

HERRAMIENTA DE GESTIÓN SNMP CON INTERFAZ DE USUARIO  
WEB PARA REDES DE ÁREA LOCAL Y SU APLICACIÓN A LA RED  
DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA



DANNY FERNANDO BRAVO LÓPEZ

JAIME ANDRÉS GAVIRIA

PABLO ANDRÉS MUÑOZ

Monografía para optar al título de  
Ingenieros en Electrónica y de Telecomunicaciones

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
POPAYÁN  
2003

## CONTENIDO

### INTRODUCCION

## 1 ...SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS COMO SOPORTE AL NIVEL DE RED DEL MODELO ESTRATIFICADO LÓGICO DE TMN..... 1

1.1	FUNDAMENTOS DE TMN.....	1
1.1.1	Arquitectura funcional de la RGT.....	2
1.1.2	Arquitectura de información de la RGT.....	3
1.1.2.1	Modelo de información de gestión: .....	4
1.1.2.2	Intercambio de información de gestión: .....	4
1.1.3	Arquitectura física de la RGT.....	4
1.1.4	Arquitectura estratificada lógica de la RGT.....	5
1.1.5	Nivel de gestión de red (NGR).....	7
1.2	FUNDAMENTOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS.....	9
1.3	INTEGRACIÓN SIG – NGR.....	11

## 2 MODELADO DEL SISTEMA..... 17

2.1	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	18
2.2	ACTORES.....	18
2.2.1	Supervisor de Red.....	19
2.2.2	Administrador de Sitio.....	19

2.2.3	Administrador del Sistema .....	19
2.2.4	Elemento de Red .....	19
2.3	DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	20
2.4	DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO .....	21
2.5	DIAGRAMA DE SECUENCIA DE MENSAJES .....	28
2.5.1	Administrar armarios .....	29
2.5.2	Administrar conectividad .....	30
2.5.3	Administrar edificios .....	31
2.5.4	Administrar pisos.....	32
2.5.5	Administrar sitios.....	33
2.5.6	Administrar usuarios .....	34
2.5.7	Autenticar .....	35
2.5.8	Gestionar elemento.....	36
2.5.9	Ver propiedades objeto .....	37
2.6	DEFINICIÓN DE CLASES .....	38
2.6.1	Clases entidad .....	38
2.6.2	Modelo entidad-relacion.....	39
2.6.3	Clases entidad .....	40
2.6.4	Modelo entidad-relación.....	41
2.7	CLASES DE CONTROL.....	42
2.7.1	Adicionar .....	43

2.7.2	Eliminar .....	44
2.7.3	Modificar.....	44
2.7.4	XML.....	45
2.7.5	Verificar .....	45
2.7.6	Obtener .....	46
2.8	CLASES DE INTERFAZ.....	47
2.8.1	UI_CentroCableado .....	47
2.8.2	UI_Edificio.....	49
2.8.3	UI_Elemento .....	50
2.8.4	UI_Ingreso.....	50
2.8.5	UI_Mapared.....	51
2.8.6	UI_Objeto .....	51
2.8.7	UI_Piso.....	52
2.8.8	UI_Usuarios .....	52
<b>3</b>	<b>ENTORNO DE DESARROLLO DE LA PLATAFORMA DE GESTIÓN</b>	<b>54</b>
3.1	SNMP (Simple Network Management Protocol) .....	57
3.2	PLATAFORMA JAVA.....	61
3.2.1	Java Beans .....	62
3.2.2	JSP (Java Server Pages).....	63
3.2.3	Servlet.....	66
3.3	XML (eXtensible Markup Language).....	67

3.4	SVG (Scalable Vector Graphics).....	70
3.5	INTEGRACIÓN .....	77
<b>4</b>	<b>ESCENARIOS DE APLICACIÓN.....</b>	<b>80</b>
4.1	EQUIPOS DE COMUNICACIONES USADOS EN REDES DE ÁREA LOCAL .....	80
4.1.1	Concentradores.....	80
4.1.2	Switches.....	80
4.1.3	Enrutadores.....	81
4.1.4	Servidores de Acceso Remoto.....	82
4.2	NECESIDAD DE LA GESTIÓN .....	82
4.3	ESTUDIO DE CASO: RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.....	84
4.3.1	Determinación de sitios y edificios contenidos en cada uno.....	87
4.3.2	Listado de equipos de red existentes, especificando su modelo y ubicación física	88
4.3.3	Diagrama de conectividad entre los elementos de red intra-edificios e inter-edificios .....	92
4.3.3.1	Centro de cableado 5 – CC5.....	93
4.3.3.1.1	CC5-SW1: Accelar 1200 .....	95
4.3.3.1.2	CC5-SW2: 3Com 3300 XM .....	96
4.3.3.1.3	CC5-SW3: Nortel BayStack 450-24T .....	97
4.3.3.1.4	CC5-H1: 3Com PS Hub 40 .....	98
4.3.3.1.5	CC5-H2: 3Com PS Hub 40 .....	98
4.3.3.1.6	Enrutador Telecom: Cisco 2509.....	98

4.3.3.1.7	Modem Telecom: Pair Gain - HiGain .....	98
4.3.3.1.8	RAS: Ascend Max 6000 .....	98
4.3.3.1.9	Gestor de Ancho de Banda: Packet Shaper 1500 .....	98
4.3.3.1.10	Enrutador Orbitel: Cisco 3600 .....	99
4.3.3.2	Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 2 – CC2 .....	99
4.3.3.2.1	Hub01: 3Com PS Hub 40 .....	99
4.3.3.2.2	Hub02: 3Com PS Hub 40 .....	100
4.3.3.3	Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 3 – CC3 .....	102
4.3.3.3.1	Switch01: 3Com 330XM .....	102
4.3.3.3.2	Hub01: 3Com PSHUB40 .....	102
4.3.3.3.3	Hub02: 3Com PSHUB40 .....	103
4.3.3.4	Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 3B – CC3B.....	103
4.3.3.4.1	Hub01: 3Com Hub500 de 12 puertos.....	103
4.3.3.4.2	Hub02: 3Com Hub500 de 12 puertos.....	103
4.3.3.5	Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 11 – CC11 .....	103
4.3.3.5.1	Hub01: D-LINK 3300 .....	104
4.3.3.5.2	Hub02: D-LINK 3300 .....	104
4.3.3.6	Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 12 – CC12 .....	104
4.3.3.6.1	Hub01: PLANET .....	104
4.3.3.7	Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 4 – CC4 .....	104
4.3.3.7.1	Hub01: 3Com PSHUB40 de 24 puertos.....	105
4.3.3.7.2	Hub02: 3Com PSHUB40 de 24 puertos.....	105

4.3.4 Planos digitalizados de cada uno de los pisos de todos los edificios que componen el Campus Universitario .....	105
4.4 Personal del área de Infraestructura de red.....	106
<b>5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>6 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>1079</b>

## INTRODUCCION

Durante la última década el rápido crecimiento de las redes de datos a nivel mundial, ha suscitado que en muchos casos, no se enfatice en uno de los aspectos más importantes: la gestión. Hasta hace unos cuantos años, pocas eran las redes que poseían una herramienta capaz de realizar un simple análisis de fallas o tráfico. Esta situación ha venido cambiado dramáticamente, debido principalmente a que las empresas proveedoras de servicios de interconexión deben contar con un SLA (Service Level Agreement) que obliga a la prestación del servicio cumpliendo con un nivel calidad mínimo determinado. El único método por el cual se asegura que se cumplan estos acuerdos es mediante la implementación de un sistema de gestión que permita la rápida localización de fallas y que sirva para generar reportes de tráfico y estadísticas.

Dentro de este escenario, la Red de Datos de la Universidad del Cauca se plantea la necesidad de contar con un sistema robusto que garantice la prestación de una forma óptima de los servicios. Como primera fase y parte fundamental del trabajo, se toma la gestión a nivel de red como el objetivo principal, desarrollándose a través de la integración de varias tecnologías y contribuyendo a solucionar los requerimientos ya mencionados.

A lo largo del trabajo, se plasma el análisis de la interacción entre los conceptos de los sistemas de información geográfica y el nivel de gestión de red (tal como esta descrito en la recomendación de la UIT M3010 ), se realiza una combinación de estos elementos para construir la base de la herramienta, se presenta el diseño y la planeación que ayudan a comprender cada uno de los elementos que conforman la solución, se explica con detalle cada

una de las tecnologías usadas y el cómo interactúan entre sí y finalmente se realiza un estudio detallado del entorno de la aplicación (Red de Datos de la Universidad del Cauca).

Un detalle sobresaliente de la herramienta objeto de este trabajo, es que la unión de tecnologías diversas de última generación, permitió desarrollar un sistema avanzado, compatible con los últimos estándares para web y con un alto grado de flexibilidad, posibilitando la adición de funcionalidades sin necesidad de rehacer toda la herramienta.

# **1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS COMO SOPORTE AL NIVEL DE RED DEL MODELO ESTRATIFICADO LÓGICO DE TMN**

En este capítulo se explican los fundamentos teóricos sobre los cuales se establecen los lineamientos para el desarrollo de la aplicación. En primera medida se hace un breve resumen de las características más importantes de la recomendación M.3010 de la UIT y posteriormente se dan los conceptos fundamentales sobre Sistemas de Información Geográficos. Finalmente se concluye con una explicación del por qué se hace necesaria la integración de estas dos áreas para el desarrollo del proyecto y las ventajas que conlleva.

## **1.1 FUNDAMENTOS DE TMN**

Una Red de Gestión de Telecomunicaciones (RGT) proporciona funciones de gestión para redes y servicios de telecomunicación que dependen en gran parte del medio en el cual se utilice.

La recomendación M3010 clasifica cinco grandes áreas funcionales de gestión, cuyo objetivo es proporcionar un marco de referencia que determine los desarrollos adecuados y satisfaga las necesidades de los Administradores. Estas áreas son:

- Gestión de fallas
- Gestión de la configuración
- Gestión de la contabilidad

- Gestión del desempeño
- Gestión de la seguridad

Teniendo en cuenta estas áreas, la RGT provee varias funcionalidades, entre las más importantes están:

- Capacidad para transformar la información de gestión de un formato a otro y el permitir su flujo coherente a través de la RGT.
- Aptitud para transferir información de gestión entre ubicaciones internas al entorno RGT.
- Posibilidad para manipular información de gestión de modo que adquiriera una forma útil y apropiada para el usuario.
- Habilidad para proveer una representación apropiada de la información de gestión al usuario.
- Garantizar un acceso seguro a la información y solo para los usuarios autorizados.

Al planificar o diseñar una RGT se pueden considerar tres aspectos, definiendo así tres arquitecturas:

- Arquitectura funcional RGT
- Arquitectura de información RGT
- Arquitectura física RGT

### **1.1.1 Arquitectura funcional de la RGT**

Esta arquitectura separa cada una de las funciones de la RGT y le asigna un bloque funcional tal como se define en M3010. Los bloques son:

*Bloque de función de sistema de operaciones (OSF):*

Responsable de la gestión del elemento de red.

*Bloque de función de elementos de red (NEF):*

Suministrada por un elemento para su gestión.

*Bloque de función de adaptador Q (QAF):*

Adaptadores en forma puente de elementos de red no RGT.

*Bloque de función de estación de trabajo (WSF):*

Encargadas de presentar al Administrador la información de entidades RGT.

*Bloque de función de mediación (MF):*

Actúa en la interfaz entre OSF y NEF, almacenando, adaptando, filtrando, estableciendo umbrales y condensando la información.

También se define la función de comunicación de datos (DCF) la cual se utiliza para la transferencia de información entre los bloques funcionales de la RGT.

### **1.1.2 Arquitectura de información de la RGT**

El objetivo principal de esta arquitectura es organizar la información que se intercambia en los protocolos de gestión de sistemas y modelar los aspectos de la gestión de cada recurso involucrado. Se hace uso del modelo OSI (Interconexión de sistemas abiertos). Los recursos son modelados mediante el paradigma orientado a objetos donde cada objeto gestionado representa la parte visible de un recurso de la red. Estos objetos están constituidos por atributos, operaciones y notificaciones, que representan la base para el intercambio de la información de gestión.

La información de gestión es considerada desde dos puntos de vista:

#### **1.1.2.1 Modelo de información de gestión:**

Este modelo hace énfasis en la abstracción de las características de gestión de los recursos de la red y determina la cantidad y tipo de información que es posible intercambiar.

Para ofrecer soporte al modelo de información se tiene una variedad de funciones de aplicación de gestión, como almacenamiento, recuperación o consulta y procesamiento de información.

#### **1.1.2.2 Intercambio de información de gestión:**

Se centra en la forma de intercambiar la información de gestión a través de las DCF y los demás componentes por medio de una interfaz dada. Esta actividad solo involucra mecanismos de comunicación como los protocolos.

### **1.1.3 Arquitectura física de la RGT**

Para implementar las diferentes funciones que provee la RGT se pueden establecer muchas configuraciones físicas distintas. Se debe tener en cuenta que cada parte que forme el sistema requiere tener asociado al menos un bloque de función lo cual no impide que contenga mas funciones.

Al implementar una RGT se deben tener en cuenta los siguientes bloques (que representan a su vez las funciones de la RGT):

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

Para que estos bloques se puedan comunicar se definen varias interfaces interoperables:

- Interfaz Q<sub>3</sub>

- Interfaz Qx
- Interfaz F
- Interfaz X

Cada una de estas interfaces se aplica a los puntos de referencia que se describen en la recomendación M3010 de la UIT.

#### 1.1.4 Arquitectura estratificada lógica de la RGT

Si se separa la información gestionada por los OSF se puede observar una estructura que divide la RGT en capas lógicas, cada una de la cuales agrupa un aspecto definido para la gestión y trata su información relativa. Esta arquitectura se la representa en la figura 1.1.

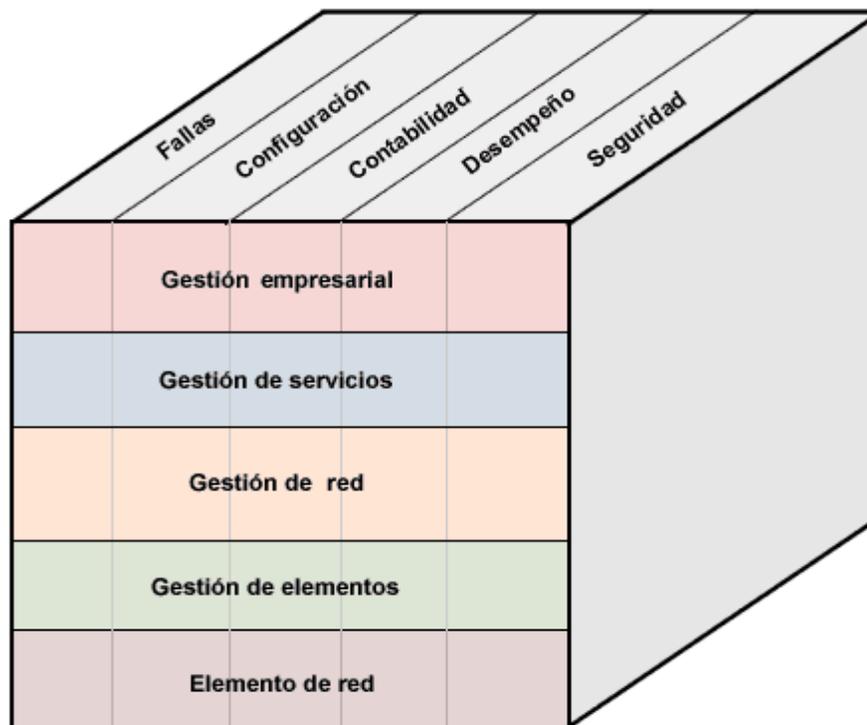


Figura 1.1 Arquitectura Estratificada Lógica de la RGT

Como se observa, cada una de las capas debe implementar las áreas funcionales de gestión correspondientes según el caso particular para poder llegar a proveer los servicios necesarios para el buen funcionamiento de la red a gestionar. El Nivel de elemento de red es considerado debido a que es la base principal para realizar la gestión. Cada nivel cumple objetivos específicos:

*NGN (Nivel de Gestión de Negocios)*

Establecer los objetivos financieros y de ganancias

Planificar la definición de productos

*NGS (Nivel de Gestión de Servicios)*

Realizar el contacto e interfaces con el cliente

Establecer la calidad de Servicio

Construir la interacción entre servicios

*NGR (Nivel de Gestión de Red)*

Efectuar la conectividad entre nodos

Controlar la red y coordinar elementos de red y acciones

Registrar la estadística de red y de eventos

*NGE (Nivel de Gestión de Elemento)*

Controlar subgrupos de elementos de red

Ser puerta de acceso a los elementos de red

Mantener el registro estadístico y de eventos

*NER (Nivel de Elemento de Red)*

Implantar comandos de gestión

Detectar problemas

Teniendo en cuenta las características antes mencionadas de cada uno de las capas, se observa que el nivel de gestión de red provee valiosos aportes como:

- Administración de la infraestructura física,
- Reportes
- Estadísticas

A continuación se realiza un estudio más detallado de la capa de red, para clarificar los conceptos desde el punto de vista de TMN.

#### **1.1.5 Nivel de gestión de red (NGR)**

Este nivel tiene la responsabilidad principal de dar una visión general de la red, dependiendo siempre de la interacción entre los diferentes tipos de elementos. Las funciones que se sitúan en esta capa están relacionadas con una zona geográfica amplia.

La recomendación M3010 establece los objetivos principales para este plano que son:

- Controlar y coordinar desde el punto de vista de la red todos los elementos dentro de su ámbito o dominio
- Mantener y/o modificar las capacidades de red para el soporte de servicios a los clientes
- Obtener y conservar datos estadísticos, registros y otros datos acerca de la red.
- Permitir la interacción con la capa de gestión de servicios en lo que se refiere a calidad de funcionamiento, uso, disponibilidad, etc.

De esta forma se suministra la funcionalidad para gestionar una red y se admiten las peticiones que la capa de gestión de servicios requiera.

La capa de gestión de red conoce cuáles recursos están disponibles, cómo están interrelacionados y asignados geográficamente y cómo pueden ser controlados.

Sobre esta capa recae la responsabilidad de garantizar la calidad de funcionamiento técnica real, pues controla las capacidades de red disponibles y da la accesibilidad y calidad de servicio adecuadas.

La interacción entre las OSF (de la misma capa u otras dentro de la misma RGT) se realiza a través de un punto de referencia q3, si la OSF pertenece a otra RGT se realiza a través de un punto de referencia x.

Las cuatro funciones primordiales de esta capa pueden ser desglosadas en varias acciones que definan claramente cual es el papel del nivel de red así:

- Monitorear del desempeño de los enlaces entre los elementos
- Establecer parámetros para alarmas predefinidas por el sistema o definidas por el administrador
- Generar alarmas y ubicar oportunamente las fallas
- Otorgar QoS<sup>1</sup> según las necesidades de la red
- Dar información específica acerca de un elemento y sus características.
- Generar estadísticas para valores de gestión previamente establecidos.
- Llevar un registro y control sobre los cambios en los elementos de red.

Se ha visto ya una breve conceptualización de lo que es el nivel de gestión de red, pero a la hora de implementar un sistema completo de gestión de redes se hace necesaria la incursión de tecnologías adicionales que den versatilidad al sistema.

Una de las implicaciones que tienen los sistemas de gestión de redes en la actualidad es la necesidad de una fácil localización de sus recursos debido a la exigencia de una pronta ubicación de fallas y de un modelo amigable de interacción con el usuario responsable de la

---

<sup>1</sup> QoS (Calidad de Servicio)

gestión. Dado que en la RGT no se especifica ninguna tecnología o modelo a seguir para lograr estos objetivos, se recurre a los Sistemas de Información Geográficos (SIG), sobre los cuales se ha trabajado ampliamente, proporcionando conceptos y tecnologías variadas para ofrecer un soporte adecuado a la gestión.

A continuación se realiza un breve resumen de las características principales de los SIG.

## 1.2 FUNDAMENTOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

Cabe destacar que no existe una definición exacta de lo que es un sistema de información geográfico (SIG), incluso es bastante complicado definir un sistema de información genérico. La aproximación más coherente se logra definiendo qué procesos se llevan a cabo. En este caso se realizan cuatro actividades básicas: Entrada, Almacenamiento, Procesamiento y Salida de información.

*Entrada de Información:* Es el proceso de toma de datos realizado por el Sistema de Información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas, las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos.

*Almacenamiento de Información:* Capacidad para guardar los datos referentes al sistema y su entorno.

*Procesamiento de Información:* Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que ya están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones.

*Salida de Información:* Es la capacidad de un Sistema de Información para entregar los datos procesados al exterior mediante una interfaz amigable y conocida por el usuario.

Tomando en cuenta que un SIG hereda estas características surgen muchas definiciones como:

- “Base de datos computacional que contiene información espacial”<sup>2</sup>
- “Un sistema hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación y análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión”<sup>3</sup>
- “Un SIG es un poderoso conjunto de herramientas para obtener, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y desplegar datos espaciales para determinados propósitos”<sup>4</sup>
- “Un SIG particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. Aparte de la especificación no gráfica el SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información georeferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es medible y tiene localización.”<sup>5</sup>

Partiendo de estas definiciones se puede determinar las características principales de un SIG.

- Obtener datos espaciales de un objeto o elemento dentro del sistema.
- Almacenar la descripción y características de objetos del sistema de forma coherente y organizada ocupando el mínimo espacio necesario.
- Representar los datos almacenados de forma gráfica o descriptiva según el caso.
- Referenciar las características espaciales con la superficie de la tierra, es decir georeferenciar cada uno de los objetos.
- Maneja información geográfica es decir con localización espacial.
- Analizar y generar nueva información a partir de la ya incluida en la base de datos.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfico está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales.

---

<sup>2</sup> Cebrián y Mark, 1986, p.277

<sup>3</sup> NCGIA, 1990, vol. 1, p. 1-3

<sup>4</sup> <http://www.geocon.hn/sig.htm>

<sup>5</sup> <http://campus.fortunecity.com/defiant/114/gis.htm>

Alrededor de los métodos para guardar los datos espaciales se han hecho muchos estudios generando así varias alternativas de solución. Al analizar la naturaleza de esta información se encuentra que los datos geográficos están compuestos por dos componentes:

### *Espacial*

Geometría: Posición absoluta de cada objeto respecto a unos ejes de coordenadas (X/Y)

Topología: Relaciones entre los objetos (posición relativa entre ellos: arriba, abajo, fuera, dentro etc)

### *Temático*

Variables propias de cada entidad.

Para organizar esta doble base de datos (espacial y temática) existen dos modelos, el primero denominado híbrido que usa dos bases de datos diferentes una para cada uno de los tipos de datos y el segundo que incluye ambos en una única base de datos mixta.

## **1.3 INTEGRACIÓN SIG – NGR<sup>6</sup>**

El NGR partiendo de la adquisición de información de cada elemento que conforma la infraestructura de la red, construye un modelo lógico que representa el esquema real, logrando proporcionar una visión general que permite al Administrador realizar tareas de gestión de una forma ágil y eficiente. Para conseguir una buena prestación de servicios, el primer paso necesario, es la implementación de una herramienta que cumpla las funciones especificadas para el NGR, siendo de especial importancia la gestión de fallas y la gestión de desempeño,

---

<sup>6</sup> SIG (Sistemas de Información Geográfica), NGR (Nivel de Gestión de Red)

puesto que estos dos aspectos influyen directamente sobre la calidad del servicio que se quiera tener. A continuación, se realiza una comparación entre los SIG y el NGR, luego se muestra como los SIG ayudan de una forma muy importante a cumplir con los objetivos que se plantean en el NGR.

Teniendo en cuenta que en la recomendación M3010 se describe el NGR de una forma genérica, comparar directamente la NGR con los SIG es difícil, pues, estos últimos si presentan modelos de datos fijos y un esquema de diseño específico. Esta comparación solo es posible abstrayendo la NGR y llevándola a un plano más real en el cual se puedan observar similitudes con los SIG.

En la recomendación M3010 no se nombra la descripción espacial como un requerimiento. El mayor aporte que un SIG puede hacer a la NGR es el uso de la localización geográfica de recursos, permitiéndole ubicar elementos y fallas con rapidez, entregando eficientemente la información de estos hechos al administrador y disminuyendo sustancialmente el tiempo de reparación de las fallas MTTR<sup>7</sup>. En la NGR la rigidez de los datos geográficos no es tan marcada y generalmente un objeto estará referenciado a un entorno diferente a la superficie terrestre, es decir, la relación de coordenadas espaciales estará dada por la zona geográfica donde se encuentra la red a gestionar, alterando en cierta medida el concepto dado en los SIG.

Por otro lado, la representación y construcción de modelos que plantea un SIG es de gran utilidad para la NGR, puesto que no solo forman entidades reales a partir de características almacenadas en el sistema, si no que presenta la información a través de conceptos gráficos que facilitan la comprensión y el manejo del sistema además de ser de mucha ayuda en las interfaces que se presentan al administrador.

---

<sup>7</sup> MTTR (Tiempo Medio entre fallas)

Como se puede observar, la NGR es un concepto abstracto que llevado a la práctica se asemeja mucho a un SIG para una red de telecomunicaciones, la diferencia radica en el tipo de información que se maneja, mientras en un SIG se manejan las descripciones y propiedades de los elementos (generalmente sin la posibilidad de realizar cambios), la NGR tiene como núcleo la información de gestión con la cual es posible realizar cambios sensibles en el aspecto y configuración de una red.

En la figura 1.2 se observa una aplicación de gestión típica donde se muestran varios de los elementos que conforman una red. Aunque se pueden ver los enlaces entre ellos, no es posible determinar su ubicación física, pues este tipo de herramienta no ofrece esta funcionalidad y para encontrar un elemento de red es necesario que el administrador disponga de otro sistema que suministre su localización geográfica, lo que hace ineficientes muchas de las labores comunes de gestión como análisis de tráfico, diagnóstico, reparación de fallas, ubicación del recurso y aislamiento.

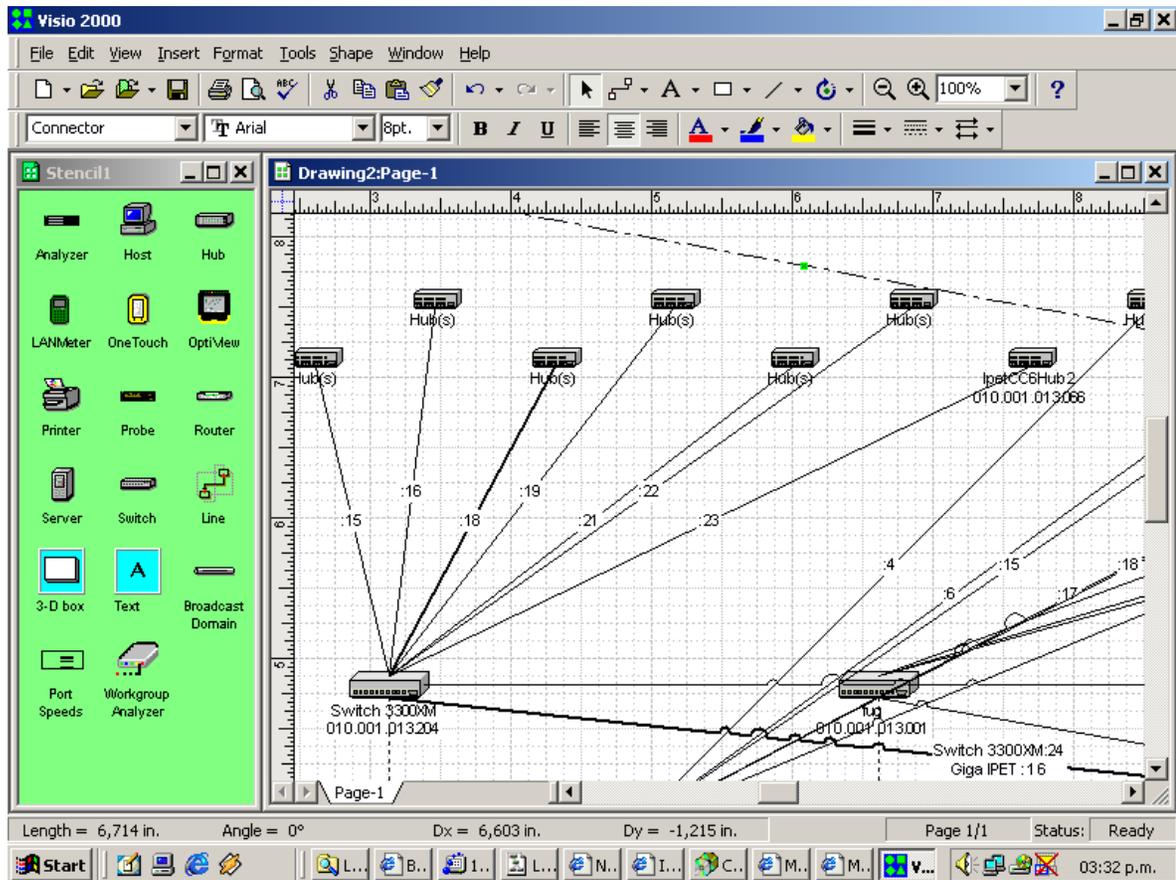


Figura 1.2 Diagrama de Visio generado con la herramienta Lan MapShot

El avance de los Sistema de Información Geográficos ha llevado a las empresas desarrolladoras de software a crear aplicaciones para localización georeferenciada de diversidad de elementos, una de estas aplicaciones es ArcView. En la figura 1.3 se puede observar la ventana principal de esta aplicación, en la cual se ubica un elemento con exactitud mediante el uso de planos digitalizados del área en cuestión.

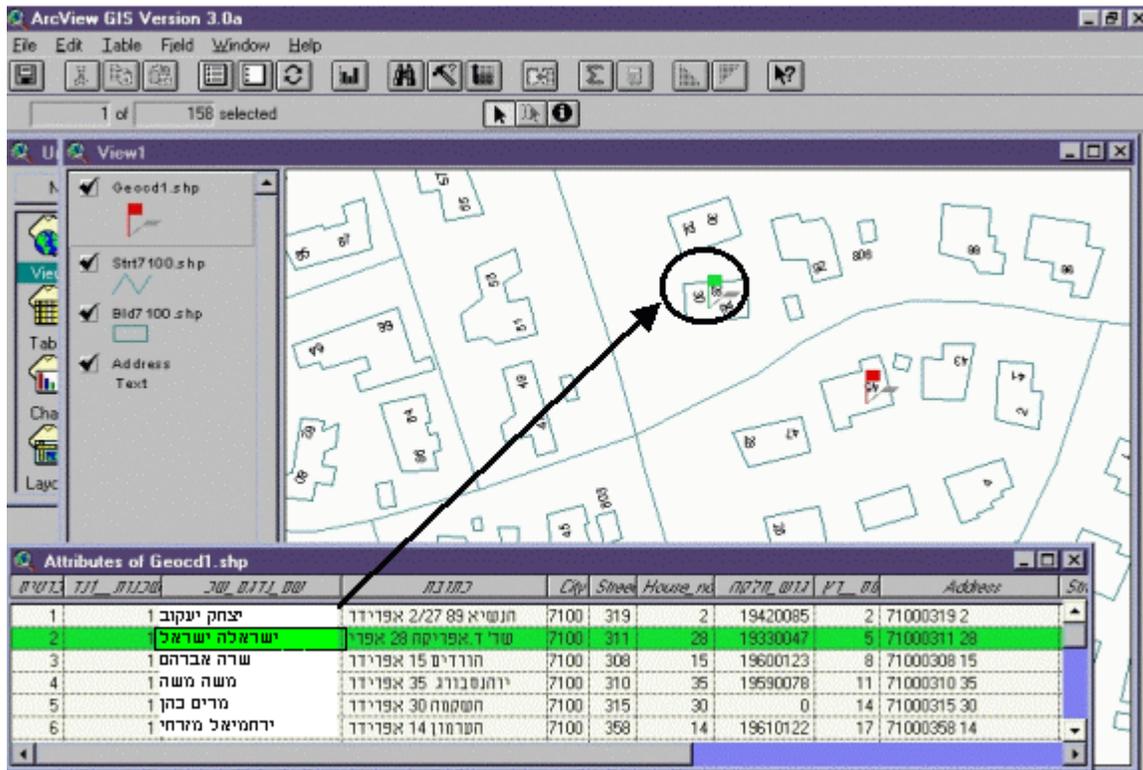


Figura 1.3 Ventana Aplicación SIG – ArcView V 3.0a

La figura 1.4 muestra cómo mediante una aplicación que integra los dos conceptos, se gestionan los elementos de una red utilizando algunos de los beneficios de los SIG. De esta forma se logra que cada elemento posea características de localización que permiten situarlos en un entorno geográfico, facilitando al administrador la abstracción de toda la red.

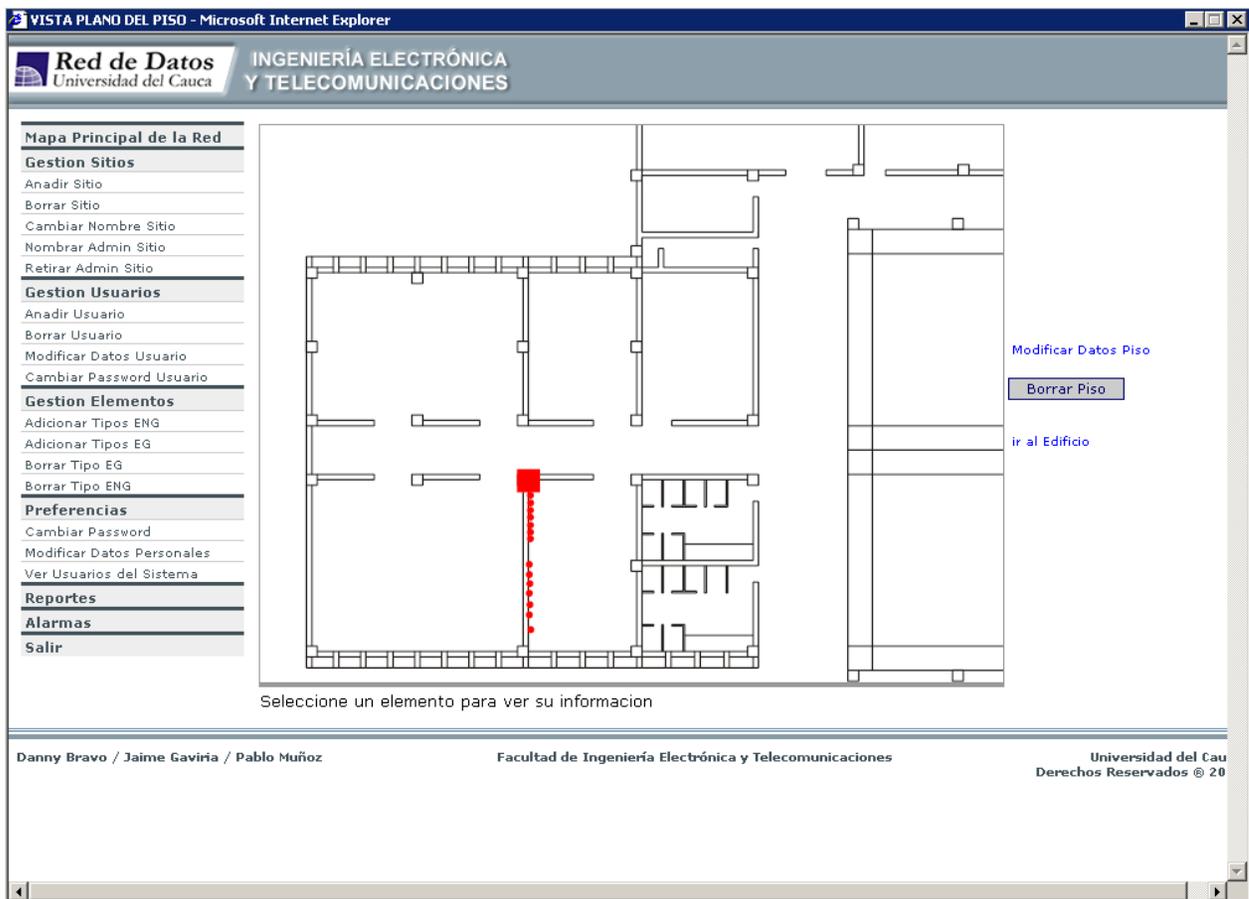


Figura 1.4 Aplicación WEB de gestión de redes que integra la tecnología SIG

Como se puede observar, el uso de Sistemas de Información Geográfica como apoyo a las tareas de gestión es una excelente alternativa para facilitar y hacer más intuitivas y eficientes las tareas del administrador de una LAN (Red de Área Local).

En el siguiente capítulo se describe detalladamente el modelado de la herramienta objeto de este proyecto, en donde se ve la importancia de la ubicación de cada elemento cuando se realizan tareas de gestión.

## 2 MODELADO DEL SISTEMA

Al implementar cualquier tipo de aplicación software se hace necesario realizar con anterioridad una planeación que asegure la calidad en el desarrollo del proyecto. Existen varios modelos a seguir, cada uno de ellos con diferentes esquemas de procesos: inicial, repetible, definido, gestionado y optimizado, siendo este último el más aconsejable puesto que presenta propiedades como la mejora continúa del proceso de desarrollo. Siguiendo las directivas del RUP(Proceso Unificado de Rational<sup>8</sup>) se logra conseguir un proceso optimizado que garantiza que la aplicación a desarrollar tenga una alta calidad. Por este motivo se utilizó RUP como referencia para la planeación.

Para realizar el modelado de la aplicación de gestión se usó el Lenguaje Unificado de Modelado (UML por sus siglas en inglés), que permite describir de forma gráfica y sencilla el sistema mediante orientación a objetos, con una notación clara y concisa que enfatiza en los aspectos relevantes de la aplicación a desarrollar.

Siguiendo los parámetros de desarrollo especificados en el RUP, se realiza como primera etapa la definición de los requerimientos del sistema, siguiendo por la identificación de actores, los casos de uso, la definición de clases, los diagramas de secuencia de mensajes y los diagramas completos de las clases del sistema.

---

<sup>8</sup> Mas información sobre RUP en <http://www.rational.com/products/rup/index.jsp>

## 2.1 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS

El sistema representa de una forma fiable y clara la estructura de una red de datos de área local, mostrando geográficamente la ubicación de puntos de red, centros de cableado y elementos que conformen la infraestructura. Luego de realizar un análisis detallado de las características gestionables de los elementos<sup>9</sup>, se seleccionaron los siguientes parámetros los cuales el sistema tiene que estar en capacidad de supervisar:

- Tráfico actual (entrante, saliente) para IP
- Interfaces sin conectividad
- OIDs adicionales que soporte el dispositivo
- Estadísticas históricas de los puntos anteriores

## 2.2 ACTORES

Se denominan actores aquellos objetos o roles que interactúan con el sistema enviando o recibiendo mensajes.

Para la especificación de roles se realizó un análisis del actual funcionamiento de la Red de Datos de la Universidad del Cauca, del cual se lograron identificar cuatro:

---

<sup>9</sup> Ver anexo A

<sup>10</sup> Object Identifier (Identificador de Objeto) Se usa para encontrar un parámetro de gestión dentro de la MIB del elemento.

### **2.2.1 Supervisor de Red**

Verifica la conectividad entre puntos de red y los centros de cableado, puede gestionar elementos dentro de los centros de cableado

Cada usuario se identifica en el sistema mediante un nombre de usuario (login) y una contraseña (password), si estos no son ingresados correctamente no se permite la entrada.

### **2.2.2 Administrador de Sitio**

Encargado de monitorear una parte lógica de la red (sitio), está en capacidad de añadir planos de los pisos, centros de cableado y hereda los privilegios del Supervisor de Red. Un Administrador de Sitio tiene los mismos permisos que un supervisor de red si no se encuentra en el(los) sitio(s) que gestiona.

### **2.2.3 Administrador del Sistema**

Controla los usuarios de la aplicación y crea la organización lógica de la red (sitios, edificios). Hereda los privilegios del Administrador de Sitio

### **2.2.4 Elemento de Red**

Dispositivos que constituyen la infraestructura de la red, con soporte SNMP sobre los cuales, la aplicación realiza la gestión.

## 2.3 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Teniendo los actores, se establece su interacción con la aplicación mediante el modelo de casos de uso de alto nivel que se muestra a continuación:

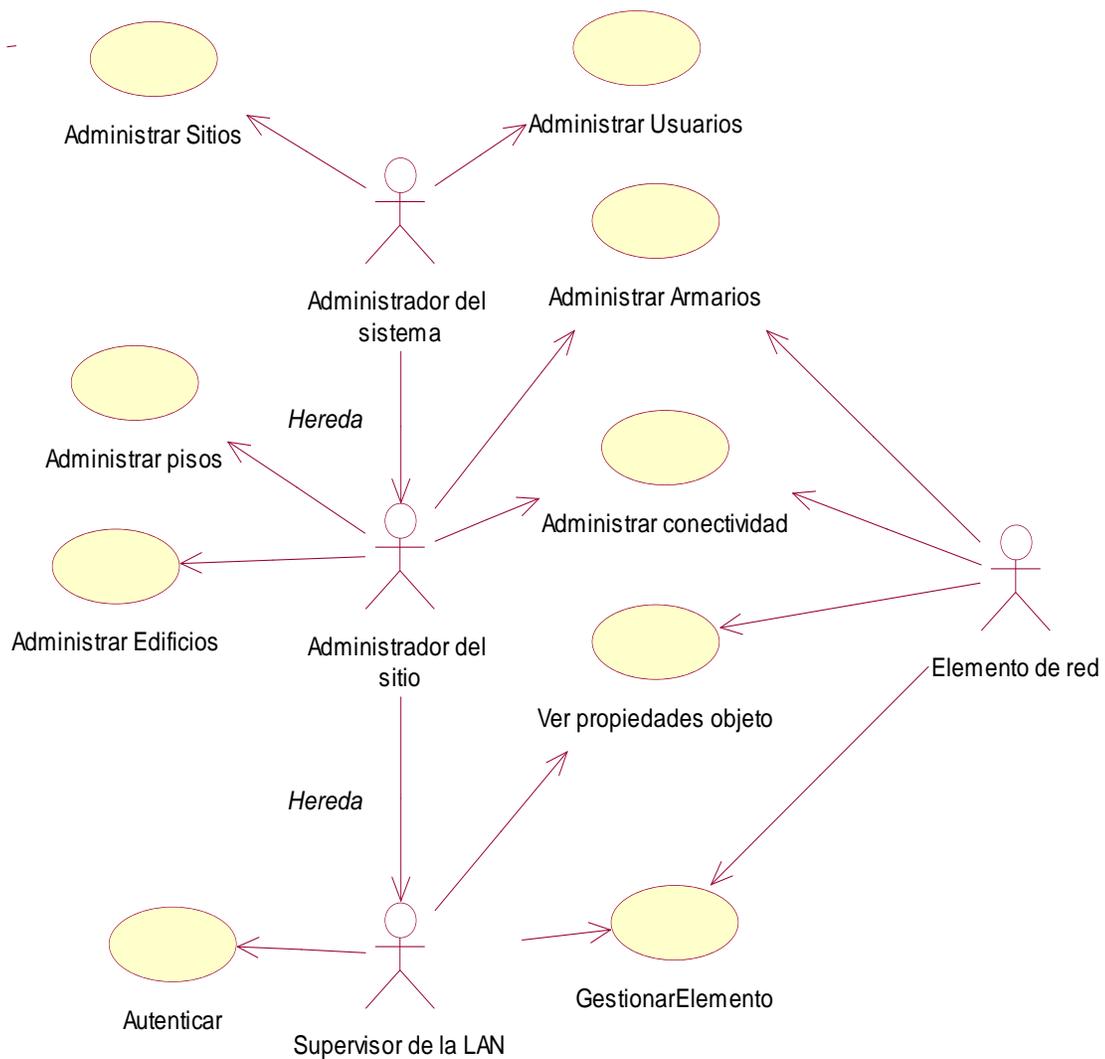


Figura 2.1 Diagrama de Casos de Uso

## 2.4 DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO

**Tabla 2.1 Descripción caso de uso - Autenticar**

Caso de Uso	Autenticar
Actores	Administrador del Sistema Administrador del Sitio Supervisor de Red
<p>Propósito Proporcionar el acceso adecuado al sistema a cada uno de los actores, para que puedan interactuar con los servicios ofrecidos.</p> <p>Resumen El sistema muestra una interfaz de presentación del servicio donde se solicitan datos de identificación de usuario (nombre de usuario y contraseña). El sistema comprueba que el usuario este registrado para entrar al sistema por medio de consultas en la Base de Datos, además, establece los privilegios de acceso. Si el usuario se encuentra registrado le permite el acceso al servicio, de lo contrario le será denegado.</p> <p>Precondiciones Registro de los usuarios con su nombre de usuario contraseña y rol en el sistema Inicio del sistema</p>	

**Tabla 2.2 Descripción de caso de uso Administrar Usuarios**

Caso de Uso	Administrar Usuarios
Actores	Administrador del Sistema
<p>Propósito Proveer al Administrador del Sistema la funcionalidad para gestionar el control de acceso mediante la utilización de usuarios con funciones definidas</p> <p>Resumen El Administrador abre la interfaz correspondiente al moduló en la cual se presentan cuatro opciones : Añadir Usuario: Se utiliza cuando se va a registrar un nuevo actor en el sistema Borrar Usuario: Borra al Usuario Modificar Datos: Permite cambiar el tipo de acceso de un Usuario, además de reemplazar algunos datos. Cambiar Password de Usuario: Posibilita al administrador para cambiar la contraseña de un Usuario específico.</p> <p>Precondiciones Inicio del Sistema Registro de un Usuario con privilegios suficientes para ejecutar este caso de uso</p>	

**Tabla 2.3 Descripción de caso de uso Administrar Sitios**

Caso de Uso	Administrar Sitios
Actores	Administrador del Sistema
<p>Propósito Darle capacidad al Administrador del Sistema para que organice la LAN en agrupamientos de una forma referenciada al entorno geográfico</p> <p>Resumen El sistema despliega una interfaz de presentación del servicio que contiene las siguientes opciones: Añadir Sitio : Ingresa un nuevo Sitio en el sistema Borrar Sitio: Quita un sitio registrado anteriormente Cambiar Nombre del Sitio: Modifica el nombre de un Sitio Nombrar Administrador del Sitio: Asigna a un Sitio una persona encargada de administrarlo Retirar Administrador del Sitio: Retira a un usuario de realizar las funciones de gestionar un Sitio.</p> <p>Precondiciones Inicio del Sistema Registro de un usuario con privilegios suficientes para ejecutar este caso de uso Registro de un Usuario con el rol de Administrador de Sitio</p>	

**Tabla 2.4 Descripción caso de uso Administrar Armarios**

Caso de Uso	Administrar Armarios
Actores	Administrador del Sistema Administrador del Sitio Elemento de Red
<p>Propósito Darle capacidad al administrador para reflejar la estructura real de un armario dentro del sistema</p> <p>Resumen Se muestra las interfaces con las opciones de gestionar (Borrar, Añadir, Modificar) los siguientes objetos: Elementos Gestionables: Aquellos que tengan soporte para SNMP y que estén debidamente configurados para atender este tipo de peticiones Elementos No Gestionables: Accesorios que se encuentran en los Centros de cableado como: UPS, ventiladores, etc. Que son indispensables para el buen funcionamiento de los elementos Patch Panel: Compartimiento de conexión de cada unos de los puntos de red que soporta el Armario</p> <p>Precondiciones Inicio del Sistema estante Se ha ingresado al menos un Sitio, un Edificio dentro de éste y un Piso con su respectivo plano</p>	

**Tabla 2.5 Descripción de caso de uso Administrar Edificios**

Caso de Uso	Administrar Edificios
Actores	Administrador del Sistema Administrador del Sitio
<p>Propósito Proporcionar una forma de gestión de los Edificios rápida y amigable</p> <p>Resumen Presenta varias interfaces que permiten realizar las siguientes operaciones: Cambiar Datos del Edificio: Modificar los datos básicos: el nombre, la descripción de la ubicación y el sitio al que pertenece. Borrar Edificio: Quitar de la aplicación todos los registros pertenecientes al edificio incluyendo los que se deriven de él, es decir, pisos, planos, centros de cableado, elementos y puntos de red. Añadir Edificio: Registrar un nuevo Edificio en el Sistema</p> <p>Precondiciones Inicio del Sistema Registrado un Sitio por lo menos</p>	

**Tabla 2.6 Descripción de caso de uso Administrar Pisos**

Caso de Uso	Administrar Pisos
Actores	Administrador del Sistema Administrador del Sitio
<p>Propósito Establecer un método para que los administradores de la red puedan reflejar la estructura de los pisos mediante los planos de construcción sin que se presente pérdida de calidad ni de información</p> <p>Resumen Despliega las interfaces encargadas de : Adicionar Piso: Crea la instancia lógica de un Piso sin que tenga un plano Adicionar Plano del Piso: Toma un archivo en formato SVG<sup>11</sup> y lo adapta a las necesidades del sistema para luego guardarlo en la base de datos en forma de texto Borrar Piso: Borra todos los registros correspondientes al Piso y aquellos que dependen de él, centros de cableado, elementos y puntos de red</p> <p>Precondiciones Inicio del Sistema Planos del Piso a adicionar deben estar en formato SVG Deben estar creados al menos un Sitio y un Edificio</p>	

---

<sup>11</sup> Scalable Vector Graphics Formato para archivos gráficos basado en XML

**Tabla 2.7 Descripción caso de uso Ver propiedades de objetos**

Caso de Uso	Ver propiedades de objetos
Actores	Administrador del Sistema Administrador del Sitio Supervisor de Red Elemento de Red
<p>Propósito</p> <p>Permitir el acceso a las características de los objetos (Sitios, Edificios, Pisos, Armarios, Centros de Cableado, Elementos y Puntos de Red), registrar y desplegar estadísticas de parámetros especificados en elementos gestionables, avisar si se produce una alarma y encontrar la causa</p> <p>Resumen</p> <p>Cada objeto tiene una interfaz asociada donde se observan sus características específicas</p> <p>Para el caso de los Elementos Gestionables se muestran páginas para:</p> <p>Ver Estadísticas del elemento: Se posibilita la entrega de gráficos de aquellos parámetros que hayan sido monitoreados, estos gráficos se muestra con un lapso de tiempo definido (diario, semanal, mensual y anual)</p> <p>Ver Alarmas: Solo aplica cuando un parámetro a gestionar esta fuera de los limites de los rangos establecidos. Se ubica la alarma dando la información de cual es el elemento causante de esta así como su localización geográfica (Sitio, Edificio, Piso)</p> <p>Precondiciones</p> <p>Inicio del Sistema</p> <p>Se encuentre registrado el objeto a observar</p> <p>Los elementos gestionables tengan parámetros a monitorear</p> <p>Se establezcan rangos de alarmas de parámetros monitoreados</p>	

**Tabla 2.8 Descripción de caso de uso Administrar Conectividad**

Caso de Uso	Administrar Conectividad
Actores	Administrador del Sistema Administrador del Sitio Elemento de Red
<p>Propósito Estar en capacidad de gestionar los enlaces entre los centros de cableado, sus características y estadísticas.</p> <p>Resumen En la interfaz de los elementos gestionables se puede establecer uno o más puertos que actúen como enlace hacia otro dispositivo, que se encuentre en otro centro de cableado.</p> <p>Precondiciones Sistema iniciado Registrados al menos un Sitio, un Edificio, un Piso, dos Centros de Cableado y un Elemento Gestionable en cada centro</p>	

**Tabla 2.9 Descripción de caso de uso Gestionar Elemento**

Caso de Uso	Gestionar Elemento
Actores	Administrador del Sistema Administrador del Sitio Supervisor de Red Elemento de Red
<p>Propósito Registrar los parámetros de gestión de un elemento.</p> <p>Resumen Presenta interfaces con las cuales sobre cada elemento se puede especificar: Parámetros de gestión (OIDs de la MIB a monitorear) Tiempo de monitoreo Rangos de alarmas</p> <p>Precondiciones Inicio del Sistema Creado la infraestructura de la red completa (Sitios, Edificios, Centros de Cableado, Elementos)</p>	

## 2.5 DIAGRAMA DE SECUENCIA DE MENSAJES

El mecanismo utilizado para ofrecer de una forma explícita la relación entre los actores y los casos de uso de la aplicación es el diagrama de secuencia de mensajes. Debido a que el número de diagramas en el sistema es 35, de los cuales varios son muy similares entre si, en este capítulo aparecen los más importantes de cada caso de uso, los demás se pueden observar en el archivo .mdl de Rational incluido en el anexo total

En cada una de las gráficas se observan las clases frontera (boundary), con las cuales interaccionan los actores, es decir, las interfaces que presenta el sistema. Cada una de éstas incluye varias páginas web que implementan su función, además están las clases de control que tienen el cerebro de la aplicación y las clases de entidad que representan la información de la base de datos de la aplicación.

**Tabla 2.10 Relación de diagramas de secuencia con casos de uso**

Caso de uso	Diagrama mostrado	Figura
Administrar Armarios	Ingresar Armario	2.2
Administrar Conectividad	Ingresar Enlace	2.3
Administrar Edificios	Modificar Edificio	2.4
Administrar Pisos	Ingresar Piso	2.5
Administrar Sitios	Modificar Sitio	2.6
Administrar Usuarios	Modificar Datos Usuario	2.7
Autenticar	Autenticar	2.8
Gestionar Elemento	Establecer Alarmas	2.9
Ver Propiedades Objeto	Mostrar Estadísticas	2.10

### 2.5.1 Administrar armarios

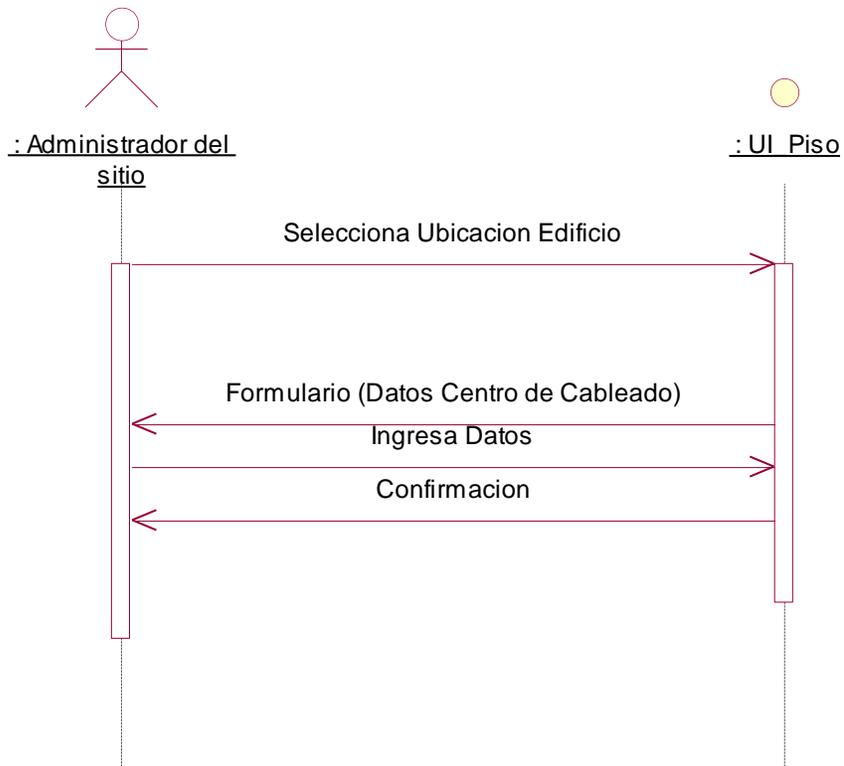


Figura 2.2 Diagrama de Secuencia - Ingresar Armarios

## 2.5.2 Administrar conectividad

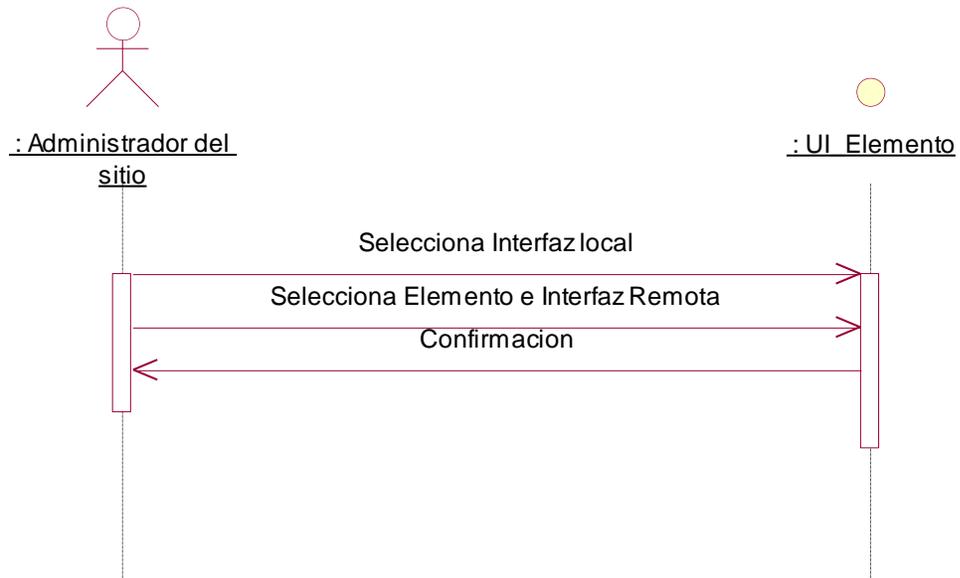


Figura 2.3 Diagrama de secuencia – Ingresar enlace

### 2.5.3 Administrar edificios

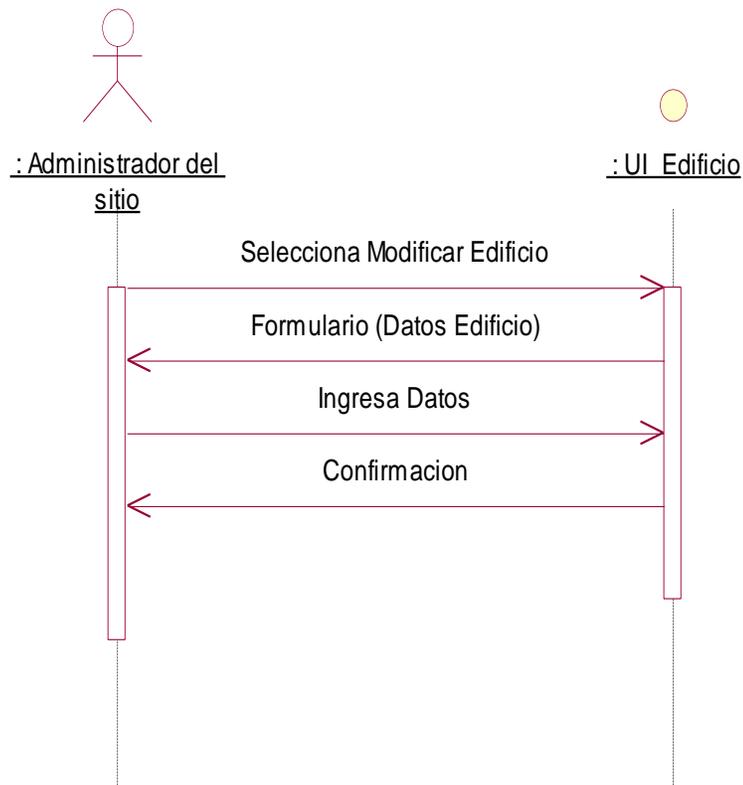


Figura 2.4 Diagrama de secuencia - Modificar Edificio

### 2.5.4 Administrar pisos

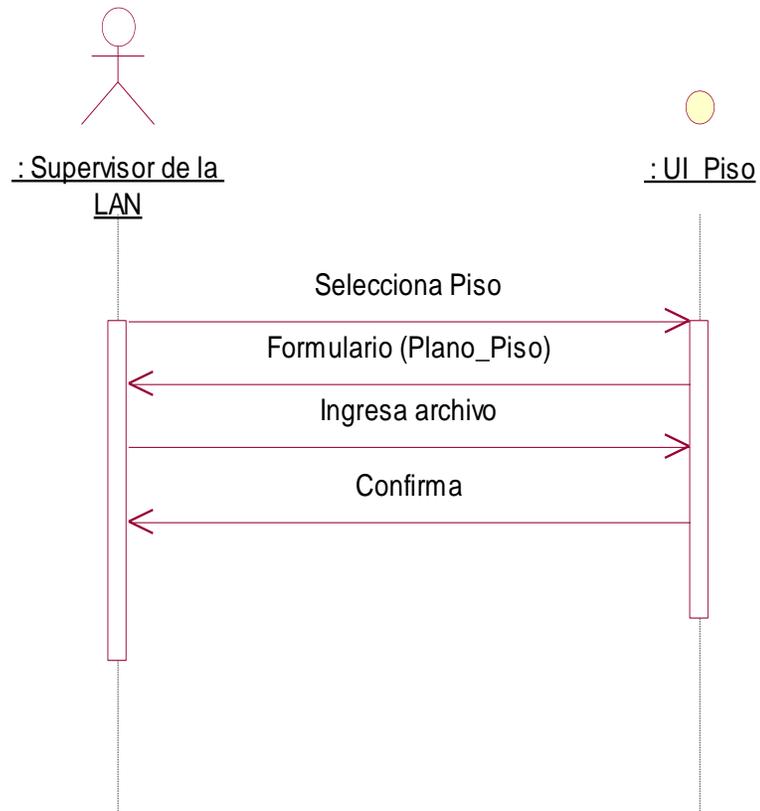


Figura 2.5 Diagrama de secuencia - Ingresar piso

### 2.5.5 Administrar sitios

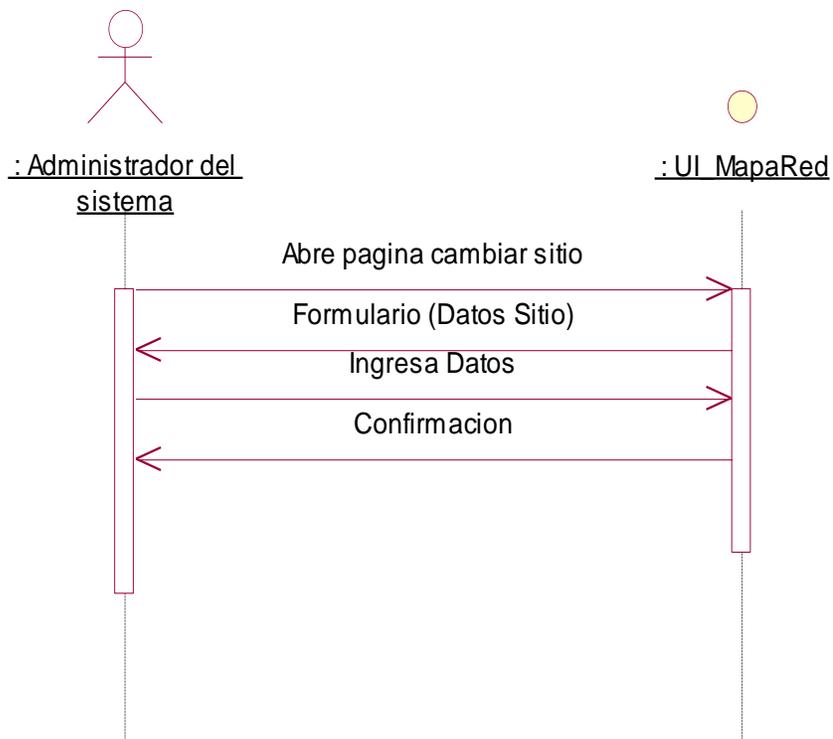


Figura 2.6 Diagrama de secuencia - Modificar Sitio

### 2.5.6 Administrar usuarios

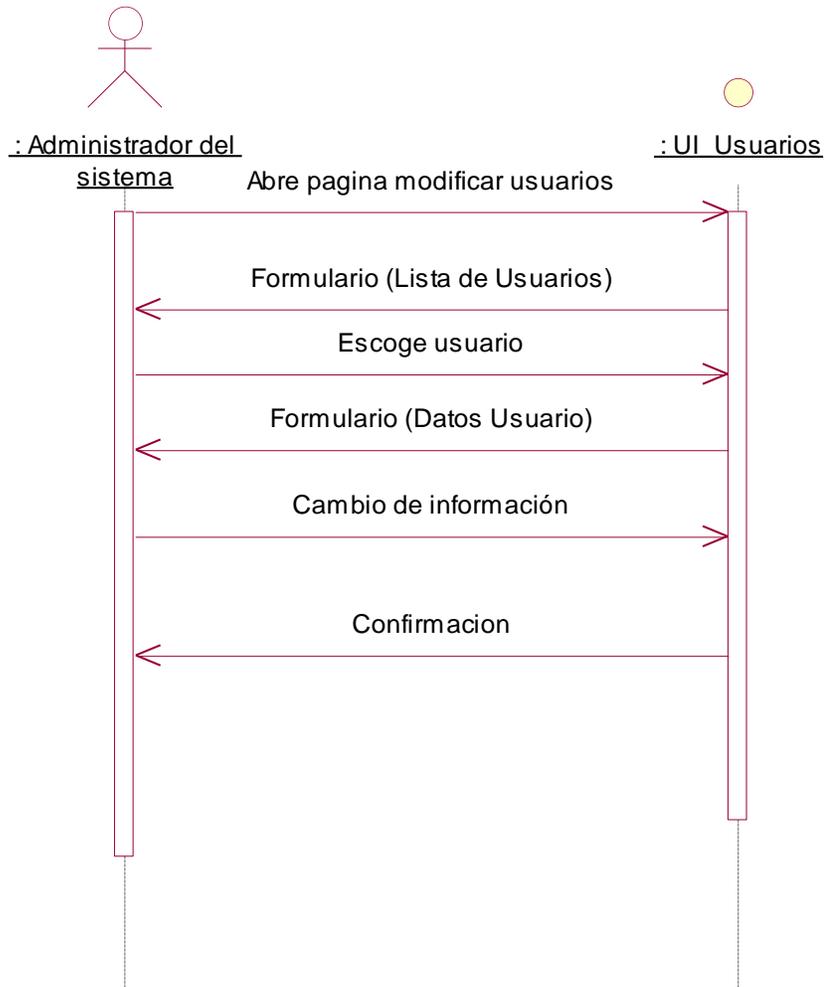


Figura 2.7 Diagrama de secuencia – Modificar Datos Usuario

### 2.5.7 Autenticar

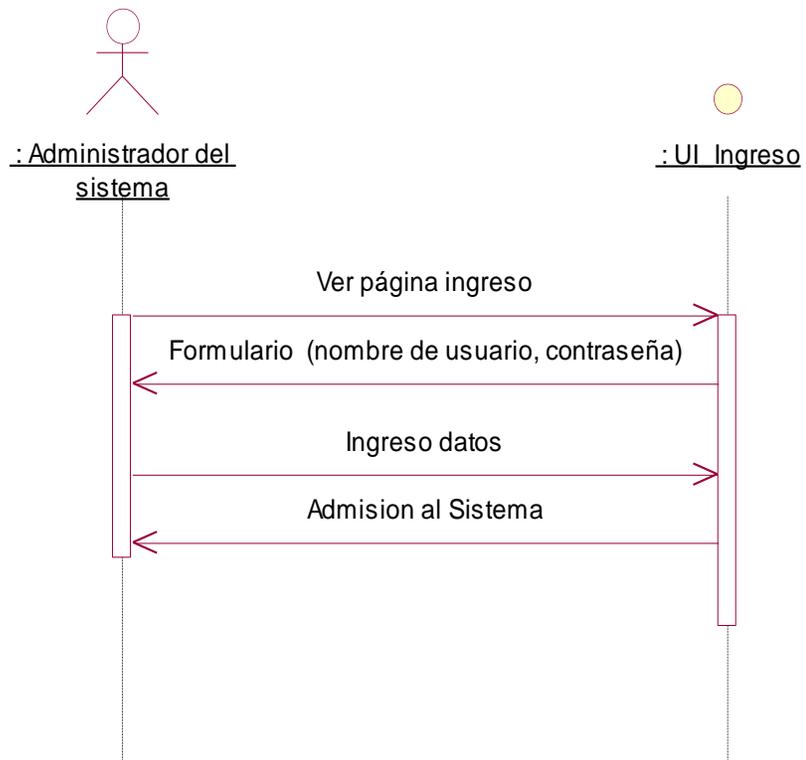


Figura 2.8 Diagrama de secuencia - Autenticar

### 2.5.8 Gestionar elemento

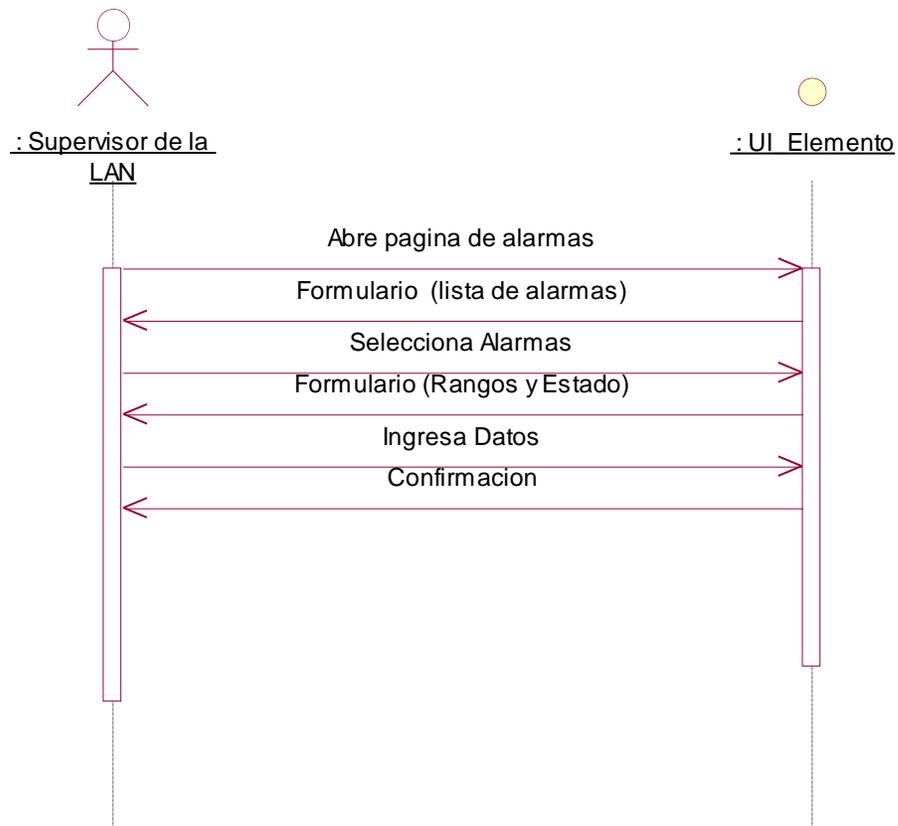


Figura 2.9 Diagrama de secuencia – Establecer Alarma

### 2.5.9 Ver propiedades objeto

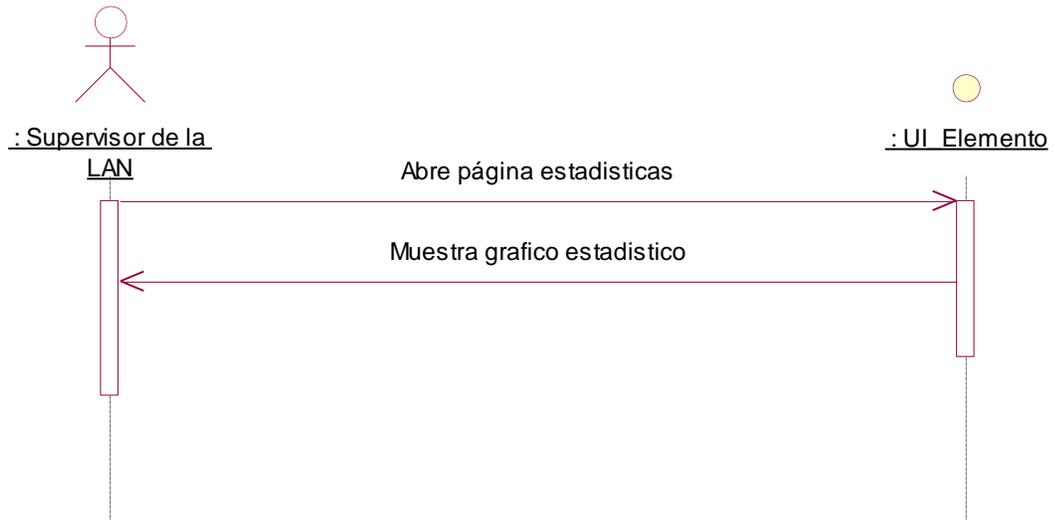


Figura 2.10 Diagrama de secuencia – Mostrar Estadísticas

## 2.6 DEFINICIÓN DE CLASES

Como primera medida se identificaron las clases de tipo entidad examinando las responsabilidades del sistema en cada casos de uso obteniendo como resultado el modelo del tipo de información del sistema basado en los objetos a manejar. Estas clases no poseen operaciones ya que representan el modelo de datos con el cual se va a trabajar, el resultado de esta abstracción es el modelo “entidad – relación” de la aplicación, el cual se muestra a continuación de cada diagrama de clases<sup>12</sup>:

### 2.6.1 Clases entidad

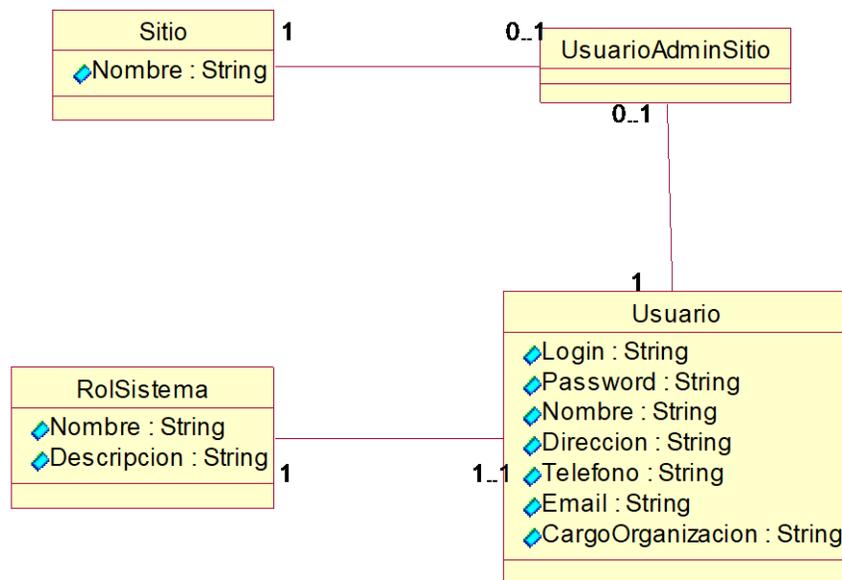


Figura 2.11 Diagrama de clases entidad 1

---

<sup>12</sup> La lista completa de clases se encuentra en el archivo de Rational que se asocia al proyecto

## 2.6.2 Modelo entidad-relacion

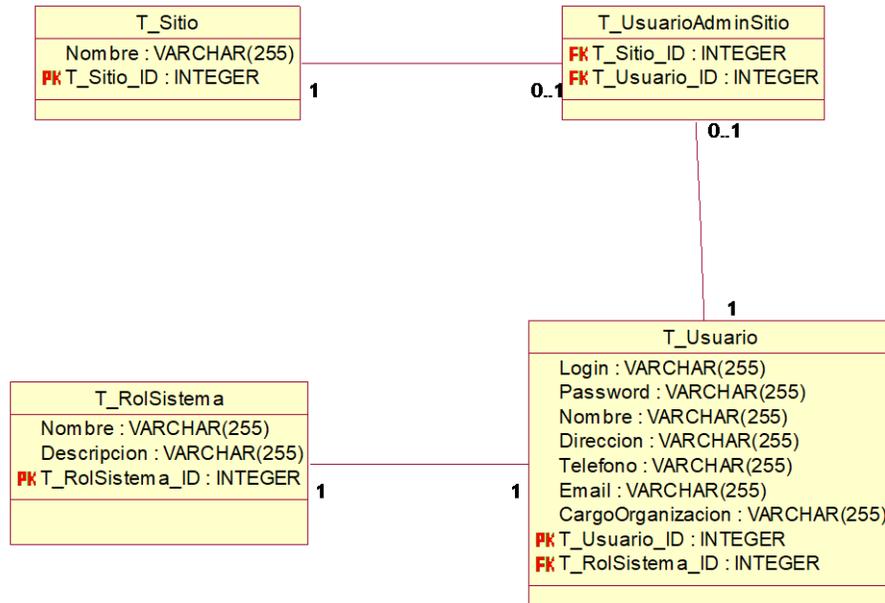


Figura 2.12 Modelo Entidad Relacion 1

### 2.6.3 Clases entidad

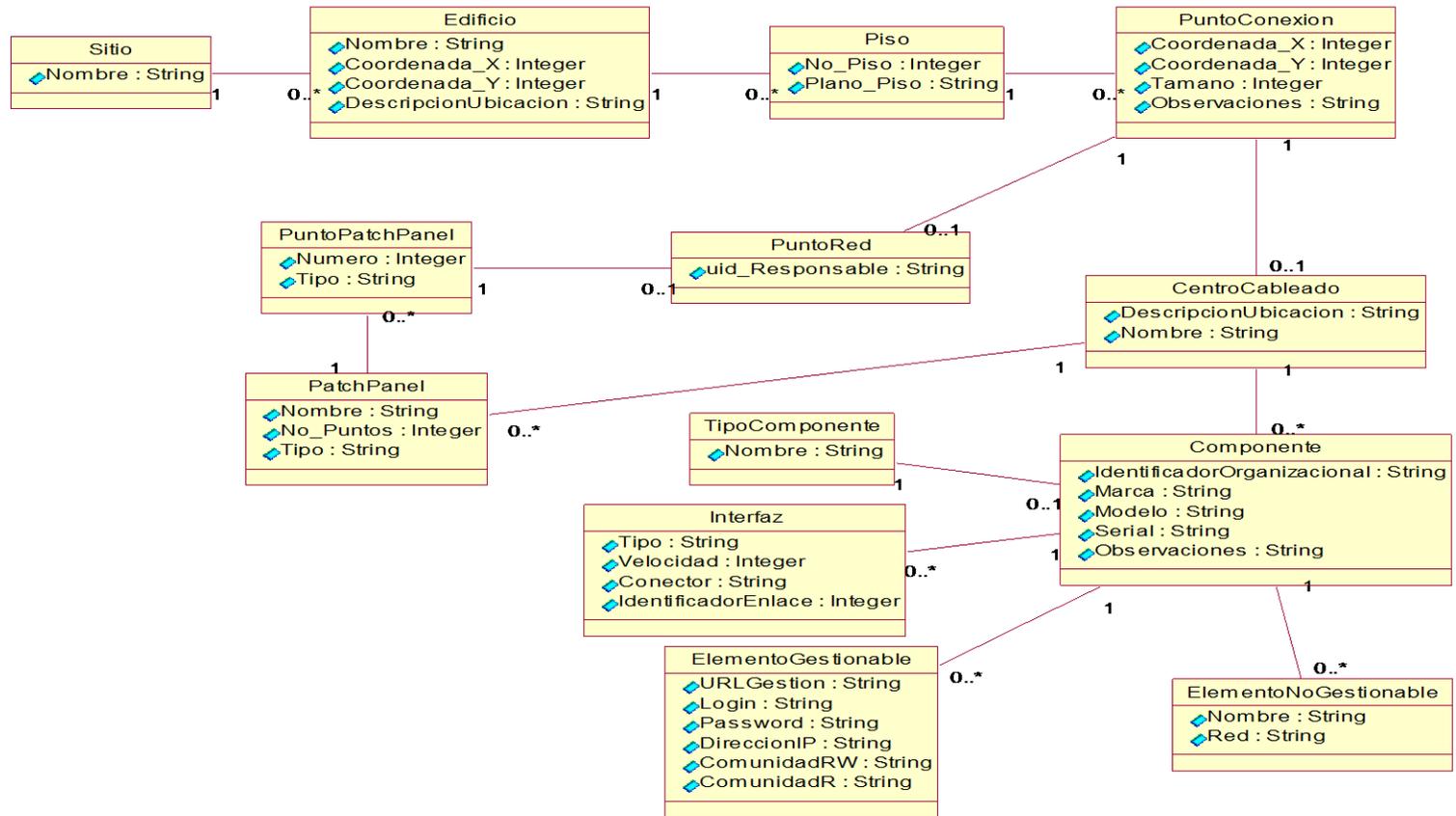


Figura 2.13 Diagrama de clases entidad 2

### 2.6.4 Modelo entidad-relación

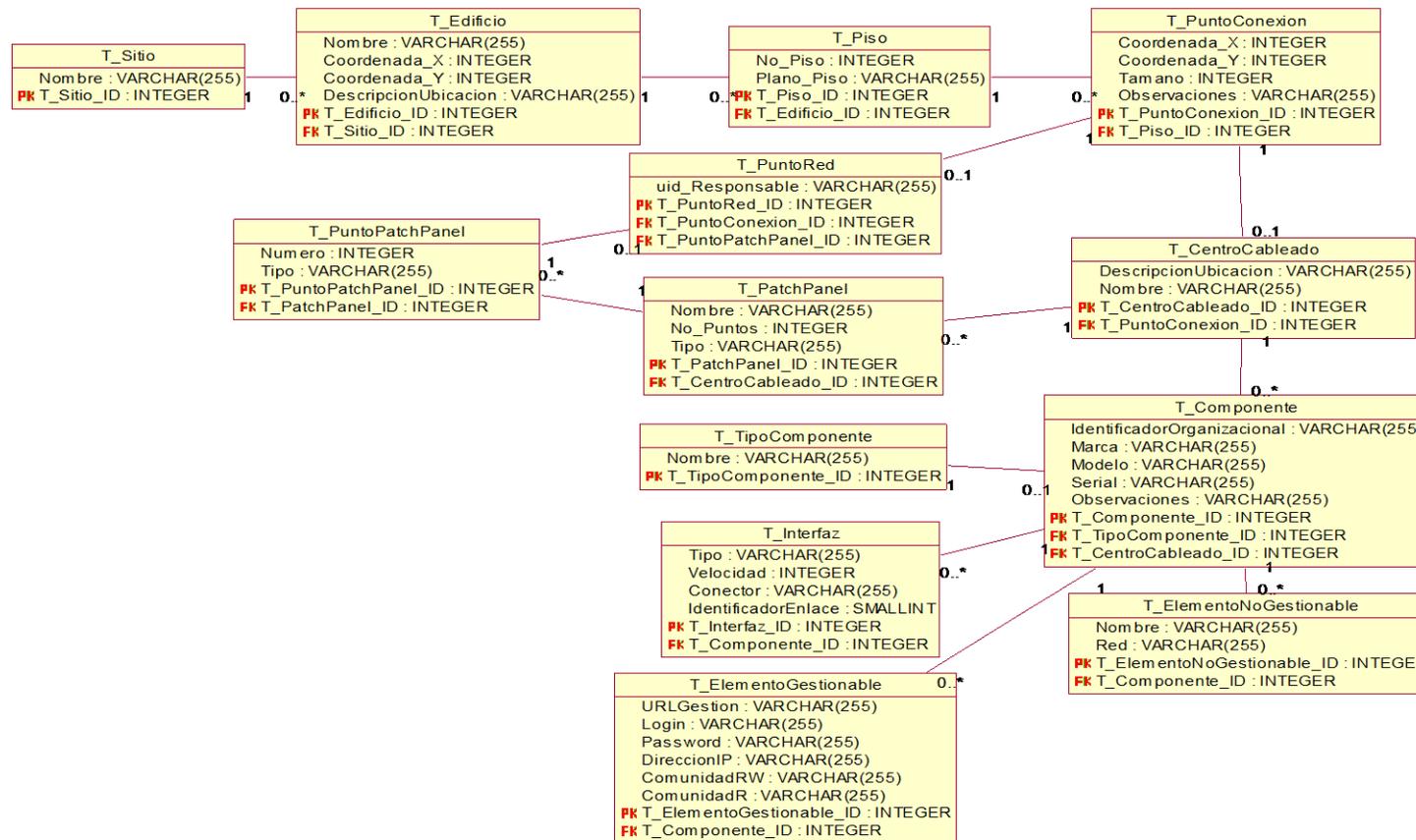


Figura 2.14 Modelo entidad relacion 2

Cada una de las entidades presentadas corresponde a una tabla en la base de datos y a su vez a una clase que se puede instanciar en la aplicación.

Obsérvese la clase Estadística, la cual representa un componente aislado de la arquitectura java de la aplicación. Se trata de una herramienta que almacena la información de gestión de cada elemento sobre el que se lleven estadísticas en una base de datos Round Robin de RRD Tool.<sup>13</sup>

## 2.7 CLASES DE CONTROL

Encargadas de ejecutar las operaciones requeridas por cada caso de uso de la aplicación, se las agrupó por funcionalidad y así se tienen 7 clases resultantes:

*Adicionar*, *Eliminar* y *Modificar* actúan sobre el mismo tipo de objetos como lo muestran sus operaciones.

*Obtener* tiene dos clases de operaciones, las primeras devuelven los datos de un solo objeto mientras que las demás retornan una lista de ellos permitiendo realizar la creación de objetos derivados rápidamente en la aplicación.

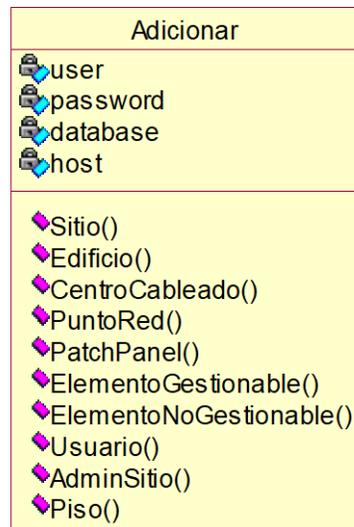
---

<sup>13</sup> RRD es el acrónimo de Round Robin Database, un sistema para almacenar y mostrar gráficamente datos que cambian con el tiempo (<http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/rrdtool/>).

*Verificar* corresponde exclusivamente al caso de uso de Autenticar donde se compara el nombre de usuario y contraseña para acceder al sistema.

*XML* se encarga de tratar los mapas en formato SVG para ajustarlos a los requerimientos de la aplicación.

### 2.7.1 Adicionar



**Figura 2.15 Clase de control - Adicionar**

### 2.7.2 Eliminar

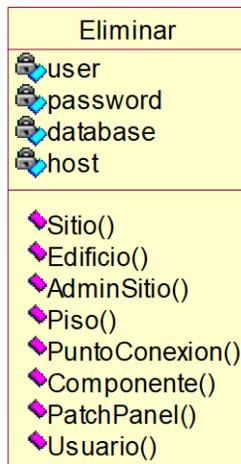


Figura 2.16 Clase de control - Eliminar

### 2.7.3 Modificar

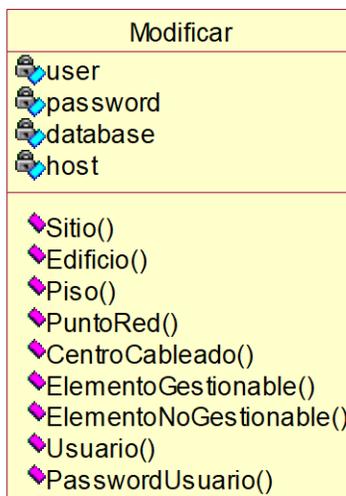


Figura 2.17 Clase de control - Modificar

#### 2.7.4 XML

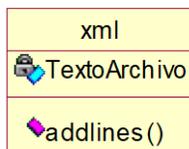


Figura 2.18 Clase de control – XML

#### 2.7.5 Verificar

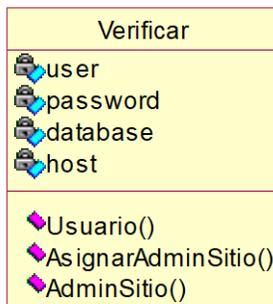


Figura 2.19 Clase de control - Verificar

### 2.7.6 Obtener

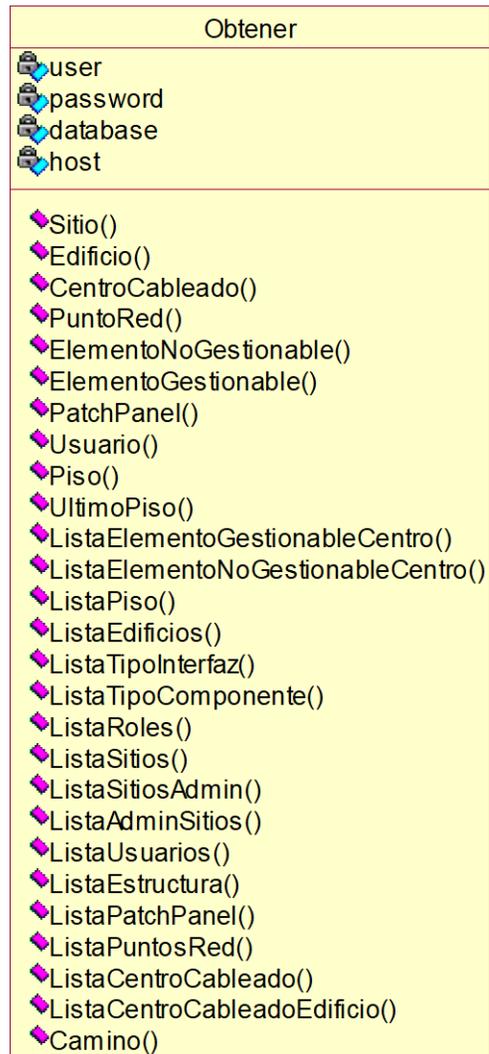


Figura 2.20 Clase de control - Obtener

## 2.8 CLASES DE INTERFAZ

Estas clases corresponden a aquellas que se despliegan al usuario que son:

- UI\_CentroCableado
- UI\_Edificio
- UI\_Elemento
- UI\_Ingreso
- UI\_MapasRed
- UI\_Objeto
- UI\_Piso
- UI\_Usuarios

Cada una de ellas está conformada por varias páginas JSP que a continuación se describen:

### 2.8.1 UI\_CentroCableado

Interfaz 1	
Función	Muestra la información de un centro de cableado, así como cada uno de sus componentes (elementos gestionables, elementos no gestionables y patch panels)
Vínculos	Página de Componente Borrar Centro de Cableado Cambiar Información de Centro de Cableado Ir al piso Ir al edificio

Interfaz 2	
Función	Presenta formulario para adicionar un Centro de Cableado
Vínculos	Ninguno

Interfaz 3	
Función	Presenta formulario para adicionar un Elemento Gestionable
Vínculos	Ninguno

Interfaz 4	
Función	Presenta formulario para adicionar un Elemento No Gestionable
Vínculos	Ninguno

Interfaz 5	
Función	Presenta formulario para adicionar un Patch Panel
Vínculos	Ninguno

Interfaz 6	
Función	Presenta formulario para adicionar un Punto de Red
Vínculos	Ninguno

Interfaz 7	
Función	Presenta formulario para borrar el Centro de Cableado
Vínculos	Ninguno

Interfaz 8	
Función	Presenta formulario para borrar Elemento Gestionable
Vínculos	Ninguno

Interfaz 9	
Función	Presenta formulario para borrar Elemento No Gestionable
Vínculos	Ninguno

Interfaz 10	
Función	Presenta formulario para borrar Patch Panel
Vínculos	Ninguno

Interfaz 11	
Función	Presenta formulario para modificar datos del Centro de Cableado
Vínculos	Ninguno

### **2.8.2 UI\_Edificio**

Interfaz 1	
Función	Presenta formulario para adicionar datos del Edificio
Vínculos	Ninguno

Interfaz 2	
Función	Presenta formulario para borrar Edificio
Vínculos	Ninguno

Interfaz 3	
Función	Presenta formulario para modificar datos de Edificio
Vínculos	Ninguno

### 2.8.3 UI\_Elemento

Interfaz 1	
Función	Presenta formulario para establecer un Enlace
Vínculos	Ninguno

Interfaz 2	
Función	Presenta formulario para borrar Enlace
Vínculos	Ninguno

Interfaz 3	
Función	Presenta formulario para borrar Alarmas
Vínculos	Ninguno

Interfaz 4	
Función	Presenta formulario para establecer parámetros de gestión
Vínculos	Ninguno

Interfaz 5	
Función	Presenta formulario para establecer rangos de alarma
Vínculos	Ninguno

Interfaz 6	
Función	Presenta formulario para modificar rangos de Alarma
Vínculos	Ninguno

### 2.8.4 UI\_Ingreso

Interfaz 1	
Función	Presenta formulario de autenticación
Vínculos	Ninguno

### **2.8.5 UI\_MapasRed**

Interfaz 1	
Función	Presenta formulario para adicionar un Sitio
Vínculos	Página de Edificio

Interfaz 2	
Función	Presenta formulario para borrar Sitio
Vínculos	Ninguno

Interfaz 3	
Función	Presenta formulario para modificar Sitio
Vínculos	Ninguno

### **2.8.6 UI\_Objeto**

Interfaz 1	
Función	Despliega las Alarmas
Vínculos	Ninguno

Interfaz 2	
Función	Muestra Estadísticas
Vínculos	Ninguno

### 2.8.7 UI\_Piso

Interfaz 1	
Función	Presenta formulario para adicionar un Piso
Vínculos	Página de Edificio

Interfaz 2	
Función	Presenta formulario para adicionar el plano de un Piso
Vínculos	Ninguno

Interfaz 3	
Función	Presenta formulario para borrar Piso
Vínculos	Ninguno

### 2.8.8 UI\_Usuarios

Interfaz 1	
Función	Presenta formulario para adicionar un Usuario
Vínculos	Página de Edificio

Interfaz 2	
Función	Presenta formulario para borrar Usuario
Vínculos	Ninguno

Interfaz 3	
Función	Presenta formulario para modificar datos del Usuario
Vínculos	Ninguno

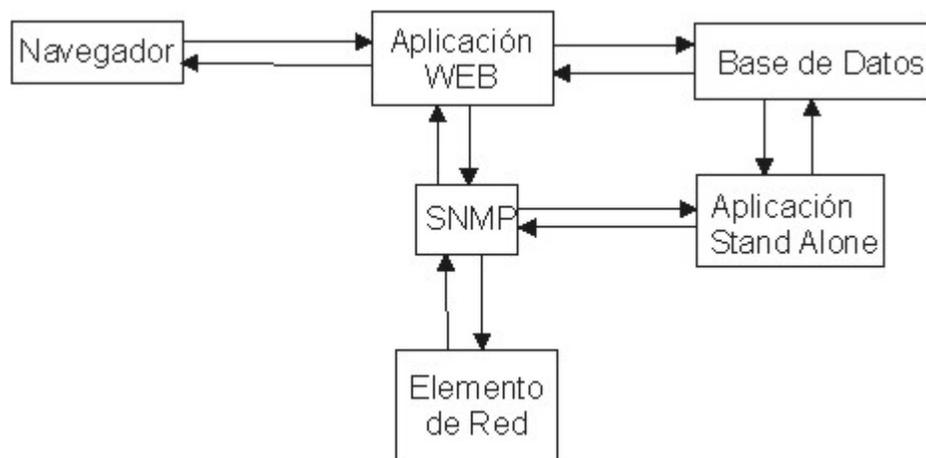
Interfaz 4	
Función	Presenta formulario para cambiar el password del Usuario
Vínculos	Ninguno

Con lo anterior se tiene el trabajo de diseño del sistema, el cual constituye un pilar fundamental para el proceso de desarrollo de la aplicación, reduciendo el tiempo de abstracción durante la codificación.

En la siguiente sección se explica el entorno de desarrollo de la aplicación, de esta forma es más sencillo comprender, de una manera directa no solo la funcionalidad del sistema, sino también la integración de sus diferentes componentes.

### 3 ENTORNO DE DESARROLLO DE LA PLATAFORMA DE GESTIÓN

Luego de la planeación observada en el capítulo anterior, se procede a escoger las tecnologías en las cuales se implementará la herramienta WEB para la gestión de redes de área local. En este capítulo se explica el porqué de la selección y cómo estas tecnologías interactúan entre si obteniendo una fuerte estructura sobre la cual desarrollar la aplicación.



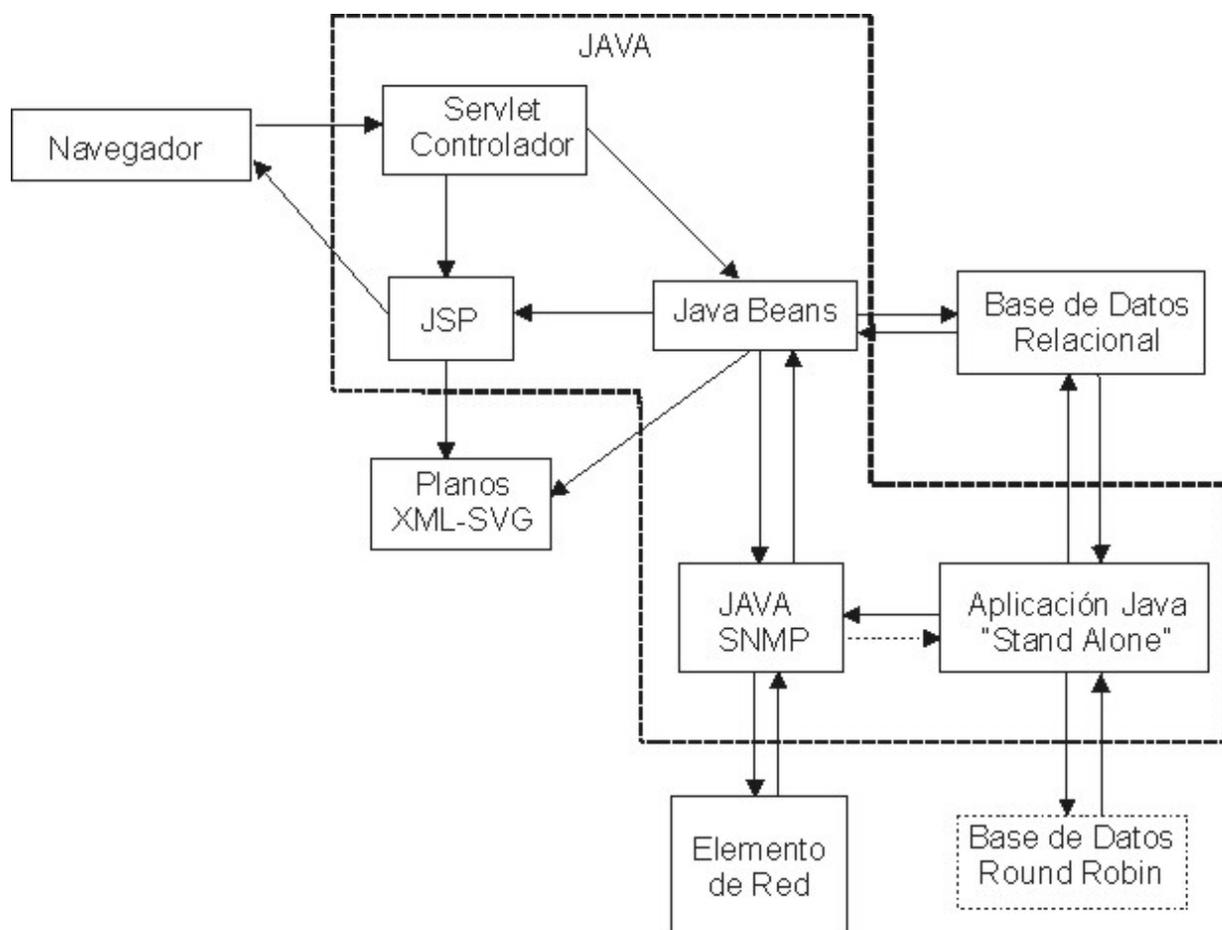
**Figura 3.1 Estructura Básica de la Herramienta**

En la figura 3.1 se aprecia la estructura básica del proyecto, donde existen 4 módulos a desarrollar:

- Aplicación WEB

- Aplicación Stand Alone (Independiente)
- SNMP
- Base de Datos

Luego de ponderar cada una de las opciones se realizó el modelo que se muestra en la figura 3.2



**Figura 3.2 Estructura Final de la Herramienta**

Como se observa se han utilizado diferentes tecnologías que se interrelacionan para ofrecer la funcionalidad que se espera de un sistema de gestión de alto nivel, algunas de las cuales se encuentran en un proceso de consolidación, como SVG, mientras otras como JAVA han pasado por una gran etapa de madurez que les ha permitido establecerse como tecnologías reconocidas. La base de la aplicación de gestión, el protocolo SNMP, tiene ya un buen camino recorrido y se puede afirmar que es la tecnología "de facto" para gestión de redes de área local. Cada una de éstas aporta importantes factores a la herramienta; JAVA contribuye con la fortaleza de orientación a objetos y la robustez y flexibilidad de la tecnología JSP-Servlets, SVG con la facilidad de interacción y detalle de los gráficos y SNMP con la simplicidad que ofrece para la recolección de información de gestión.

El dominio de cada tecnología involucrada es de crucial importancia para el desarrollo satisfactorio del sistema de gestión, el resultado es una aplicación robusta y tecnológicamente avanzada que proporciona un entorno de gestión a nivel de red que cumple con los objetivos establecidos, es decir, maneja los aspectos de Fallas, Desempeño y Configuración del modelo GRT.

Cabe resaltar que el objetivo de este capítulo es mostrar las características relevantes de cada una de las tecnologías, para el entendimiento del desarrollo de la herramienta y no realizar un estudio pormenorizado de ellas, para mayor información se tiene la referencia bibliográfica al final del documento. Partiendo de la arquitectura de la aplicación, en donde la base es el protocolo SNMP, y sobre el cual se construye un sistema cuyos componentes van desde la presentación gráfica al usuario, pasando por el servidor de aplicación y llegando hasta el almacenamiento en bases de datos relacionales y round robin, se ha hecho conveniente seguir

---

<sup>14</sup> SVG (Scalable Vector Graphics) Gráficos Vectoriales Escalables Formato para archivos gráficos basado en XML

<sup>15</sup> GRT (Red de Gestión de Telecomunicaciones) Especificada en la recomendación M.3010 de la UIT(Unión Internacional de Telecomunicaciones)

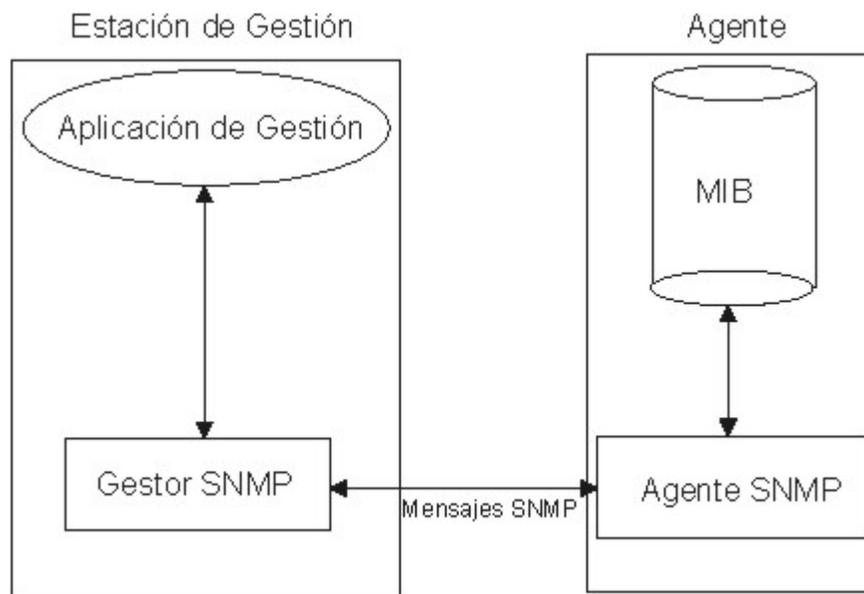
un organización adecuada en la definición de las tecnologías utilizadas, teniendo en cuenta lo anterior se trataran en este orden:

- SNMP
- Plataforma JAVA
- XML
- SVG

### **3.1 SNMP (Simple Network Management Protocol)**

Protocolo situado en la capa de aplicación del modelo OSI y de la arquitectura TCP/IP, diseñado para facilitar el intercambio de la información de gestión entre dispositivos de red. A través de SNMP los administradores de red pueden recolectar información que conlleve a solucionar problemas y planear futuros crecimientos.

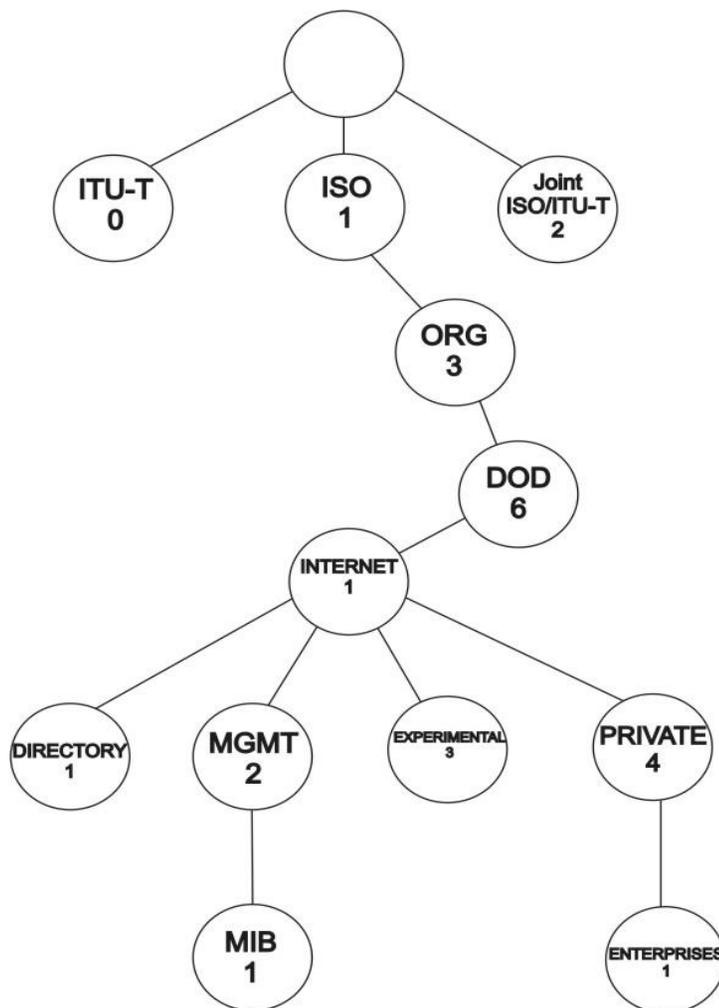
Hoy en día, SNMP es el protocolo más popular para gestionar tanto redes comerciales como aquellas usadas en universidades y organizaciones de investigación. SNMP es relativamente simple pero a la vez proporciona suficientes características para manejar los problemas que se presentan en la gestión de las redes heterogéneas de este tiempo.



**Figura 3.3 Arquitectura de Gestión SNMP**

En la figura 3.3 se observa la arquitectura planteada para realizar la gestión. SNMP provee al agente de una Base de Información de Gestión (MIB - Management Information Base), la cual no es más que una colección de objetos, siendo cada uno de ellos una variable de datos que representa una característica del recurso a gestionar. El agente hace uso de esta base de datos para responder a las peticiones enviadas por el gestor.

Una MIB puede describirse como un árbol abstracto con un objeto raíz sin nombre donde cada dato es una hoja del árbol. Para identificar cada objeto se tienen identificadores de objeto (OID Object Identifier) los cuales son dígitos específicos asignados por diferentes organizaciones. La estructura definida para la MIB se muestra en la figura 3.4



**Figura 3.4 Estructura de MIB II**

Para el intercambio de información, SNMP se soporta en el protocolo de Transporte UDP (User Datagram Protocol), debido a que éste es no orientado a conexión, es decir, cada mensaje de gestión es una transacción separada.

Puesto que SNMP solo puede gestionar los objetos que se encuentran en la MIB, se han definido muchas de estas con diferentes propósitos, entre otros: definir tipos de interfaces, protocolos propietarios, hardware específico, capa de red y aplicaciones. Las más importantes son la RMON (RFC 1757) y la MIB-II (RFC 1213), ésta última ha desplazado totalmente a la

MIB I (RFC 1156), debido a que la incluye completamente agregando algunos objetos y grupos adicionales.

El agente, que se encuentra en cada uno de los dispositivos gestionados, maneja su propia MIB local y es capaz de controlar el uso que hacen de ésta los gestores, es decir, puede limitar el acceso solo a aquellos autorizados e incluso dar diferentes privilegios de acceso a cada uno que esté accediendo.

Existen varias versiones de SNMP la v1 y v2 completamente funcionales y la v3 que ya fue aprobada en mayo de 2002 por la IETF, en la actualidad los fabricantes la están empezando a introducir en sus equipos. La versión 3 proporciona un entorno más seguro para el control y la autenticación.

Las versiones 1 y 2 proveen una capacidad primitiva y limitada de seguridad: el concepto de comunidad. Esta característica es la que le permite al agente delimitar el acceso a la MIB de su propiedad, en otras palabras es una contraseña con la cual el gestor se identifica frente al agente y viceversa, las operaciones de lectura y/o escritura se asignan no a gestores independientes sino a nombres de comunidad.

SNMPv2 soporta las siguientes operaciones:

- *Get* Permite que el gestor adquiera una instancia del agente
- *GetNext* Permite que el gestor obtenga el siguiente objeto dentro de una tabla o una lista, en SNMPv1 se usa para traer todos los elementos uno por uno
- *GetBulk* (No implementada en v1) Fue diseñada para conseguir un gran volumen de datos
- *Set* Permite cambiar valores de los objetos en el agente
- *Trap* Usado por el agente para reportar eventos

- *Inform* (No implementada en v1) Permite el envío de traps entre gestores

Como se puede observar, solo se define una operación para cambiar valores dentro de la MIB (set). Por su carencia de encriptación (con excepción de la versión 3) y bajo nivel de seguridad los administradores deshabilitan o restringen esta opción en los equipos de red.

En la herramienta, SNMP constituye un componente esencial debido a que a través de él se adquieren los datos de los elementos de red, que permiten realizar las estadísticas e identificar las fallas, es decir, proporciona las características necesarias para implementar una gestión efectiva sobre la red.

## 3.2 PLATAFORMA JAVA

Java no es solo un lenguaje de desarrollo, es toda una plataforma creada por la empresa SUN Microsystems en 1995, la cual tiene dos características principales:

- Totalmente orientada a objetos
- Presenta la posibilidad de ejecutarse en sistemas operativos diversos

En 1995 se lanza la primera versión denominada JDK1.0, que se centraba en aplicaciones de escritorio, la interacción en la parte web quedaba relegada únicamente a los llamados applets (pequeños programas que se incrustan como objetos en una página web). Debido al auge que tienen los servicios en línea nace una primera tecnología, que hace posible crear páginas en el servidor (con código escrito en java), que se ejecutan cada vez que el usuario accede a ellas; a este primer avance se lo denomina Servlet y aunque cumple muy bien con su cometido no tuvo la acogida esperada en la comunidad de desarrolladores. Por esto en 1998 SUN Microsystems lanza la plataforma Java 2 con una arquitectura muy robusta para web que incluye modelos de implementación y una nueva forma de programar páginas de servidor llamada JSP (Java Server

Pages) que acumula las ventajas de los Servlets, a la vez que minimiza la complejidad en el desarrollo.

La arquitectura de la plataforma consta de muchos elementos, debido a que se abarcan muchos tipos de implementaciones, en el desarrollo de la herramienta solo se usaron algunos de ellos, a continuación se describen aquellos que intervinieron en la solución.

### **3.2.1 Java Beans**

Una de las mayores ventajas de la programación orientada a objetos es la reutilización del código, los beans o componentes nacen con el propósito de cumplir con este objetivo de la manera más satisfactoria posible, al inicio (plataforma jdk1.0) se usaban como una ampliación a los controles de las barras de herramientas de los software para desarrollo, con el advenimiento de la nueva plataforma su importancia se hace muy relevante puesto que en la arquitectura web que se plantea, se define a los beans como pequeñas clases que se encargan de operaciones básicas y a la vez sirven de puente entre las páginas de servidor (Servlet y/o JSP) para comunicarse con los datos, es decir, es una capa intermedia que oculta la fuente de datos lo cual es de gran beneficio para la portabilidad de la aplicación, puesto que, permite establecer diferentes repositorios para facilitar la implementación.

En la herramienta se observa claramente como todas las clases entidad son beans que facilitan la obtención de la información y le dan coherencia a la aplicación. Al crear en tiempo de ejecución estos objetos se obtienen todos los datos necesarios, así, cuando se necesita un edificio, se llama al bean Edificio que contiene los parámetros de este objeto, también se puede traer listas de estos que facilitan el desarrollo como por ejemplo cuando se solicitan todos los puntos de red de un piso específico.

El tipo de información que manejan los beans no se limita a bases de datos, un muy buen ejemplo de esto se observa cuando mediante un bean se implementan todas las peticiones SNMP requeridas por el entorno de gestión.

### **3.2.2 JSP (Java Server Pages)**

Tecnología para la creación de aplicaciones WEB que forma parte de la especificación de la plataforma java 2. Presenta varias ventajas como son:

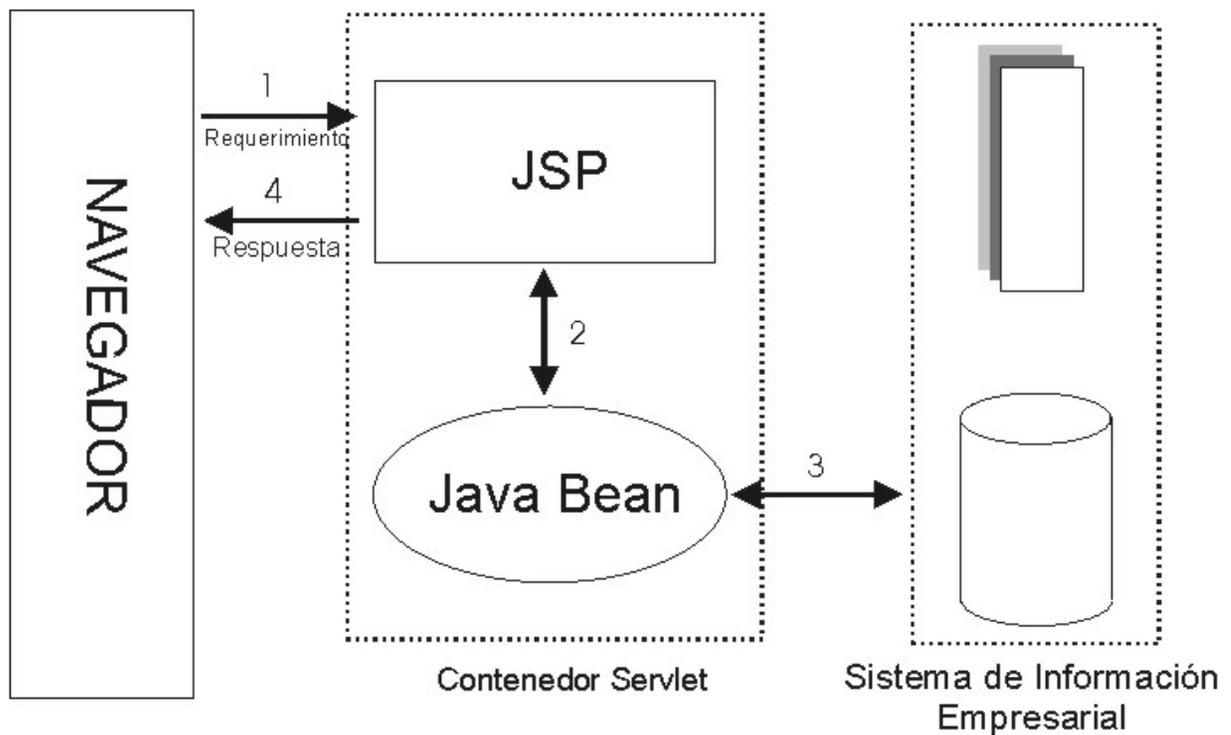
- Separación del contenido estático y dinámico
- Contenido dinámico en diferentes formatos
- “Escríballo una vez y ejecútelo en cualquier sistema operativo”
- Arquitectura diseñada para hacer una aplicación con n-capas

En el desarrollo de aplicaciones WEB con JSP se presentan dos arquitecturas de modelos de acceso:

La primera se observa en la figura 3.5, las peticiones entrantes del browser son enviadas directamente a las páginas JSP, cada una es la responsable de procesarlas y responder al usuario; se separa la presentación del contenido debido a que todo el acceso a datos se lo hace mediante beans.

Este modelo es perfecto para aplicaciones simples y pequeñas pero no es deseable para proyectos más complejos puesto que exige que dentro de las páginas exista bastante código

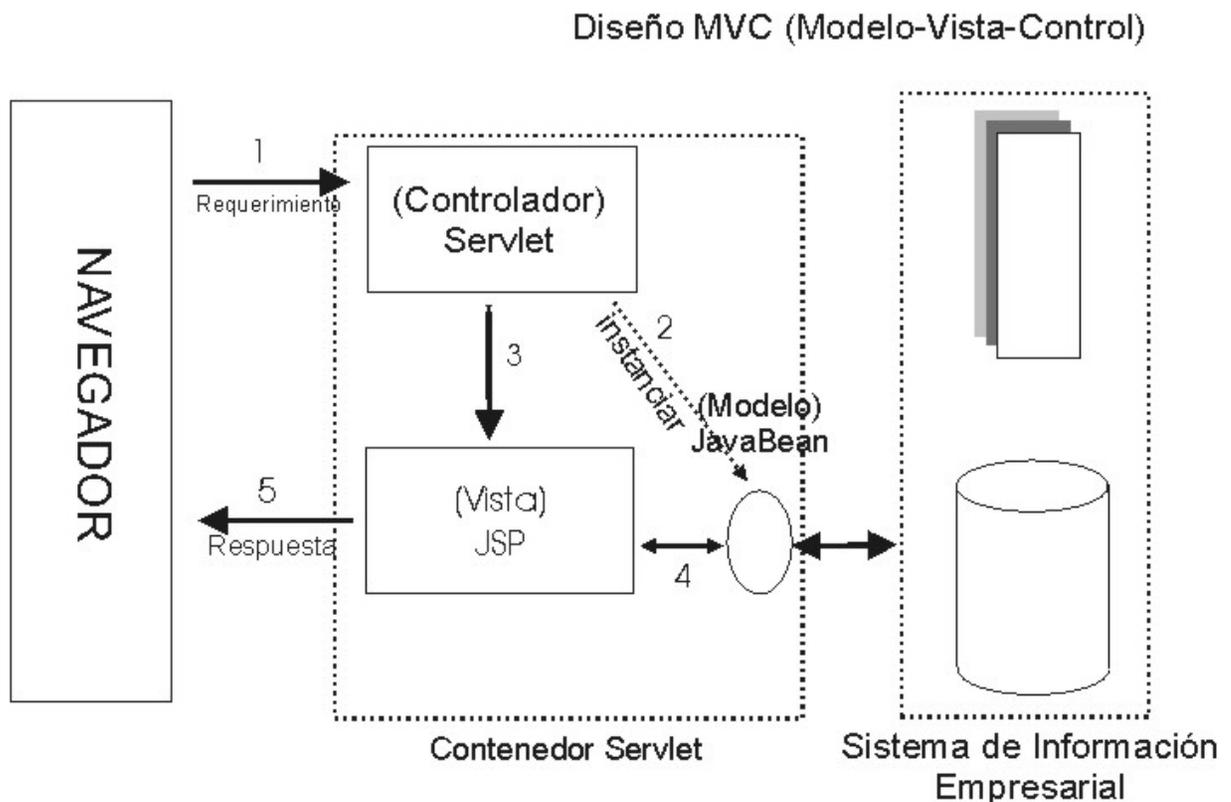
java (scriptlets). Aunque este no es un problema para los desarrolladores, es muy inconveniente si el encargado del sitio es un diseñador; otra desventaja es que cada una de las páginas tiene que manejar la seguridad, autenticación y el estado de la aplicación.



**Figura 3.5 Primer Modelo de desarrollo de Aplicaciones Web usando JAVA**

La segunda arquitectura se muestra en la figura 3.6, es una implementación en el servidor del patrón de diseño Modelo/Vista/Control en donde el procesamiento está dividido entre la presentación y los controladores. Los componentes de presentación se encargan de generar la respuesta HTML/XML, es decir la interfaz que se le presenta al usuario. Los elementos de control no muestran ninguna información sino que se encargan de procesar todas las peticiones HTTP, son los responsables de crear los beans que se necesitan para la presentación, así como de escoger cual de las páginas se debe enviar dependiendo de la lógica de la aplicación y las solicitudes del usuario.

La gran ventaja de esta arquitectura es que elimina todo el procesamiento lógico en los componentes de presentación debido a que estos lo que hacen es tomar los beans u objetos que se crearon y mostrarlos dentro de una plantilla estática, consecuentemente esto lleva a la clara definición de roles entre el programador y el diseñador además de que el tratamiento de la seguridad, la autenticación y el estado de la aplicación se realizan en un solo punto siendo mucho más fácil su depuración.



**Figura 3.6 Segundo Modelo de desarrollo de Aplicaciones Web usando JAVA**

Para el desarrollo de la aplicación se escogió la última arquitectura puesto que las ventajas que presenta como el manejo de la autenticación y los objetos, son mucho más adecuadas, esto se ve reflejado especialmente cuando la lógica de la aplicación se separa totalmente de la

presentación, lo cual facilita la abstracción y la implementación siendo además coherente con el modelo de diseño que se planteó.

### 3.2.3 Servlet

Como anteriormente se mencionó los Servlets son la primera aproximación de la tecnología Java a páginas web dinámicas generadas en el servidor, nacen debido a que al inicio las aplicaciones web se realizaban con CGI (Common Gateway Interface) en lenguajes como Perl y C, estos programas eran (y siguen siendo) de bastante complejidad y aunque los Servlets tampoco son sencillos de implementar proporcionan una alternativa válida. Son programas que se ejecutan en un servidor y construyen páginas Web, además, pueden servir (como se vio en el punto anterior) para controlar el flujo de la aplicación web.

Entre algunas ventajas de los Servlet se tienen:

- **Eficiencia** Para cada solicitud http el Servlet la maneja con un “thread<sup>16</sup>” que no carga tanto la máquina como un CGI
- **Potencia** El API de Java posee una amplia gama de clases que permiten realizar virtualmente cualquier tarea que se necesite en el entorno WEB
- **Portabilidad** Debido a que está escrito en java, es estándar y puede ser ejecutado por cualquier servidor que cumpla con las especificaciones.

---

<sup>16</sup> Thread. Hilo de ejecución de un programa, corresponde a un proceso “hijo” que tiene un espacio de memoria reservado distinto al del proceso “padre”, por lo tanto no influye en el rendimiento de éste

- **Economía** Una vez se adquiriera el servidor web no es costoso añadirle soporte para Servlets.

### 3.3 XML (eXtensible Markup Language)

Aunque el origen de XML es bastante nuevo (1996 aproximadamente) sus bases se remontan a los años 60 cuando IBM, tratando de resolver el problema de realizar documentos para múltiples plataformas desarrolla el GML (Generalized Markup Language), el problema de este lenguaje era que cada aplicación usaba sus propias etiquetas para determinar los elementos, las “marcas” son códigos que indican como debe ser tratado el contenido, así cuando se necesita una característica especial en un texto se coloca una marca al inicio y una al final que permite que el programa interprete este contenido.

Para solucionar este problema IBM estableció que las etiquetas fueran texto plano en código ASCII, con esta corrección el lenguaje se denominó GML (General Modeling Language).

Luego este lenguaje fue adoptado por la ISO y derivó en SGML (Standar Generalized Markup Language) especificado en ISO 8879, algunos ejemplos de lenguajes de marcas son el HTML y el RTF.

Los lenguajes de etiquetas son sistemas complejos de descripción de información, existen varios usos de estos como son:

- Describir el contenido
- Definir un formato

- Aquellos que realizan las dos funciones.

XML se deriva del SGML, la especificación fue desarrollada por el W3C (World Wide Web Consortium), debido a que el SGML es bastante complicado de implementar. Con esto en mente se propuso XML como un metalenguaje que define la sintaxis utilizada para definir otros lenguajes de etiquetas estructurados. Hasta ese punto es exactamente igual a SGML pero a XML se le definieron ciertos objetivos con los cuales conserva la robustez de SGML, pero deja a un lado su complejidad, dando como resultado un estándar fácil de manejar y llevar a la práctica.

Los objetivos de XML son los siguientes:

- XML debe ser directamente utilizable sobre Internet.
- XML debe soportar una amplia variedad de aplicaciones.
- XML debe ser compatible con SGML.
- Debe ser fácil la escritura de programas que procesen documentos XML.
- El número de características opcionales en XML debe ser absolutamente mínima, idealmente cero.
- Los documentos XML deben ser legibles por humanos y razonablemente claros.
- El diseño de XML debe ser preparado rápidamente.
- El diseño de XML debe ser formal y conciso.
- Los documentos XML deben ser fácilmente creables.
- La concisión en las marcas XML es de mínima importancia.

Un documento XML consiste de un conjunto de entidades, que son principalmente texto y marcas. Agrupa cuatro especificaciones:

- DTD (Document Type Definition, Definición de tipo documento) Especifica la estructura lógica de cada documento, define los elementos y atributos aunque es opcional se recomienda su uso ya que provee validez al documento.
- XSL (eXtensible Stylesheet Language, Lenguaje extensible de hojas de estilo) Implementa el lenguaje de estilo de los documentos XML logrando modificar el aspecto creando efectos visuales como múltiples tipos de letra, texto girado etc.
- XLL (eXtensible Linking Language, Lenguaje extensible de enlazamiento) Determina el modo de enlace entre diferentes vínculos, posee dos componentes xlink y xpointer. Con el uso de esta característica se podrá implementar enlaces extendidos los cuales tendrían varias ventajas como:
  - Denominación independiente de la ubicación
  - Enlaces bidireccionales
  - Enlaces que pueden especificarse y gestionarse desde fuera del documento
  - Hiperenlaces múltiples (múltiples ventanas)
  - Enlaces agrupados (múltiples orígenes)
  - Transclusión (el documento destino al que se apunta es parte del documento origen)
- XUA (XML User Agent)

Estandarización para que los navegadores soporten un conjunto típico de características, basadas en las especificaciones XML.

En un nivel lógico, un documento contiene:

- Declaraciones (definen un elemento)
- Elementos
- Comentarios (ignorados)

- Instrucciones de proceso (destinados a la aplicación que trata el documento, pero no parte de la información)
- Referencias a caracteres

Al software que manipula el documento XML se le denomina procesador XML y puede estar dentro de otra aplicación. En este momento JAVA tiene un muy buen soporte para interactuar con XML debido a que se puede analizar un documento y generar un árbol DOM (Document Object Model, Modelo de objeto del Documento) que permite extraer y manipular la información rápida y eficientemente, la unión de esta característica con la versatilidad de las aplicaciones WEB escritas en JAVA (JSP y/o Servlets) permite crear robustos entornos de proceso de datos, mientras el código resultante es sencillo y fácil de entender.

Esto es solo una pequeña introducción a lo que es XML puesto que abarca muchos aspectos. Cabe resaltar que actualmente se está posicionando como el lenguaje más usado en el desarrollo de aplicaciones para Internet.

### **3.4 SVG (Scalable Vector Graphics)**

SVG es un formato para archivos gráficos y un lenguaje de desarrollo web basado en XML, posee una gran versatilidad para realizar todo tipo de tareas gráficas incluyendo animaciones, permite a los desarrolladores crear elementos de alta calidad dinámicamente generados en tiempo real con un control visual y estructural preciso.

Este estándar realizado por la W3C es la más fuerte alternativa de desarrollo gráfico Open Source, actualmente se encuentra en fase de desarrollo la segunda versión de la especificación.

Debido a que representa internamente los gráficos como vectores su tamaño es mucho menor que otros formatos (bmp, jpeg) y para representar objetos geométricos es una excelente alternativa debido a que la sintaxis es clara y permite gran versatilidad para este tipo de objetos.

Cumple con los objetivos de XML lo que conlleva a “debe ser utilizable sobre Internet”, en este momento esto no es del todo cierto puesto que el browser más usado (Internet Explorer) todavía no implementa en forma nativa el soporte para este formato. Para observar este tipo de archivos es necesario instalar el plugin de Adobe ®, a diferencia del navegador mozilla que ya tiene incluido el soporte para SVG (aunque aun esta en etapa de prueba).

Entre las ventajas que se pueden observar de SVG están:

- Escalable, compacto, con contornos suavizados, transparencias y capaz de incluir bitmaps.
- El texto que se incluye es editable y puede ser indexado por los buscadores.
- Es compatible con los estándares actuales de web y con los futuros
- Soporte para hojas de estilo
- Se puede incluir scripts que modifican el grafico dinámicamente en función de las necesidades
- Puede generarse dinámicamente en un servidor web como respuesta a instrucciones de Java, JavaScript, Perl o XML.
- Para crear un documento SVG se tienen ciertas reglas, el elemento raíz es <svg>, dentro de el están contenidos todos los demás componentes y formas.

A continuación se muestra el código de un documento SVG básico sin ningún elemento:

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>  
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 20000303 Stylable//EN"  
"http://www.w3.org/TR/2000/03/WD-SVG-20000303/DTD/svg-20000303-stylable.dtd">
```

```
<svg xml:space="preserve" width="5.5in" height=".5in">
...
</svg>
```

La primera línea establece que el código que sigue es XML. La segunda línea provee una referencia para el DTD del documento. Dentro del elemento <svg> pueden existir 3 tipos básicos de componentes: texto(text), formas(shapes) y caminos(paths), por ejemplo, en las siguientes líneas de código se aprecia el elemento text:

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 20000303 Stylable//EN"
"http://www.w3.org/TR/2000/03/WD-SVG-20000303/DTD/svg-20000303-stylable.dtd">
<svg xml:space="preserve" width="5.5in" height=".5in">
<text style="fill:red;" y="15">Esto es SVG.</text>
</svg>
```

Produce en el navegador este resultado **Esto es SVG.** un letrero color rojo que escribe “Esto es SVG”, la imagen tiene un ancho de 5.5 pulgadas, una altura de 0.5 pulgadas e inicia a 15 píxeles del filo superior.

El siguiente ejemplo produce , un rectángulo azul con la esquina superior izquierda alineada a la esquina superior izquierda de la imagen (opción por defecto cuando no se especifican coordenadas).

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 03December 1999//EN"
"http://www.w3.org/Graphics/SVG/SVG-19991203.dtd">
<svg xml:space="preserve" width="5.5in" height="2in">
<rect style="fill:blue;" width="250" height="100"/>
</svg>
```

Los caminos (paths) se describen usando los siguientes atributos:

- moveto (fijar un nuevo punto)
- lineto (dibujar una línea recta)
- curveto (dibujar una curva)
- arc (arco elíptico o circular)
- closepath (cerrar el camino dibujando una línea al último punto moveto)

El siguiente ejemplo, especifica un camino en la forma de un triángulo, el resultado es



M = moveto, L = lineto, z= closepath

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 20000303 Stylable//EN"
"http://www.w3.org/TR/2000/03/WD-SVG-20000303/DTD/svg-20000303-stylable.dtd">
<svg xml:space="preserve" width="5.5in" height="2in">
<path d="M 50 10 L 350 10 L 200 120 z"/>
</svg>
```

Cabe resaltar que para crear elementos hay 3 métodos:

- SVG puro
- Usando Javascript y DOM (Document Object Model)
- Usando el creador de nodos (node builder)

A continuación se presentan ejemplos de creación de formas con los tres métodos.

## SVG

```
<circle cx="25" cy="25" r="20" fill="red"/>
```



```
<rect x="5" y="5" width="40" height="40" fill="red"/>
```



```
<rect x="5" y="5" rx="5" ry="5" width="40" height="40" fill="red"/>
```



```
<ellipse cx="25" cy="25" rx="20" ry="10" fill="red"/>
```



## Javascript y DOM

```
var svgns = "http://www.w3.org/2000/svg";
```



```
function makeShape(evt) {  
  if ( window.svgDocument == null )  
    svgDocument = evt.target.ownerDocument;  
  
  var shape = svgDocument.createElementNS(svgns, "circle");  
  shape.setAttributeNS(null, "cx", 25);  
  shape.setAttributeNS(null, "cy", 25);  
  shape.setAttributeNS(null, "r", 20);  
  shape.setAttributeNS(null, "fill", "red");  
  
  svgDocument.documentElement.appendChild(shape);  
}
```

```
var svgns = "http://www.w3.org/2000/svg";
```



```
function makeShape(evt) {  
  if ( window.svgDocument == null )  
    svgDocument = evt.target.ownerDocument;  
  
  var shape = svgDocument.createElementNS(svgns, "rect");  
  shape.setAttributeNS(null, "x", 5);  
  shape.setAttributeNS(null, "y", 5);
```

```
shape.setAttributeNS(null, "width", 40);
shape.setAttributeNS(null, "height", 40);
shape.setAttributeNS(null, "fill", " red ");

svgDocument.documentElement.appendChild(shape);
}
```



```
var svgns = "http://www.w3.org/2000/svg";

function makeShape(evt) {
  if ( window.svgDocument == null )
    svgDocument = evt.target.ownerDocument;

  var shape = svgDocument.createElementNS(svgns, "rect");
  shape.setAttributeNS(null, "x", 5);
  shape.setAttributeNS(null, "y", 5);
  shape.setAttributeNS(null, "rx", 5);
  shape.setAttributeNS(null, "ry", 5);
  shape.setAttributeNS(null, "width", 40);
  shape.setAttributeNS(null, "height", 40);
  shape.setAttributeNS(null, "fill", " red ");

  svgDocument.documentElement.appendChild(shape);
}

var svgns = "http://www.w3.org/2000/svg";
```



```
function makeShape(evt) {
  if ( window.svgDocument == null )
    svgDocument = evt.target.ownerDocument;

  var shape = svgDocument.createElementNS(svgns, "ellipse");
  shape.setAttributeNS(null, "cx", 25);
  shape.setAttributeNS(null, "cy", 25);
  shape.setAttributeNS(null, "rx", 20);
  shape.setAttributeNS(null, "ry", 10);
  shape.setAttributeNS(null, "fill", " red ");

  svgDocument.documentElement.appendChild(shape);
}
```

## Creador de Nodos



```
function makeShape(evt) {
  if ( window.svgDocument == null )
    svgDocument = evt.target.ownerDocument;

  var circle = new Node_Builder(
    "circle",
    { cx: "25", cy: "25", r: "20", fill: "red" }
  );

  circle.appendTo(svgDocument.documentElement);
}
```

```
function makeShape(evt) {  
    if ( window.svgDocument == null )  
        svgDocument = evt.target.ownerDocument;  
  
    var rect = new Node_Builder(  
        "rect",  
        { x: "5", y: "5", width: "40", height: "40", fill: "red" }  
    );  
  
    rect.appendTo(svgDocument.documentElement);  
}
```



```
function makeShape(evt) {  
    if ( window.svgDocument == null )  
        svgDocument = evt.target.ownerDocument;  
  
    var rect = new Node_Builder(  
        "rect",  
        {  
            x: "5", y: "5",  
            rx: "5", ry: "5",  
            width: "40", height: "40",  
            fill: "red"  
        }  
    );  
  
    rect.appendTo(svgDocument.documentElement);  
}
```



```
function makeShape(evt) {  
    if ( window.svgDocument == null )  
        svgDocument = evt.target.ownerDocument;  
  
    var ellipse = new Node_Builder(  
        "ellipse",  
        { cx: "25", cy: "25", rx: "20", ry: "10", fill: "red" }  
    );  
  
    ellipse.appendTo(svgDocument.documentElement);  
}
```



Como se puede observar en los anteriores ejemplos, los archivos SVG son escritos en un formato extremadamente compacto (para minimizar el tamaño del archivo), lo que resulta en una estructura muy simple y fácil de comprender. Aunque se podría pensar que los métodos de script (dom y node builder) son más largos y difíciles, para aplicaciones que generan automáticamente las figuras estos métodos se adaptan perfectamente a los requerimientos.

### 3.5 INTEGRACIÓN

El primer reto se presentó al seleccionar el lenguaje de programación web a usar, debido a que en el mercado existen varios, cada una con sus características, ventajas y desventajas. Los lenguajes que se tuvieron en cuenta fueron:

- ASP (Active Server Pages)
- PHP (Hipertext Preprocessor)
- ColdFusion
- Perl
- Java (Servlets y JSP)

Uno de los requerimientos primarios de la herramienta es su implementación en la Red de Datos de la Universidad del Cauca, debido a que la tecnología ASP requiere de componentes externos que encarecen el desarrollo y Coldfusion de un servidor que tiene un valor significativamente alto, se descartaron inmediatamente como posibles alternativas. De las tres restantes PHP presenta una gran desventaja, su manejo de objetos es primitivo y poco amigable, soporta únicamente herencia simple y el código se vuelve complejo, por lo tanto se realizó un análisis comparativo entre Java y Perl, los dos poseen un buen manejo de la orientación a objetos y ambos sirven para programar tanto aplicaciones web como “stand alone”, la diferencia sustancial es que al desarrollar las interfaces web de salida Java lo hace mediante JSP mientras que en Perl se tiene que codificar cada una de las líneas del documento lo cual retarda la implementación. Teniendo en cuenta estos aspectos se escoge la plataforma Java como tecnología principal para el desarrollo de la herramienta.

El segundo aspecto a analizar es la presentación gráfica de los planos, en este campo se analizaron tres posibilidades:

- Gráficos normales en formato GIF o JPG con enlaces dinámicos
- Flash
- SVG

La decisión es casi inmediata puesto que SVG presenta características difíciles de superar como son el detalle de las figuras, la fácil generación dinámica de los objetos, la interacción con lenguajes de script y el (relativo) poco tamaño de los archivos, que hacen SVG la mejor opción para este tipo de desarrollo.

Como se advierte en el diagrama de clases que se encuentra en el capítulo dos, se realizó una abstracción teniendo como base el diseño Modelo-Vista-Control que se explicó anteriormente, por lo cual se implementan varios beans, algunos para manejar la parte correspondiente a SVG realizando el parsing<sup>17</sup> de XML, otros que se encargan del acceso a la base de datos como tal y los últimos componentes de entidad que abstraen el modelo de datos que se usa.

En la figura 3.2 se observa cómo el controlador de la aplicación es un Servlet que recibe todas las peticiones entrantes al sistema, realiza la verificación de derechos de acceso de los usuarios y otorga el permiso de acceder a los recursos mediante la creación de instancias de los beans que se hagan necesarios para conseguir la información que se está solicitando, llamando luego

---

<sup>17</sup> Parsing. Análisis del documento XML, descomposición de éste con el fin de obtener tanto elementos como atributos para su posterior uso.

a la página jsp que toma estos objetos y arma la estructura de la interfaz que corresponde mostrar.

Si se necesitan gráficos generados en tiempo de ejecución, la página jsp actúa como un segundo nivel de control debido a que se encarga de solicitar a otro script jsp para que se construya la imagen requerida usando SVG, cabe destacar que en estas páginas se encuentra embebido el código para generar los gráficos SVG.

El nivel de Gestión SNMP tiene una sola faceta en la aplicación web y es la de observar los resúmenes de las características principales de los elementos, debido a que la aplicación que gestiona para recaudar estadísticas y alarmas no es la aplicación web sino la denominada “stand-alone<sup>18</sup>” que se basa en la configuración almacenada en la Base de datos del sistema. Este nivel se realiza mediante un bean de Adventnet<sup>19</sup> con el cual se realizan los get necesarios para conseguir el resumen correspondiente.

Con esto termina la descripción de la integración de cada una de las tecnologías que se usarán en el desarrollo de la herramienta web para la gestión de redes de área local. Vale la pena mencionar que cada una de estas tecnologías comprende muchos aspectos que no son del estudio de este trabajo. En este capítulo se muestran las características relevantes a la implementación del proyecto para dar una idea general de cómo está construida la herramienta. En el siguiente capítulo se plasman los diferentes campos de acción que se lograron con el desarrollo de este trabajo.

---

<sup>18</sup> Stand-Alone Aplicación local, que se ejecuta como un programa normal en la estación de trabajo o servidor

<sup>19</sup> Adventnet Empresa dedicada al desarrollo de componentes de gestión para Java ([www.adventnet.com](http://www.adventnet.com))

## **4 ESCENARIOS DE APLICACIÓN**

Este capítulo introducirá al uso de la aplicación de gestión objeto del presente proyecto en un escenario real, para lo cual provee una revisión breve de conceptos de los equipos de comunicaciones usados en estos ambientes y su interacción. Se verá la necesidad de tener mecanismos definidos para gestionar el funcionamiento de este conjunto de dispositivos en una organización, y se finalizará con el estudio de caso de la implantación de la aplicación de gestión en la Red de Datos de la Universidad del Cauca.

### **4.1 EQUIPOS DE COMUNICACIONES USADOS EN REDES DE ÁREA LOCAL**

#### **4.1.1 *Concentradores***

Provee un punto común de conexión física a la red para múltiples dispositivos, como estaciones de trabajo e impresoras. Algunos concentradores tienen soporte para protocolos como SNMP, con lo que serán capaces de realizar control y diagnóstico. Es importante anotar que los dispositivos conectados a un concentrador comparten el medio de transmisión de una forma similar a la topología de red en bus.

#### **4.1.2 *Switches***

Divide la Lan en varios segmentos, inicialmente, se define un segmento por cada puerto que tenga, limitando de esta forma el tráfico, en lugar de permitir la difusión de los paquetes por todos los puertos. Es común llamar a cada segmento “dominio de colisiones”, dado que un dispositivo conectado a un puerto del switch no tiene que competir por el medio – con la

probabilidad de provocar una colisión – cuando intenta comunicarse con un dispositivo conectado en otro puerto del switch.

El switch conoce los equipos que tiene conectados a cada uno de sus puertos. En el momento de iniciarse, no conoce las direcciones de los equipos conectados a sus puertos, así que las aprende a medida que circula información a través de él. Cuando un switch no conoce la dirección MAC de destino envía la trama por todos sus puertos, al igual que un concentrador, haciendo “Flooding” (inundación). Cuando hay más de un equipo conectado a un puerto de un switch este aprende sus direcciones MAC y cuando se envían información entre ellos no la propaga al resto de la red proveyendo de filtrado de paquetes. Las colisiones que se producen entre un equipo y otro no afectan a un tercero. A cada porción de una red separada por un switch se le llama segmento.

### **4.1.3 Enrutadores**

Permiten la interconexión de redes. Su funcionamiento es más lento que el de los switches pero su capacidad es mayor.

Al igual que los switches, los enrutadores restringen el tráfico local de la red permitiendo el flujo de datos a través de ellos solamente cuando los datos son direccionados con esa intención, la diferencia con el switch radica en que el enrutador trabaja en la capa de red del modelo OSI, y el switch en la capa de enlace, es decir, mientras que el switch filtra los paquetes mediante la dirección MAC, el enrutador lo hace mediante la dirección IP.

Los enrutadores definen en cada interfaz de red, un dominio de broadcast o de difusión, ya que los paquetes de este tipo no pueden atravesarlos.

#### **4.1.4 Servidores de Acceso Remoto**

Constituyen un componente muy importante de la red cuando los usuarios necesitan acceder a ella desde sitios lejanos a través de la RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada) o por RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), el cual recibe las conexiones, negocia las velocidades de transmisión, autentica a los usuarios a través de RADIUS<sup>20</sup> y asigna direcciones IP de la red, así el usuario remoto dependerá ahora de la velocidad de conexión para sentirse realmente en la LAN.

Con los breves conceptos descritos arriba es posible entender una arquitectura genérica de una Red de Área Local, en la cual como primera instancia están las estaciones de trabajo, que frecuentemente se conectan a la red a través de concentradores, constituyendo estos, la red de acceso. Los concentradores, que se encuentran en el área perimetral de la red, se interconectan a través de switches perimetrales, que constituyen la red de distribución, en donde es posible configurar controles de acceso y calidad del servicio, entre otras cosas. Los switches perimetrales, a través del backbone de la red deben concentrarse en uno o más switches centrales de mayor capacidad de tráfico, que permitan el flujo de datos a alta velocidad.

## **4.2 NECESIDAD DE LA GESTIÓN**

Es lógico que una empresa se preocupe por tener siempre una mayor producción, para lo cual es cada vez más indispensable la intercomunicación entre todos sus miembros, sea esta a través de voz, conferencia virtual, correo electrónico, mensajería instantánea o cualquier otro mecanismo; la cuestión es ¿cómo hacer posible esta comunicación? La tendencia tecnológica

---

<sup>20</sup> RADIUS, Remote Authentication Dial-In User Service es un protocolo y a la vez software que permite a los Servidores de Acceso Remoto comunicarse con un servidor central para autenticar a los usuarios y autorizar su acceso.

converge en un solo punto, redes multiservicios, que permitan el tráfico de datos y de información multimedia.

Centrándose ahora en el núcleo de la comunicación en una organización se encuentra su red de área local – LAN, convirtiéndose esta en su columna vertebral dado que a través de ella también fluye la información de negocios y de procesos organizacionales los cuales constituyen su eje funcional.

Típicamente una Organización está constituida por uno o más edificios que se pueden agrupar en campus, los cuales en el presente proyecto se han llamado sitios. Los sitios, como zonas geográficas que agrupan uno o más edificios, relacionan también los enlaces de conectividad entre estos.

Es de suma importancia para el administrador, quien es el responsable del funcionamiento de la red, que esta tenga un funcionamiento óptimo, pero para poder garantizarlo, necesita herramientas que le den la capacidad de gestionar todos los equipos de comunicaciones que la componen. Es precisamente en este punto en donde una aplicación que ofrezca al administrador una visión completa de la conectividad de la red juega un papel fundamental.

La ventaja enorme de la aplicación objeto del presente proyecto sobre otras aplicaciones de gestión, radica en el soporte georeferenciado de toda la red, lo que traduce en una mejor administración, ya que ofrece una visión global al administrador

Siempre habrá sectores de la red que necesitan mayor atención que otros, de aquí salen lo que se podría llamar enlaces críticos, que constituyen puntos neurálgicos de la red y que necesitan una atención especial. En estos casos, la aplicación ofrece la posibilidad de fijar alarmas cuando en enlace se pierda o el tráfico se salga del rango establecido, además permite llevar estadísticas diarias, semanales, mensuales y anuales que serán claves para la toma de decisiones que conciernan al diseño de la red.

Las Red de Datos de la Unversidad del Cauca constituye un caso real para la implementación de la aplicación, ya que su estructura no posee actualmente un sistema unificado de gestión, además, gracias a su topología, todas las características del nuevo sistema tienen aplicabilidad.

### **4.3 ESTUDIO DE CASO: RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

La LAN de la Universidad del Cauca es un campus compuesto de 7 sitios, que a su vez agrupan uno o más edificios, cuyo backbone está conformado por dos estrellas en fibra óptica con un ancho de banda de 100Mbps.

En el centro de la estrella principal se encuentra en el edificio IPET dentro del sector de Ingenierías, donde se encuentra el centro de cableado CC5 que aloja al switch Accelar 1200 constituyendo el núcleo de la red de Unicauca. Además, desde este armario se establecen dos enlaces a Internet de 1.5Mbps, cada uno de los cuales a través de su propio enrutador.

La segunda estrella agrupa los sitios ubicados en el centro de la ciudad, los cuales debido a su cercanía convergen en el edificio El Carmen.

En cada edificio de la LAN de Unicauca están distribuidos los centros de cableado que alojan los equipos de red, concentrando los puntos del edificio y estableciendo el enlace con el IPET o El Carmen a través de fibra óptica conectada directamente a un switch. La figura 1 muestra el esquema de conectividad donde se puede observar lo mencionado.

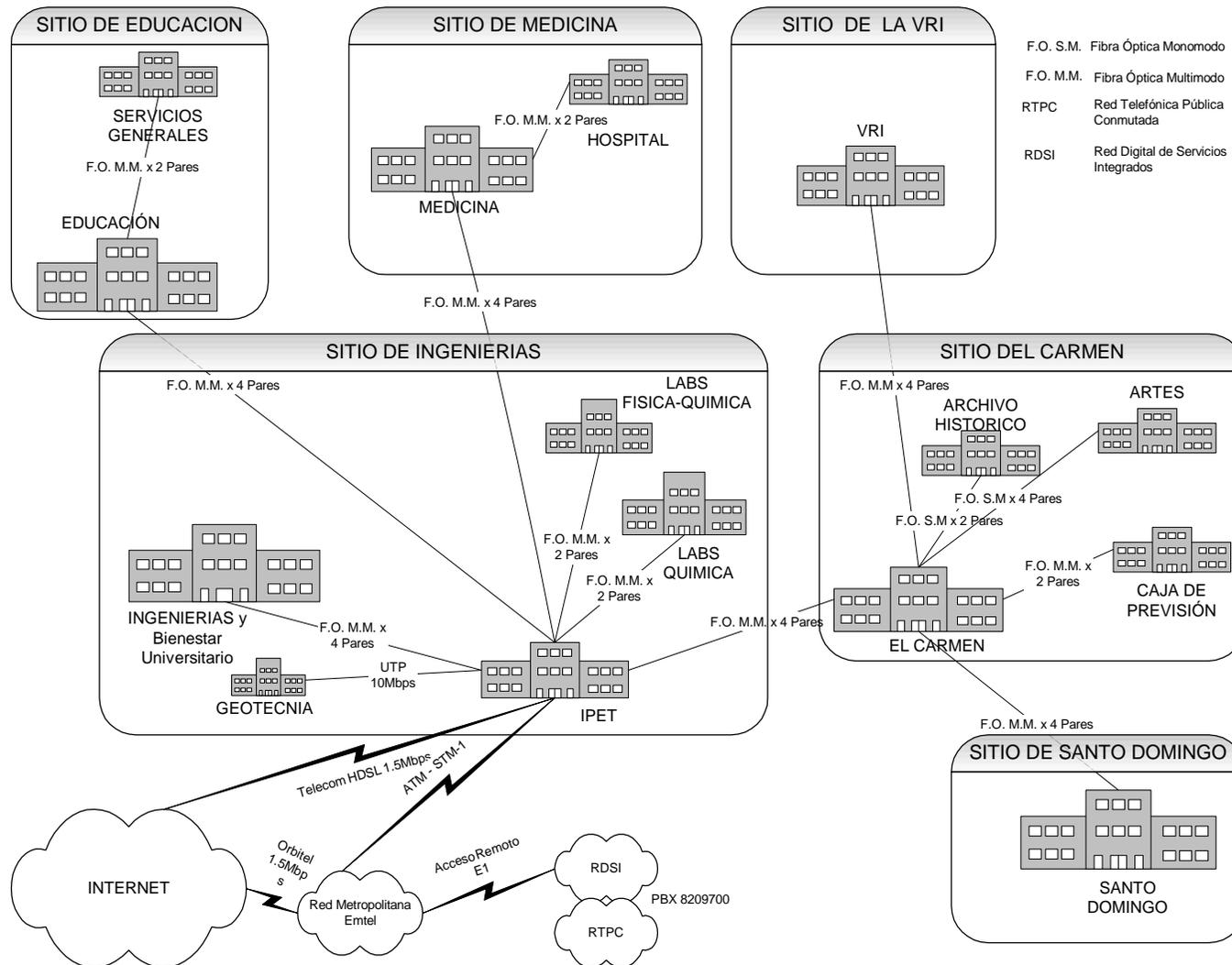


Figura 7 Esquema de conectividad del Campus de Unicauca

Para la implementación de la aplicación de gestión web es necesario especificar detalladamente la topología de la red y los equipos de red que la componen. Las etapas de implementación son las siguientes:

- **Determinación de sitios y de los edificios contenidos en cada uno**

El criterio para definir un sitio es meramente geográfico, es decir, los edificios que compartan una región geográfica común pueden constituir un sitio. Si la LAN posee un solo edificio, entonces solo habrá un sitio que lo contendrá.

- **Obtener el listado de equipos de red existentes, especificando su modelo y ubicación física**

Esta información es de suma importancia, dado que antes de llevar la infraestructura de la red a la aplicación, es necesario crear los perfiles de los equipos que se van a ubicar en los armarios.

- **Obtener el diagrama de conectividad entre los elementos de red intra-edificios e inter-edificios**

Los enlaces entre dispositivos son definitivos para que la aplicación reconozca la topología y ofrezca las opciones de alarmas cuando uno de ellos se caiga. En esta etapa, seguramente es necesario hacer un trabajo de levantamiento de información, dado que es indispensable especificar los puertos que sirven como enlaces entre los concentradores y switches para hacer posible su gestión.

- **Obtener los planos digitalizados de cada uno de los pisos de todos los edificios que componen el campus universitario**

El formato gráfico que se usa en la aplicación es SVG, si los planos están en Autocad, es posible convertirlos.

#### **4.3.1 Determinación de sitios y edificios contenidos en cada uno**

La tabla 1 muestra información al día 20 de abril de 2003.

**Tabla 4.1 Definición de Sitios y edificios**

<b>Sitio</b>	<b>Edificios Contenidos</b>	<b>Número de computadores</b>
Ingenierías	IPET FIET/FIC Labs. Física y Química Centro Deportivo Universitario	770
Medicina	Edificio de Medicina Hospital	116
Educación	Edificio de Educación Servicios Generales	250
El Carmen	Edificio del Carmen Caja de Previsión	171
Santo Domingo	Edificio de Santo Domingo	236
VRI	Edificio de la VRI	86
Ciencias Agropecuarias	Edificio de Ciencias Agropecuarias	35
Artes	Edificio de Artes	40
Cantidad total de computadores		1704

#### **4.3.2 Listado de equipos de red existentes, especificando su modelo y ubicación física**

Es indispensable introducir los perfiles de los equipos de red en la aplicación antes de ubicarlos en los planos digitales. Por facilidad para este procedimiento se muestra la tabla 2, mientras que su ubicación física y el armario en el que se encuentran aparece en la tabla 3.

**Tabla 4.2 : Distribución de equipos de red**

<b>Tipo de equipo</b>	<b>Total</b>
3COM Switch 3300 XM	4
NORTEL Switch 350	9
NORTEL Switch 450	1
3COM PS Hub 40 12Puertos	5
3COM PS Hub 40 24 Puertos	33
3COM PS Hub 50 24 Puertos	4
3COM PS Hub Dual 500	3
ENCORE 16 Puertos	1
ACME 8 puertos	3
PLANET 16 puertos	5
Tiger Stack 24 puertos	2
SURCCOM 16 puertos	2
SURCCOM 32 Puertos	1
DLINK 24 Puertos	2
ACCELAR 1200	1
BayStack 28200	1
BayStack 302F Switch	2
BayStack 150	2
<b>TOTAL EQUIPOS</b>	<b>81</b>

**Tabla 4.3 Ubicación física de equipos de red**

<b>Dependencia</b>	<b>Ubicación equipo</b>	<b>Armario</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>
ARCHIVO HISTORICO	OFIC. SECRETARIA	CC1	NORTEL	BAY STACK 350-24T
FAC.ARTES	SALA EDICION 2 PISO	CC1	PLANET	DH 2400

FAC.ARTES	OFIC. JEFES DEPTO 2 PISO	CC2	3COM	PSHUB 40 24 P
EL CARMEN	1 PISO AL LADO SALA WEB AL FONDO	CC1 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
EL CARMEN	1 PISO AL LADO SALA WEB AL FONDO	CC1 - SW1	NORTEL	BAY STACK 28200
EL CARMEN	1 PISO AL LADO SALA WEB AL FONDO	CC1 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
EL CARMEN	1 PISO AL LADO SALA WEB AL FONDO	CC1 - SW3	NORTEL	BAY STACK 350-24T
EL CARMEN	1 PISO AL LADO 2 PATIO	CC2 - H1	3COM	PSHUB40 24P
CAJA DE PREVISION	2 PISO OFICINA FINANCIERA	CC3 - H1	3COM	PSHUB 50 24 P
CAJA DE PREVISION	3 PISO OFICINA FINANCIERA	CC3	ACME	
CASA ROSADA	OFIC. SECRETARIA 1 PISO	CC4 - H1	3COM	PSHUB 40 12 P
STO DOMINGO	CONMUTADOR TELEFONICO	CC1 - H1	NORTEL	BAY STACK 150 24 P
STO DOMINGO	CONMUTADOR TELEFONICO	CC1 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
STO DOMINGO	CONMUTADOR TELEFONICO	CC1 - SW3	NORTEL	BAY STACK 350-24T
STO DOMINGO	OFIC. REC.HUMANOS	CC3 - SW1	3COM	3300 MX
STO DOMINGO	OFIC. REC.HUMANOS	CC3 - H2	NORTEL	BAY STACK 151 24 P
STO DOMINGO	OFIC. REC.HUMANOS	CC3 -SW3	NORTEL	BAY STACK 350-24T
STO DOMINGO	CONTAD.2 PISO OFIC.PROFES.	CC5 - H1	ACME(SUR CCOM)	SURCCOM 8 PTOS
STO DOMINGO	SALA WEB 1 PISO LADO CAFET.	CC6 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
STO DOMINGO	SALA WEB 1 PISO LADO CAFET.	CC6 - H2	ACME(SUR CCOM)	SURCCOM 16 PTOS
INGENIERIAS	DECANATURA FIET	CC2 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	DECANATURA FIET	CC2 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	LAB.TELEMATICA 3 PISO	CC3 - H1	3COM	PSHUB DUAL 500
INGENIERIAS	LAB.TELEMATICA 3 PISO	CC3 - H2	3COM	PSHUB DUAL 500
INGENIERIAS	LAB.TELEMATICA 3 PISO	CC3 - H3	3COM	3300 MX
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 424	CC1 - WS1	NORTEL	BAY STACK 350-24T
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 424	CC1 - H1	3COM	PSHUB 40

				24 P
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 424	CC1 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 424	CC1 - H3	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 424	CC1 - H4	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 424	CC1 - H5	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 424	CC1 - H6	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 424	CC1 - H7	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	LAB.SISTEMAS 2 - HIDRAULICA	CC11 - H1	ACME(DLIN K)	DLINK 24 PTOS
INGENIERIAS	LAB.SISTEMAS 2 - HIDRAULICA	CC11 - H2	ACME(DLIN K)	DLINK 24 PTOS
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 410	CC15 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 410	CC15 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	LAB.SISTEMAS 1 - HIDRAULICA	CC12 - H1	3COM	PSHUB 40 12 P
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 410	CC12 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	LAB.SISTEMAS 3 - HIDRAULICA		ACME(PLA NET)	DH 16-01
INGENIERIAS	4 PISO OFIC. 410		ACME(PLA NET)	DH 16-02
INGENIERIAS	SALA DE AUTOMATICA 3 PISO OFIC 311	CC13 - H1	DLINK	
INGENIERIAS	BIENESTAR UNIVERSITARIO	CC9 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	DEPTO DE FISICA 2 PISO	CC8 - H1	3COM	PSHUB 40 12 P
INGENIERIAS	DEPTO DE FISICA 2 PISO	CC8 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
INGENIERIAS	DEPTO DE FISICA 2 PISO	CC8 - H3	PLANET	DH 1601 16 P
INGENIERIAS	CDU	CC10 - H1	3COM	PSHUB 40 12 P
INGENIERIAS	SALA LABORATORIOS DE FISICA.1 PISO	CC7 - H1	3COM	PSHUB 50 24 P
EDUCACION	CUARTO FRIO SISTEMAS	CC1 - SW1	NORTEL	BAY STACK 28200
EDUCACION	CUARTO FRIO	CC1 - SW2	NORTEL	BAY STACK

	SISTEMAS			350-24T
EDUCACION	CUARTO FRIOSISTEMAS	CC1 - H1	3COM	PSHUB 50 24 P
EDUCACION	CUARTO FRIOSISTEMAS	CC1 - H2	3COM	PSHUB 50 24 P
EDUCACION	CUARTO FRIOSISTEMAS	CC1 - H3	TIGER STACK	3328T 24P
EDUCACION	CUARTO FRIOSISTEMAS	CC1 - H4	TIGER STACK	3328T 24P
INGENIERIAS	EDIFICIO LAB.(NEW)	CC16 - H1	NORTEL	BAY STACK 350-24T
EDUCACION	(BIBLIOTECA) OFIC.ING WILSON RIASCOS	CCBIBLIO - H1	SURCCOM	32 PTOS
EDUCACION	2 PISO OFICINA PROFESORES	CC2A - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
EDUCACION	2 PISO OFICINA PROFESORES	CC2A - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
EDUCACION	2 PISO OFICINA PROFESORES	CC2A - H3	3COM	PSHUB 40 24 P
EDUCACION	2 PISO OFIC. PROF.CONC.PEQUEÑ O	CC2B - H1	3COM	PSHUB 40 12 P
VRI	2 PISO OFIC.FRENTE ING JUAN CARLOS	CC1 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
VRI	2 PISO OFIC.FRENTE ING JUAN CARLOS	CC1 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
VRI	2 PISO OFIC.FRENTE ING JUAN CARLOS	CC1 - H3	PLANET	DH 2401
VRI	2 PISO OFIC.FRENTE ING JUAN CARLOS	CC1 - H4	ENCORE	16 PTOS
IPET	PROGRAMA ING DE SISTEMAS OFIC. 105	CC6 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
IPET	PROGRAMA ING DE SISTEMAS OFIC. 105	CC6 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
IPET	PROGRAMA ING DE SISTEMAS OFIC. 105	CC6 - H3	3COM	PSHUB 40 24 P
IPET	SALA SERVIDORES INTERNET	CC5 - SW1	NORTEL	ACCELAR 1200
IPET	SALA SERVIDORES INTERNET	CC5 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
IPET	SALA SERVIDORES INTERNET	CC5 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
IPET	SALA SERVIDORES INTERNET	CC5 - SW2	3COM	3300 MX
IPET	SALA SERVIDORES INTERNET	CC5 - SW3	NORTEL	BAY STACK 450-24T
IPET	SALA SERVIDORES	Lab	3COM	3300 MX

	INTERNET-lab			
IPET	SALA SERVIDORES INTERNET-lab	Lab	NORTEL	BAY STACK 302F
IPET	SALA SERVIDORES INTERNET-lab	Lab	NORTEL	BAY STACK 350-24T
MEDICINA	1 PISO SALA WEB AL LADO BILBIOTECA	CC1 - SW1	NORTEL	BAY STACK 302F
MEDICINA	1 PISO SALA WEB AL LADO BILBIOTECA	CC1 - H1	SURCCOM	16 PTOS
MEDICINA	1 PISO SALA WEB AL LADO BILBIOTECA	CC1 - H2	3COM	PSHUB 40 24 P
MEDICINA	1 PISO SALA WEB AL LADO BILBIOTECA	CC1 - H3	3COM	PSHUB 40 24 P
MEDICINA	1 PISO SALA WEB AL LADO BILBIOTECA	CC1	ACME	8 PTOS
MEDICINA	3 PISO AFUERA SALON DE PROFESORES	CC2 - H1	NORTEL	BAY STACK 150 24 P
MEDICINA	3 PISO AFUERA SALON DE PROFESORES	CC2	ACME	8 PTOS
CONTADURIA	SALA INFORMATICA 1 PISO	CC2 - H1	NORTEL	BAY STACK 150 24 P
CONTADURIA	SALA INFORMATICA 2 PISO	CC4 - H1	3COM	PSHUB 40 24 P
CONTADURIA	SALA INFORMATICA 2 PISO	CC4 - H2	NORTEL	BAY STACK 150 24 P
MEDICINA	SALA BIBLIOTECA	CC1-SW1	NORTEL	BAYSTACK 350 24 P

#### 4.3.3 Diagrama de conectividad entre los elementos de red intra-edificios e inter-edificios

Esta etapa es la más larga, dado que es necesario revisar cada uno de los armarios, los equipos que contienen y el esquema de conectividad entre cada uno de ellos, al igual que el esquema de conectividad entre armarios y edificios.

Los esquemas de conectividad deben ser totalmente fieles y es de crucial importancia la nomenclatura de nombrado, razón por la cual no se hará un levantamiento completo de esta

información en el campus de Unicauca, dado que la Red de Datos está realizando actualmente un trabajo de reorganización y certificación de centros de cableado, en donde también planea remplazar la antigua nomenclatura de nombrado por una más conveniente. Es de especial importancia notar que el desarrollo es genérico y tiene la capacidad de adaptarse a cualquier situación.

Para efectos de mostrar el procedimiento que se debe realizar, se tomará el núcleo de la red ubicado en el centro de cableado CC5 del edificio IPET y el edificio de Ingenierías.

En el edificio de Ingenierías existen 8 centros de cableado, de los cuales se mostrarán el CC1 a nivel intermedio, puesto que a través de él se establece el enlace con el núcleo de la red en el IPET, el CC2 de forma completa y de los demás se mostrarán únicamente las cascadas entre dispositivos y los enlaces con otros centros de cableado.

#### 4.3.3.1 Centro de cableado 5 – CC5

##### **Lista de Patch Panels:**

- PPFO 1 - Patch Panel de Fibra Optica de 24 pares
- CCP1 UTP de 48 puertos
- CCP2 UTP de 48 puertos
- CCP3 UTP de 48 puertos
- CCP4 UTP de 24 puertos

##### **Lista de Equipos**

- CC5-SW1

Accelar 1200 con un módulo 10/100 Base-TX de 16 puertos y un módulo 100 Base-FX de 8 puertos y fuente redundante.

- CC5-H1  
3Com PS Hub 40 de 24 puertos
- CC5-H2  
3Com PS Hub 40 de 24 puertos
- CC5-SW2  
3Com 3300 XM de 24 puertos
- CC5-SW3  
Nortel 450-24T de 24 puertos
- Enrutador Telecom  
Cisco 2509 -interfaces: Ethernet 0 y serial 0
- Enrutador Orbitel  
Cisco3600 –interfaces: Fast ethernet 0, CTRLR E1 0 y ATM 0
- RAS  
Ascend Max 6000 –interfaces: LAN UTP, Wan 1, Wan 2, Wan 3 y Wan 4
- Modem HDSL Telecom  
Pair Gain – HiGain – ETSI –interfaces: Data Port, HDSL Line
- PacketShaper  
PacketShaper 1500 –interfaces: Outside, Inside (Las dos son FastEthernet)

A continuación se muestra una tabla por cada equipo de este centro de cableado

#### 4.3.3.1.1 CC5-SW1: Accelar 1200

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
Módulo 10/100 Base-TX						
1	Directa	CC5-SW2-24		x		
2	Directa	CC5-SW3-24		x		
3	X	X	x	x	x	x
4	X	X	x	x	x	x
5	CCP4-1	Proxy 211 – interna			Dabravo	
6	CCP3-11	Afrodita			Dabravo	
7	Directa	Enrutador telecom-ethernet0				
8	CCP4-4	Proxy 211 – real			Dabravo	
9	CCP3-44	Idapserver			Dabravo	
10	CCP3-34	Acuario – interna			Dabravo	
11	CCP3-42	Proxy 212 – interna			Dabravo	
12	CCP3-10	Atenea interna -			Dabravo	
13	CCP3-27	akane			Dabravo	
14	Directa	inside				
15	CCP3-12	Afrodita			Dabravo	
16	X	x	x	x	x	x
Módulo 100 Base-FX						
1	PPFO1-11	Lab. Física		x		
2	PPFO1-2	El carmen 1		x		
3	PPFO1-3	El carmen 2		x		
4	PPFO1-5	Física		x		
5	PPFO1-8	Sistemas		x		
6	PPFO1-13	Medicina		x		
7	PPFO1-16	Ingeniería – CC1-PPFO02		x		
8	Sin conexión	-	-	-	-	-

4.3.3.1.2 CC5-SW2: 3Com 3300 XM

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
1	Sin conexión	-	-	-	-	-
2	CCP3-40	Odin			Dabravo	
3	CCP3-1	akira			Santiagp	
4	CCP3-19	sin uso	-	-	-	-
5	CCP3-37	hercules-externa			Dabravo	
6	CCP3-5	Sin uso	-	-	-	-
7	CCP1-23	PC salaweb			Martinez	
8	CCP1-24	PC salaweb			Martinez	
9	CCP3-38	hercules-interna				
10	Sin conexión	-	-	-	-	-
11	CCP3-28	Sun9				
12	CCP3-43	Sin uso				
13	CCP3-23	Titan				
14	CCP3-24	Kenshin				
15	Directa	HubIng0501		X		
16	Directa	HubIng0501		X		
17						
18	CC14			X		
19	Geotecnia			X		
20	CC6			X		
21	CC6			X		
22	CC6			X		
23	CC6			X		
24	Core-1		X			

#### 4.3.3.1.3 CC5-SW3: Nortel BayStack 450-24T

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
1	Directa	CC5-SW-1	X			
2	CCP3-45	Rh9			Dabravo	
3	CCP4-3	Sin conexión	-	-	-	-
4	CCP3-46	Rh9			Dabravo	
5	CCP4-2	Sin conexión	-	-	-	-
6	CCP1-5	PC salaweb			martinez	
7	Sin conexión	-	-	-	-	-
8	CCP3-41	Proxy 212 – externa			dabravo	
9	CCP3-13	Sin uso	-	-	-	-
10	CCP3-9	Atenea – externa			dabravo	
11	CCP3-20	Nameless			mlara	
12	Sin conexión	-	-	-	-	-
13	CCP3-33	Acuario – externa			dabravo	
14	Sin conexión	-	-	-	-	-
15	CCP3-2	Kerrigan			santiago	
16	CCP3-38	Sin uso	-	-	-	-
17	CCP3-16	Merlin			hejurado	
18	Sin conexión	-	-	-	-	-
19	CCP3-37	Sin uso	-	-	-	-
20	Sin conexión	-	-	-	-	-
21	CCP3-36	Ceres			Dabravo	
22	Sin conexión	-	-	-	-	-
23	Sin conexión	-	-	-	-	-
24	Sin conexión	-	-	-	-	-

4.3.3.1.4 CC5-H1: 3Com PS Hub 40

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
24	directa	CC5-SW2	X			

4.3.3.1.5 CC5-H2: 3Com PS Hub 40

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
24	directa	CC5-SW2	X			

4.3.3.1.6 Enrutador Telecom: Cisco 2509

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
Ethernet 0	directa	CC5-SW1-7				
Serial 0	directa	Modem Telecom- DataPort				

4.3.3.1.7 Modem Telecom: Pair Gain - HiGain

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
Data port	directa	Enrutador telecom				
Hdsl Line	Directa	Par de telecom				

4.3.3.1.8 RAS: Ascend Max 6000

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
LAN UTP	directa	CC5-SW1-18				
WAN 1	Directa	Enrutador Emtel- CTRLR-E1-0				

4.3.3.1.9 Gestor de Ancho de Banda: Packet Shaper 1500

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
Inside	Directa	CC5-SW1-14				
Outside	Directa	Enrutador emtel – Fast Ethernet 0				

#### 4.3.3.1.10 Enrutador Orbitel: Cisco 3600

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	Uid	Dañado
Fast Ethernet 0	directa	Gestor de ancho de banda - Outside				
CTRLR E1 0	directa	RAS - Wan 1				
ATM 0	Directa	Red Metropolitana Emtel				

Para el centro de cableado CC2 se muestra la siguiente información:

#### 4.3.3.2 Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 2 – CC2

##### Lista de Patch Panels:

- PP 1
- Patch Panel UTP 16 puertos
- Patch Panel UTP 48 puertos

##### Lista de Equipos

- Hub01  
3Com PS Hub 40 de 24 puertos
- Hub02  
3Com PS Hub 40 de 24 puertos

#### 4.3.3.2.1 Hub01: 3Com PS Hub 40

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
1	PP2-1	PC			Salas tx -sx	
2	PP2-2	PC			Salas tx -sx	
3	PP2-3	PC			Salas tx -sx	
4	PP2-4	PC			Salas tx -sx	

5	Sin conexión					
6	PP2-7	PC			Salas tx – sx	
7	PP2-8	PC			Salas tx – sx	
8	PP2-9	PC			Salas tx – sx	
9	PP2-10	PC			Salas tx – sx	
10	PP2-11	PC			Salas tx – sx	
11	PP2-12	PC			Salas tx – sx	
12	PP2-13	PC			Salas tx – sx	
13	PP2-14	PC			Salas tx – sx	
14	PP2-15	PC			Salas tx – sx	
15	PP2-16	PC			Salas tx – sx	
16	PP2-17	PC			Salas tx – sx	
17	PP2-18	PC			Salas tx – sx	
18	PP2-19	PC			Salas tx – sx	
19	PP2-20	PC			Salas tx – sx	
20	PP2-21	PC			Salas tx – sx	
21	PP2-22	PC			Salas tx – sx	
22	PP2-23	PC			Salas tx – sx	
23	Directa	HUB2-24		x		
24	PP1-15	P4-24-CC1	x			

#### 4.3.3.2.2 Hub02: 3Com PS Hub 40

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
1	PP2-25	PC			Salas tx – sx	
2	PP2-26	PC			Fjpino	
3	PP2-28	PC			Salas tx – sx	
4	PP2-29	PC			Hharvi	

5	PP2-30				Salas tx – sx	
6	PP2-32	PC			Salas tx – sx	
7	PP2-34	PC			Salas tx – sx	
8	PP2-36	PC			Znova	
9	PP2-38	PC			Mbonilla	
10	PP2-40	PC			Haydee	
11	PP2-44	PC			Salas tx – sx	
12	PP2-45	PC			Salas tx – sx	
13	PP2-46	PC			Salas tx – sx	
14	PP2-47	PC			Salas tx – sx	
15	PP2-48	PC			Salas tx – sx	
16	Sin conexión					
17	Sin conexión					
18	PP2-5	PC			Salas tx – sx	
19	Sin conexión					
20	Sin conexión					
21	PP1-12	PC			Salas tx – sx	
22	Directa	PC			Salas tx – sx	
23	PP2-24	PC			Salas tx -sx	
24	Directa	HUB1-23	x			X

Para los centros de cableado CC1, CC3, CC3B, CC4, CC11 y CC12 la información no incluye los destinos de los puntos de red.

#### 4.3.3.3 Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 3 – CC3

##### **Lista de Patch Panels:**

- PP1 UTP 48 puertos
- PP2 UTP 48 puertos

##### **Lista de Equipos**

- Switch01  
3Com 330XM de 24 Puertos
- Hub01  
3Com PS Hub 40 de 24 puertos
- Hub02  
3Com PS Hub 40 de 24 puertos

##### 4.3.3.3.1 *Switch01: 3Com 330XM*

<b>Puerto</b>	<b>Conexión</b>	<b>Destino</b>	<b>Uplink</b>	<b>Downlink</b>	<b>uid</b>	<b>Dañado</b>
24	PP2-47		x			
3	directa	Hub01-24		X		
5	Directa	Hub02-24		X		

##### 4.3.3.3.2 *Hub01: 3Com PSHUB40*

<b>Puerto</b>	<b>Conexión</b>	<b>Destino</b>	<b>Uplink</b>	<b>Downlink</b>	<b>uid</b>	<b>Dañado</b>
24	directa	Switch01-3		X		

#### 4.3.3.3 Hub02: 3Com PSHUB40

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
24	directa	Switch01-5		X		

#### 4.3.3.4 Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 3B – CC3B

##### Lista de Patch Panels:

- PP1 UTP 48 puertos

##### Lista de Equipos

- Hub01  
3Com Hub500 de 12 puertos
- Hub02  
3Com Hub500 de 12 puertos

##### 4.3.3.4.1 Hub01: 3Com Hub500 de 12 puertos

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
12	PP1-47	CC1-PP4-11	x			

##### 4.3.3.4.2 Hub02: 3Com Hub500 de 12 puertos

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
12	PP1-48	CC1-PP4-12	x			

#### 4.3.3.5 Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 11 – CC11

##### Lista de Patch Panels:

Ninguno

### Lista de Equipos

#### 4.3.3.5.1 Hub01: D-LINK 3300

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
1	directa	CC2	X			

#### 4.3.3.5.2 Hub02: D-LINK 3300

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
1	directa	CC2	X			

#### 4.3.3.6 Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 12 – CC12

### Lista de Patch Panels:

- PP1 UTP 32 Puertos

### Lista de Equipos

#### 4.3.3.6.1 Hub01: PLANET

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
1	PP1-31	CC2	X			

#### 4.3.3.7 Edificio de Ingenierías - Centro de Cableado 4 – CC4

### Lista de Patch Panels:

- PP1 UTP 24 puertos
- PP2 UTP 12 puertos
- PP3 UTP 12 puertos

## Lista de Equipos

- Hub01  
3Com PSHUB40 de 24 puertos
- Hub02  
3Com PSHUB40 de 24 puertos

### 4.3.3.7.1 Hub01: 3Com PSHUB40 de 24 puertos

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
24	PP2-13	CC1-PP2-43	x			

### 4.3.3.7.2 Hub02: 3Com PSHUB40 de 24 puertos

Puerto	Conexión	Destino	Uplink	Downlink	uid	Dañado
24	directa	Hub01-23	x			

Para el estudio de caso, la información recopilada es suficiente, con la cual es posible hacer una primera aproximación a la implantación de la aplicación de gestión para la Universidad del Cauca. La recopilación de la información del resto de sitios con sus respectivos edificios será una actividad posterior a los trabajos de reorganización que adelanta la Red de Datos.

### **4.3.4 Obtener los planos digitalizados de cada uno de los pisos de todos los edificios que componen el Campus Universitario**

Los planos se consiguieron en formato de Autocad a través del Área de Infraestructura de Red de la Red de Datos de Unicauca, los cuales se convirtieron en formato SVG y se comprimieron para obtener el formato SVGZ.

#### **4.4 Personal del área de Infraestructura de red**

Actualmente la Red de Datos de Unicauca cuenta con un área dedicada al soporte de la red física, el Área de Infraestructura de Red, cuyo recurso humano lo componen, un Ingeniero, un técnico de cableado estructurado y diez monitores de soporte técnico. Estas personas serán las responsables del uso de la aplicación de gestión de la red.

Con la información suministrada hasta aquí es posible empezar a llevar la infraestructura de la red de área local de Unicauca a la aplicación de gestión, el trabajo que demandará este proceso será cubierto por los monitores de la Red de Datos y por personas que realizan pasantía en esta dependencia una vez que se hayan definido cuestiones como la nomenclatura de nombrado, entre otras.

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La creciente importancia de la calidad del servicio en las redes de datos, ubica su gestión como uno de los objetivos primordiales dentro de una organización. La permanente evolución de las redes de datos tanto en diseño, topología y tecnología, hace muy difícil establecer un entorno de gestión que sea compatible con la mayoría de ellas. El advenimiento de nuevas estrategias de gestión de dispositivos por parte de las empresas que los manufacturan, (siempre tratando de obtener máxima eficiencia), exige a las herramientas usadas para realizar esta tarea una flexibilidad única que solo se logra integrando diferentes tecnologías que provean facilidad, robustez y eficiencia. La combinación que se logró usando lenguajes de última generación (SVG, JAVA) con SNMP e introduciendo conceptos de sistemas de información geográficos, supera las expectativas iniciales del proyecto, obteniendo como resultado, una herramienta “completa” para la gestión de redes.
- Hay varios factores que determinan la plataforma tecnológica sobre la cual se puede planear el desarrollo de un proyecto, entre estos está la portabilidad, la seguridad y la robustez del entorno de desarrollo. La tecnología Java ofrece una arquitectura acorde con estos factores, además, las especificaciones JSP y Servlets expanden su potencialidad para el Web, motivos por los cuales, fue elegida para el desarrollo de este proyecto.
- SVG es el futuro de los gráficos interactivos vía web, por su asombrosa facilidad de escritura, además de la compenetrada relación existente con los lenguajes de script. El hecho de que sea una especificación del W3C, lo hace garantía de que recibe el apoyo de grandes e importantes empresas que lideran el sector de tecnologías de información a nivel mundial como IBM, Adobe,

Microsoft etc. Las posibilidades son muchas y a manera de recomendación, deben ser exploradas más a fondo dentro de los trabajos de investigación que se llevan a cabo en la FIET

- El protocolo SNMP sigue siendo el estándar de facto para la gestión de dispositivos de red. El soporte para su versión 1 está integrado en la gran mayoría de dispositivos de red existentes en el mercado a diferencia de versiones posteriores que solo están integradas a los dispositivos más nuevos y potentes. Esta “universalidad” de la versión 1 provee de altas capacidades de gestión a los sistemas que las usan, aunque carecen de cualquier tipo de encriptación, haciendo susceptible a los elementos de violaciones de seguridad
- La asimilación de conceptos de otras áreas de conocimiento, como lo son los sistemas de información geográfico, le agregan una nueva dimensión a las clásicas herramientas de gestión, permitiendo que el usuario interactúe con interfaces mucho más amigables, concretas y sencillas que las anteriormente usadas.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- MENA PALACIOS, Miguel Angel. Introducción a los sistemas de información geográfica “SIG”. Popayán: Universidad del Cauca. 1997. 300p.
- BOSQUE, Joaquin. ESCOBAR, Francisco. GARCIA, Ernesto. SALADO, Jesús. Sistemas de información geográfica. Madrid España. Editorial RA-MA 1994. 471p.
- ITU-T , Recomendación M3010
- <http://www.geocon.hn/sig.htm>
- <http://gis.cbs.gov.il/imgs/clali2.gif>
- <http://geneura.ugr.es/~maribel/xml/introduccion/index.shtml>
- <http://www.adobe.com/svg/overview/svg.html>
- <http://www.linuxfocus.org/Castellano/July2000/article159.shtml>
- <http://developer.java.sun.com/developer/onlineTraining/JSPIntro/contents.html>
- <http://www.cisco.com/warp/public/535/3.html>
- [http://fesabid98.florida-uni.es/Comunicaciones/f\\_santamaria/f\\_santamaria.htm](http://fesabid98.florida-uni.es/Comunicaciones/f_santamaria/f_santamaria.htm)
- [http://www.mundofree.com/joanmmas/Diseno\\_grafico/Galeria/SVG/svg.html](http://www.mundofree.com/joanmmas/Diseno_grafico/Galeria/SVG/svg.html)
- <http://www.desarrolloweb.com/articulos/871.php?manual=29>
- <http://www.kevlindev.com/tutorials/basics/index.htm>
- Información y planos en papel de la infraestructura de la red obtenidos de los archivos de la red de datos de la Universidad del Cauca.