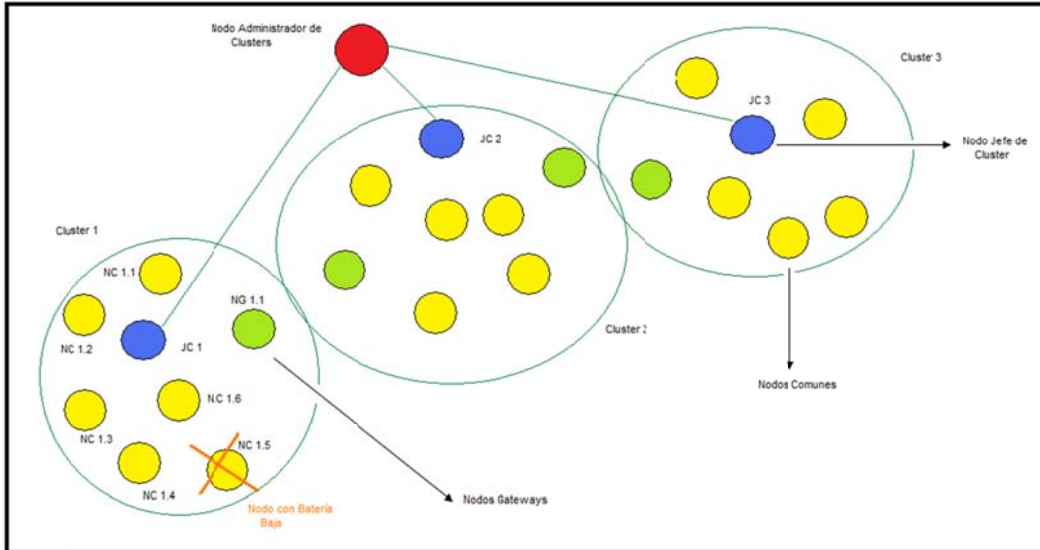
**Figura 6.1: Escenario de estado de la batería de un jefe de clúster.**

En este escenario es importante señalar que la asignación de los nodos se adapta a las diferentes funciones de la red dinámica, sin disminución de poder y limitaciones de

procesamiento. Un nodo puede cambiar su función para maximizar la eficacia y eficiencia de administración.

### ¿Qué ocurre cuando tiene un nodo bajo nivel de batería en un clúster?

En la figura 6.2 nos damos cuenta que el nodo NC 1.5 entro en un estado crítico de batería, pero con la adaptabilidad del algoritmo que se utiliza , se hace que cada nodo reaccione ante la falla de un enlace o ante la presencia de un nuevo enlace con otro nodo. Si falla un enlace entre un jefe y uno de sus miembros del clúster, el nodo en el clúster se remueve y este nodo debe determinar una nueva función. Cuando un nodo detecta la presencia de un nuevo vecino, se realiza el procedimiento para establecer un nuevo enlace entre estos dos nodos, esta técnica la realizan los algoritmos de clustering los cuales ya están verificados y expuestos para su utilización (WCA y DMAC).



**Figura 6.2: Escenario de estado de la batería de un nodo común en el clúster.**

### ¿Cómo se realiza la adición de nodos en los clúster?

El proceso de adición de nodos comienza cuando el nuevo nodo envía un broadcast con su información, colocándose como número de secuencia el número cero. Los

nodos que reciban esta información añadirán ésta nueva entrada en tabla de enrutamiento, incrementarán su número de secuencia e inmediatamente harán un broadcast de su nueva tabla.

### **¿Cómo se realiza las interacciones entre el jefe de Clúster, el Administrador Central y sus respectivos respaldos?**

Como en todo tipo de red el Respaldo de Datos es muy importante y se lo debe realizar en cualquier instante, asegurándose así, que si tienes alguna falla en el sistema, tus archivos importantes pueden restaurarse rápida y fácilmente. Esto permite a los nodos utilizar esos datos, facilitar y aumentar la confiabilidad.

La comunicación entre el Jefe de Clúster y su respectivo respaldo, el Administrador Central y su respaldo, incluye procesos de sincronización de información, el reconocimiento de indisponibilidad de estos nodos. Se propone que los dos procesos se hagan utilizando un solo proceso el de sincronización junto con el respectivo recibo de confirmación permite determinar e informar de la disponibilidad de dichos nodos.

Cuando el nodo Jefe de Clúster o Administrador Central no estén disponibles, el nodo Jefe de Clúster de Respaldo o Administrador Central de Respaldo respectivamente utilizarán la información de la última actualización registrada e informarán de su nuevo estado a los nodos Comunes. Como los Nodos Comunes tienen la información de referencia del Jefe de Clúster de Respaldo, identifican a este como nuevo Jefe de Clúster y le envían su información de gestión. El nuevo Jefe de Clúster invoca nuevamente la variante del algoritmo DMAC para elegir un nuevo Jefe de Clúster de Respaldo.

Cuando el nodo Jefe de Clúster de Respaldo no está disponible, el nodo Jefe de Clúster no obtienen un acuse de recibo de la sincronización (sincronización fallida),

entonces el nodo Jefe de Clúster invoca nuevamente el algoritmo para elegir un nuevo Jefe de Clúster de Respaldo.

### **¿Cómo se realiza las sincronizaciones en el intercambio de información entre el jefe de Clúster y su respaldo?**

Entre el nodo Jefe de Clúster y el nodo Jefe de Clúster de Respaldo existe una sincronización total, basada en el intercambio periódico de la MIB, el intervalo de sincronización puede ser ajustado de acuerdo a los escenarios en los cuales se utilizará el modelo de gestión propuesto. Este proceso es iniciado por el Jefe de Clúster y la información es confirmada por el Jefe de Clúster de Respaldo a través de un acuse de recibo. Se utilizara la misma técnica para el Administrador Central y su respaldo.

### **¿Como se realiza el Reconocimiento de falla a través de sondas entre el jefe de Clúster y su respaldo?**

La determinación de la disponibilidad del Jefe de Clúster y del Jefe de Clúster de Respaldo será a través de sondas periódicas, que son los mismos procesos utilizados por la sincronización. Existen tres estrategias para determinar la falla de los nodos principales:

- a) El nodo Jefe de Clúster de Respaldo no recibe actualización de la información de gestión en los intervalos acordados.
- b) El nodo Jefe de Clúster no recibe acuses de recibo en los tiempos determinados y
- c) Los Nodos Comunes envían información de gestión al Nodo Jefe de Clúster de Respaldo por que ha determinado que el nodo Jefe de Clúster no está disponible.

**¿Cómo se determina la disponibilidad y el reconocimiento de fallas a través de sondas el Administrador Central y su respaldo?**

La determinación de la disponibilidad del el Administrador Central y del el Administrador Central Respaldo, es la misma que utilizan los Jefes de Clúster y sus respaldos, será a través de sondas periódicas, que son los mismos procesos utilizados por la sincronización. Existen tres estrategias para determinar la falla de los nodos principales:

- a) El nodo el Administrador Central de Respaldo no recibe actualización de la información de gestión en los intervalos a acordados.
- b) El nodo el Administrador Central no recibe acuses de recibo en los tiempos determinados y
- c) Los Nodos Comunes envían información de gestión al Nodo el Administrador Central de Respaldo por que ha determinado que el nodo el Administrador Central no está disponible.

# **CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.**



## CONCLUSIONES

A continuación se presenta las conclusiones obtenidas en el desarrollo de este proyecto:

- ❖ El modelo es Escalable ya que funciona cuando se presentan cambios en la red o sobrecarga en la misma. Característicamente la red será capaz de extenderse a un número mayor, debido que a través de la formación de clúster, los cuales podrán hacer frente a volúmenes de trabajo cada vez mayores.
- ❖ El modelo de gestión de red propuesto es flexible debido a que se puede adaptar a ambientes y situaciones variables y para soportar cambios en la topología de red y políticas de movilidad. Una red flexible es más fácil de reconfigurar o que se adapta en respuesta a los diferentes requerimientos de los nodos y del procedimiento.
- ❖ Tiene disponibilidad ya que define la proporción del tiempo que el nodo es funcional y trabaja. Puede ser medido como un porcentaje del tiempo total en que el nodo estuvo agotado en su batería en un periodo predefinido
- ❖ En la propuesta del modelo de Gestión de redes Ad hoc se da a conocer que una forma fácil de emprender la administración y gestión de estas redes es mediante un proceso de clustering. Los algoritmos que agrupan los nodos en una red Ad hoc corresponden precisamente a los algoritmos de clasificación de datos no supervisados ya que la asignación de los nodos a los grupos, no se encuentra especificada previamente. Al conjunto de nodos que forman un grupo se le conoce como clúster y este se forma mediante un conjunto de nodos que satisfacen una propiedad específica.

- ❖ En el modelo propuesto se trata de tomar en cuenta todos los requerimientos y características necesarias para la administración de este tipo de redes con un nivel más alto debido a su movilidad.
- ❖ Con la elaboración del presente proyecto, se logrará una administración de las Redes Ad Hoc, con índices de efectividad y eficiencia. Así, los nodos de la red interactuarán directamente entre sí, obteniendo en tiempo real informes sobre problemas producidos, errores provocados y tener un mínimo tiempo de respuesta ante desastres que ocasionen la pérdida de las comunicaciones y sus servicios.
- ❖ Luego del análisis de los modelos de gestión y sus metodologías, estoy segura que la técnica propuesta en este proyecto será de gran innovación para la administración y gestión de las redes Ad Hoc, lo que le permitirá a este tipo de redes lograr los resultados esperados en cuestión de rendimiento de la red e índices de desempeño de todos los dispositivos que la conforman y repercutiendo también con esto en el mejor desarrollo del trabajo de estas redes.
- ❖ Los modelos de gestión de redes han ido evolucionando de acuerdo a las necesidades de los usuarios en los servicios que prestan en las comunicaciones.
- ❖ Las redes Ad hoc deben ser administradas en algunas aplicaciones debido a que se hace necesario en situaciones donde tenemos que tener el control de todos los dispositivos móviles, como sería el caso de una catástrofe natural.
- ❖ Con los algoritmos de clustering (WCA, DMAC) se facilita el proceso de selección de los nodos jefes y administradores de clúster, y con la ayuda de los mensajes del protocolo podemos tener un control y una organización de los

nodos dentro de las Redes Ad hoc con lo que podríamos decir que se realiza una gestión de red.

- ❖ El modelo propuesto posee una mejora en la disponibilidad, ya que se puede asegurar que los nodos autorizados que corresponde a los clúster de la red tenga acceso a la información y a los recursos relacionados cuando se requiera.

## **RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Como las redes Ad hoc aún deben superar muchas limitaciones tecnológicas y técnicas para ser consideradas de uso general y por supuesto todavía está muy distante de brindar un escenario de conectividad y movilidad total y global entre dispositivos totalmente autónomos.

- ❖ Implementar y validar la propuesta del modelo de gestión de Red para redes Ad hoc, tomando en cuenta todos los requerimientos tomados en este trabajo de tesis.
- ❖ Se debe tener en cuenta como un factor preponderante la energía de la batería ya que conlleva un gran problema a la hora de realizar la administración de estas redes.
- ❖ Se podría poner en marcha este esquema de administración de Red para redes Ad Hoc y analizar qué tipo de Calidad de servicio presta y si ayudaría a resolver en si el problema de este tipo de redes.
- ❖ Se debe buscar diferentes mecanismos para que la operación de las redes ad hoc puedan adaptarse fácilmente a la diversidad de dispositivos que aparecen en el mercado y que puedan hacer uso de innovaciones y mejoras que brinden mejores características de operación.

**INDICE DE FIGURAS****CAPITULO 1**

Figura 1.1: Red Ad Hoc.....	9
Figura 1.2: Clasificación de protocolos para redes ad hoc.....	12

**CAPITULO 2**

Figura 2.1 Componentes del protocolo SNMP.....	19
Figura 2.2. Arquitectura de un Sistema OSI.....	23
Figura 2.3 Interacciones de la Arquitectura del Modelo de gestión de red OSI.....	25
Figura 2.4: Arquitectura de Modelo SNMP.....	29
Figura 2.5: RMON1 y RMON2 se colocan en diferentes capas de red.....	31
Figura2.6: Arquitectura lógica de niveles de TMN.....	37
Figura 2.7: Arquitectura del Modelo de Gestión WBEM.....	39

**CAPITULO 3**

Figura 3.1: Arquitectura jerárquica de ANMP.....	44
Figura 3.2. Funciones y módulos de los nodos.....	55

**CAPITULO 5**

Figura 5.1: Gráfico del Modelo Propuesto.....	66
Figura 5.2: Interfaces de comunicación entre nodos.....	79

**CAPITULO 6**

Figura 6.1: Escenario de estado de batería en los nodos de un clúster.....	87
Figura 6.2: Escenario de estado de la batería de un jefe de clúster.....	88

## ANEXOS

Figura a.1: Formación de clúster en una red ad hoc empleando DMAC.....	108
--	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPITULO 2

Tabla 2.1: RFCs para las distintas versiones del SNMP.....	17
Tabla 2.2: Cuadro Resumen de los Modelos de Gestión de Red.....	40
Tabla 2.3: Relación de los Modelos de Gestión de Red y redes Ad Hoc.....	41

### CAPITULO 3

Tabla 3.1: Cuadro comparativo de los trabajos realizados sobre Gestión MANET.....	56
---	----

### CAPITULO 5

Tabla 5.1: Tabla Resumen del Protocolo AODV.....	78
--	----

### CAPITULO 6

Tabla 6.1 Tipos de Mensajes del protocolo AODV.....	81
---	----

## ÍNDICE DE ECUACIONES

### CAPITULO 5

Ecuación. 5.1. Fórmula para calcular $W_v$ .....	73
--	----

**ANEXOS**

Ecuación. a.1. Fórmula para calcular $M_v$ .....	109
Ecuación. a.2 Fórmula para calcular el grado $d_v$ .....	109
Ecuación. a.3. Fórmula para calcular el grado $\Delta v$ .....	110
Ecuación. a.4. Fórmula para calcular $D_v$ .....	110

**GLOSARIO.**

<b>CIM</b>	Common Information Model) Modelo de Información Común.
<b>CMIP</b>	Common Management Information Protocol, Protocolo Común de Información de Gestión.
<b>CMIS</b>	Common Management Information Service, Servicio Común de Información de Gestión.
<b>CIMON</b>	CIM Object Manager, Gestor de Objetos CIM.
<b>DMAC</b>	Distributed Clustering Algorithm, Algoritmo de Agrupamiento Distribuido.
<b>GMDO</b>	Guidelines for the Definition of Managed Objects, Directrices para la definición de Objetos gestionados.
<b>ID</b>	Identifier, Identificador único.
<b>IETF</b>	Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo de Ingeniería para Internet.
<b>ISO</b>	International Organization Standardization, Organización Internacional para la Estandarización.
<b>ITU-T</b>	International Telecommunication Union, Telecommunications Bureau.
<b>LME</b>	Layer Management Entity, Entidad de Gestión de Nivel.
<b>MAC</b>	Media Access Control, Control de Acceso al Medio.
<b>MANET</b>	Mobile Ad Hoc Network, Redes Móviles Ad Hoc.
<b>MF</b>	Mediation Function, Función de Mediación.
<b>MIB</b>	Management Information Base, Base de información de Gestión.
<b>MOF</b>	Managed Object Format, Formato de Objetos Gestionados.
<b>NEF</b>	Network Element Function, Función de Elementos de Red.
<b>OSF</b>	Operations System Function, Función de Sistema de Operación.
<b>OSI</b>	Open System Interconnection, Inet5rconexion de Sistemas Abiertos.
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistant, Asistente Digital Personal.
<b>QAF</b>	Q Adaptor Function, Función de Adaptador Q.
<b>RFC</b>	Request for Comments, Solicitud de Comentarios.
<b>RMON</b>	Remote Monitor, Monitorización Remota.
<b>SMAE</b>	Systems Management Application Entity, Entidad de aplicación de Gestión de



## Sistemas

<b>SMAP</b>	Systems Management Application Process, Aplicación de Gestión de Sistemas.
<b>SMI</b>	Structure of Management Information, Estructura de Información de Gestión.
<b>SNMP</b>	Simple Network Management Protocol, Protocolo Simple de Gestión de Red.
<b>TMN</b>	Telecommunications Management Network, Red de Gestión de las Telecomunicaciones.
<b>WBEM</b>	Web Based Enterprise Management, Gestión de Empresa Basada en Web.
<b>WCA</b>	Weighted Clustering Algorithm, Algoritmo de Agrupamiento Ponderado.
<b>WSF</b>	Work Station Function, Función de Estación de Trabajo.
<b>XML</b>	Extensible Markup Language, Lenguaje de Marcado Extensible.

**BIBLIOGRAFÍA**

- [1] M.C Luis Raúl Lujan Vega, Ing. Lehi Garza Medina, M.A.Leticia Lizarraga Velarde, M.C. Felipe Alfonso Ordóñez García “Simulación y Evaluación de las Prestaciones de una Red Ad Hoc Inalámbrica en un Campus Universitario con Trafico de Datos en Tiempo Real y No Real con el Modelo Sw. ponenciaSWAN.pdf
- [2] Federico Amchite, Marcelo Chung, Juan Aguiar, “Evaluación en performance de redes ad-hoc mobiles”. Curso de Performance en Redes de Datos 2003, Montevideo, Uruguay, 2003. ad\_hoc.pdf
- [3] Mercado Armando, Berrios Rafaelgil, Paul Chan Ye. Redes inalámbricas ad hoc. Adhoc.pdf
- [4] Magnus Frodigh, Per Johansson y Peter Larsson, Formación de redes inalámbricas ad hoc— El arte de la formación de redes sin red. Ericsson Review No. 4, 2000. es2000046.pdf
- [5] C. K. Toh. “Maximum Battery Life Routing to Support Ubiquitous Mobile Computing in Wireless Ad Hoc Networks”. IEEE Communications Magazine, June 2001.
- [6] S. Chakrabarti and A. Mishra. “QoS Issues in Ad Hoc Wireless Networks”. IEEE Communications Magazine, February 2001.
- [7] G. H. Forman and J. Zahorjan. “The Challenges of Mobile Computing”. IEEE Computer Magazine, Vol. 27, pp. 38 – 47, April 1994.
- [8] Oscar J. Calderón C., Víctor M. Quintero F., “Un nuevo aspecto de la Movilidad: Redes Ad hoc – Conceptos”, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257 Volumen 3 - 2003.
- [9] Antonio Guerrero Casteleiro, Madrid 2007, Especificación del comportamiento de gestión de red mediante ontologías: Universidad Politécnica de Madrid.
- [10] Tendencias en gestión de red. Disponible en:  
<http://www.tendenciasgestionred.htm/protocolosgestionred.html>
- [11] Gestión de redes. Disponible en:  
<http://www.rhernando.net/modules/tutorials/doc/redes/Gredes.html>

- [12] Arturo Díaz Rosenberg, "Diseño e implementación del centro de operación y gestión de la Red Académica Peruana en Software Libre". Lima – Perú 2007.
- [13] Fernández Sanguino Javier, "Modelo de Gestión Internet"  
7.Modelo\_de\_Gestion\_Internet.pdf
- [14] Barba Martí, A., "Gestión de red", Edicions UPC, 1999. Stallings, W. "SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2" 3ª Edición, Addison Wesley, 1999.
- [15] Modelos de gestión de red.  
<http://idtv.det.uvigo.es/~mramos/gprsi/gprsi3.pdf>
- [16] Arquitecturas de Gestión de Red. Disponible en:  
<http://www.csi.map.es/csi/silice/Redges7.html>
- [17] Modelos de Comunicaciones SNMP. Disponible en:  
<http://idtv.det.uvigo.es/~mramos/gprsi/ampl-gprsi3.pdf>
- [18] K. Fall, K. Varadhan "**Ns Notes and Documentation**", The VINT Project. UC Berkeley, LBN, 2005. Disponible en: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [19] Calderón Cujae Caridad Anías, "Gestión de redes TCP/IP basada en RMON".  
<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/eventos/index/assoc/HASH0126/4281b6a1.dir/doc.pdf>
- [20] Disponible en: [http://www.pulsewan.com/data101/rmon2\\_basics.htm](http://www.pulsewan.com/data101/rmon2_basics.htm)
- [21] Toledo Tovar Alejandro, WBEM (Web Based Enterprise Management) Gestión de Redes de Telecomunicaciones.
- [22] Wenli Chen, Nitin Jain, Suresh Singh, "ANMP: Adhoc Network Management Protocol" Department of Computer Science Department of ECE, University of South Carolina Oregon State University. anmp.pdf
- [23] Chien-Chung Shen Chaiporn Jaikaeo Chavalit Srisathapornphat Zhuochuan Huang, **The Guerrilla Management Architecture for Ad hoc Networks**. University of Delaware Newark.guerrilla.pdf
- [24] Antonis M. Hadjiantonis, Apostolos Malatras, George Pavlou, "**A context-aware, policy-based framework for the management of MANETs**". Department of Electronic Engineering, University of Surrey. policybasedgestionç.pdf

- [25] Disponible en: <http://www.networksorcery.com/enp/protocol/aodv.htm>
- [26] Disponible en: <http://informatica.uv.es/iiguia/R/apuntes/snmp.ppt>
- [27] Disponible en: <http://informatica.uv.es/it3guia/ARS/apuntes/snmp.ppt>
- [28] Roberto Carlos Hincapié, Blanca Alicia Correa, Laura Ospina. **Survey on Clustering Techniques for Mobile Ad Hoc Networks**. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n41/n41a11.pdf>
- [29] M. Chatterjee, S. K. Das, D. Turgut. "WCA: A Weighted clustering algorithm for mobile Ad hoc networks". *Cluster Computing*. Vol. 5. 2002. pp. 193-204.
- [30] S. Basagni. "Distributed clustering for ad hoc networks". *Proc. ISPAN'99 Int. Symp. On Parallel Architectures, Algorithms, and Networks*. 1999. pp. 310-315.
- [31] Disponible en: <http://eav.upb.edu.co/banco/files/04CAPITULOS.pdf>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### ALGORITMO DE CLUSTERING DMAC

Durante la ejecución del algoritmo se asume que cada nodo tiene un peso (**un número real  $\geq 0$** ) y un ID (**identificador único de cada nodo**) asociado. El peso de cada nodo representa los parámetros de movilidad. Un nodo determina su propia función en la red, ya sea para convertirse en Jefe de clúster o para ser un nodo común. Para lo cual, el nodo se basa en el conocimiento de los vecinos que se encuentren a un salto de sí mismo. Un nodo puede convertirse en Jefe de clúster si tiene el peso de mayor valor entre sus vecinos. Si este no es el caso, el nodo se une a un Jefe de clúster vecino.

En el algoritmo DMAC se define tres propiedades importantes que debe cumplir un algoritmo de clustering:

1. Cada uno de los nodos comunes debe tener por lo menos un Jefe de clúster como vecino.
2. Cada nodo ordinario debe afiliarse con el Jefe de clúster vecino de mayor peso.
3. Dos Jefe de clúster no pueden ser vecinos.

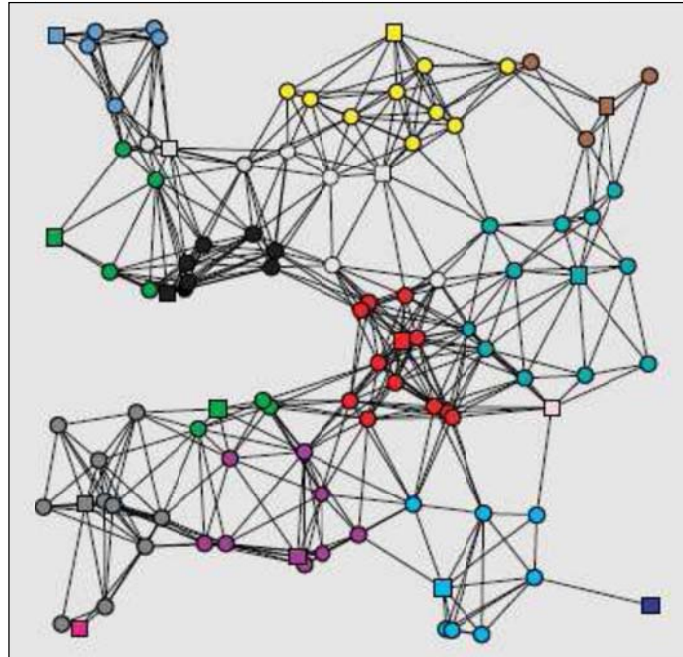
Durante la ejecución de DMAC se llevan a cabo cinco procedimientos en cada nodo, los cuales son **[28] [30]**:

1. Rutina de inicialización para el proceso de formación de clúster.
2. Procedimiento por falla de un enlace.
3. Procedimiento para el establecimiento de un nuevo enlace.
4. Procedimiento tras la recepción de un mensaje CH.
5. Procedimiento tras la recepción de un mensaje JOIN

Todos los nodos empiezan la ejecución del algoritmo mediante la rutina de inicio. Los nodos con el mayor peso entre sus vecinos envían un mensaje CH. Los nodos restantes simplemente esperan a recibir un mensaje. Luego, un nodo realiza uno de dos posibles procedimientos dependiendo del mensaje que reciba, un mensaje tipo CH o uno tipo JOIN.

Al recibir un mensaje CH, un nodo chequea si se afilia o no al Jefe de clúster que le envió este mensaje. Por otro lado, cuando un Jefe de clúster recibe un mensaje JOIN verifica si el nodo que le manda este mensaje se va a unir a su clúster o a otro diferente. Si un nodo común recibe un mensaje JOIN de su propio Jefe de clúster, significa que ese Jefe de clúster ha renunciado a su papel. **[31]**

La adaptabilidad de este algoritmo se hace posible ya que permite que cada nodo reaccione ante la falla de un enlace o ante la presencia de un nuevo enlace con otro nodo. Si falla un enlace entre un Jefe de clúster y uno de sus miembros del clúster, la membresía del nodo en el clúster se remueve y este nodo debe determinar un nuevo papel. Cuando un nodo detecta la presencia de un nuevo vecino, se realiza el procedimiento para establecer un nuevo enlace entre estos dos nodos. En este caso, el nodo que detecta el nuevo enlace determina si el nuevo vecino es Jefe de clúster y si tiene un peso mayor al de su propio Jefe de clúster. Si esto sucede, el nodo se une al nuevo vecino. Si el nodo que detecta el nuevo enlace es un Jefe de clúster, este deberá renunciar a su papel si el nuevo Jefe de clúster tiene un peso mayor al suyo.



**Figura a.1:** Formación de clúster en una red ad hoc empleando DMAC.<sup>3</sup>

En la figura 5.2 los círculos corresponden a nodos ordinarios y los cuadrados son los Jefe de clúster. Los nodos del mismo color pertenecen a un mismo clúster.

## ANEXO 2

### ALGORITMO DE CLUSTERING WCA.

Estos son los parámetros del peso asociado a cada nodo que se encuentran en la Ecuación 5.1 del capítulo 5 y se detallan a continuación [28] [29]:

- ✓  $M_v$ : Es la medida de la movilidad. Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

<sup>3</sup> Disponible en: **PREHOFER, C. y BETTSTETTER, C.** Self-organization in communication networks: Principles and design paradigms.



$$Mv = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sqrt{(X_t - X_{t-1})^2 + (Y_t - Y_{t-1})^2}$$

**Ecuación. a.1:** Fórmula para calcular Mv [29]

De donde  $(X_t, Y_t)$  y  $(X_{t-1}, Y_{t-1})$  corresponden a las coordenadas del nodo  $v$  en el tiempo  $t$  y  $(t-1)$  respectivamente. Lo que se calcula es la suma de las velocidades promedio para cada nodo después de un tiempo  $T$ . Es deseable que un Administrador Central presente poca movilidad.

- ✓  $\Delta v$ : Se define como el grado de diferencia de un nodo. Para encontrar este valor se calcula primero el grado de un nodo. Para un nodo  $v$  el grado corresponde a  $d_v$ . Este parámetro se calcula como la suma de los vecinos de  $v$ , los cuales deben cumplir con la condición de estar dentro de su rango de transmisión. La fórmula para calcular  $d_v$  es:

$$d_v = |N(v)| = \sum_{v' \in V, v' \neq v} \{ \text{dist}(v, v') < \text{tx}_{\text{range}} \}$$

**Ecuación. a.2:** Fórmula para calcular el grado  $d_v$  [29]

Donde  $N(v)$  es el vecindario del nodo  $v$ .  $\Delta v$  se calcula con el objetivo de asegurar el balanceo de la carga. Para un nodo  $v$ ,  $\Delta v$  está dado por:

$$\Delta_v = |d_v - \delta|$$

**Ecuación. a.3:** Fórmula para calcular el grado  $\Delta_v$  [29]

Este parámetro permite que el desempeño de las tareas asociadas a la capa MAC sea más eficiente ya que es deseable que un Jefe de clúster maneje una cantidad razonable de nodos en su clúster.

- ✓  $D_v$ : Se define como la suma de las distancias desde un nodo dado hasta todos sus vecinos. Se calcula como:

$$D_v = \sum_{v' \in N(v)} \{\text{dist}(v, v')\}$$

**Ecuación. a.4:** Fórmula para calcular  $D_v$  [29]

$D_v$  se encuentra relacionado con el consumo de la energía. Este factor es importante ya que se puede lograr el establecimiento de una mejor conexión entre el Jefe de clúster y sus vecinos cuando las distancias son más cortas entre sí. Esto se debe principalmente a que a mayores distancias, la señal de comunicación se va atenuando. Por lo tanto, las comunicaciones de larga distancia requieren más energía.

- ✓  $P_v$ : Corresponde al tiempo acumulado que lleva un nodo siendo Jefe de clúster. Este parámetro es una medida de la batería que ha sido consumida. Un Jefe de clúster consume más batería que un nodo ordinario ya que tiene responsabilidades extras.

El algoritmo de selección del Jefe de clúster se termina una vez todos los nodos decidan su papel, ya sea como Jefe de clúster o como miembros de un Jefe de clúster. Cuando un nodo queda elegido como Jefe de clúster no se le permite a él ni a sus vecinos participar más en el algoritmo de selección. **[31]**