

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA
GRÁFICA PARA LA CONFIGURACIÓN REMOTA DE UNA VPN
CON ROUTERS CISCO**

Tesis para optar por el Título de Ingeniero Informático, que
presenta el bachiller:

Eduardo Alva Maldonado

ASESOR: Daly Scaletti, Corrado Pablo Guillermo

Lima, 26 de Agosto del 2013

Resumen

En la última década, con el avance de la tecnología, Internet y las telecomunicaciones han hecho que las grandes empresas e inclusive las pymes hayan cambiado su forma de trabajar. En la actualidad, las empresas quieren expandir sus mercado, por ello ubican sus locales en distintos distritos, provincias y/o departamentos, lo cual se vislumbra la necesidad de poder mantener una comunicación segura, confiable, rápida y lo que es aún más importante a un costo regular, entre todos los locales de una misma empresa con el fin de compartir información importante como precios de producto, balances y otra información que pueda ser crítica.

Ante este problema existen soluciones que permitan la comunicación entre locales; la más común y que se usa constantemente es la del uso de Internet para envío de información, el cual no siempre brinda el nivel de seguridad que la empresa requiera. También, se pueden adquirir servicios dedicados a conexión entre locales a un proveedor, pero estos son muy caros y el precio se multiplica por la variables de número de locales y distancia entre los mismos; por tanto para poder mantener una comunicación segura, confiable, rápida y a un costo no excesivo, es necesario buscar nuevas alternativas de intercomunicación entre locales que cumplan con estas características.

Una solución viable es la del uso de una Red Privada Virtual o VPN (Virtual Private Network) que permita a las empresas crear su propia red privada permitiendo conectar a los locales; sin embargo, realizar esto requiere de un conocimiento avanzando en la configuración de equipos (routers), ya que podría resultar un problema para un usuario en general si deseará realizarlo por su cuenta. Por tal motivo, que se suele, usualmente, contratar a una empresa tercera (comúnmente el proveedor que nos brinda el servicio de internet) para que realice esta configuración, incurriendo en un gasto.

Es por ello, que el siguiente proyecto busca desarrollar e implementar un herramienta gráfica que permita crear una VPN (Red Privada Virtual), usando la tecnología IOS de Cisco DMVPN, entre dos o más locales de forma rápida y sencilla; esto siempre y cuando cada local posea una salida a internet a través de un router Cisco de la serie 800 o superior. Esta herramienta le permitirá al usuario

ingresar la información mínima necesaria para la configuración de VPN sobre una interfaz gráfica y amigable, haciendo fácil su comprensión para luego realizar la configuración de la VPN internamente sin complicar al usuario.

Dedicado a:

A mis padres por su ejemplo,
y a las personas que nunca
se rinden antes las dificultades.

Agradecimientos:

A mis padres, a mi asesor, a mis profesores
y a mis amigos quienes me apoyaron
en todo mi ciclo universitario.

ÍNDICE

1. Generalidades	9
1.1. Definición de problema	9
1.2. Marco conceptual	10
1.2.1. Router	11
1.2.2. VPN (Virtual Private Network)	12
1.2.3. DMVPN (Dynamic Multipoint)	14
1.2.4. IPSec	15
1.3. Estado del arte.....	17
1.3.1. Kiwi CatTools.....	17
1.3.2. Gestor de configuración de red Orion (Orion NCM – Orion Network Configuration Management)	18
1.3.3. Herramienta de Configuración Web Cisco (CRWS - Cisco Router Web Setup Tool)	20
1.3.4. Asistente de Red Cisco (Cisco Network Assistant)	22
1.4. Plan de proyecto.....	23
1.4.1. Metodología Scrum.....	23
1.4.2. Adaptación de la Metodología Scrum al Proyecto.....	29
1.5. Estimación inicial de tiempo del proyecto.....	30
1.6. Descripción y sustentación de la solución	32
2. Análisis	34
2.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución.....	34
2.2. Identificación de requerimientos	36
2.2.1. Requerimientos funcionales	36
2.2.2. Requerimientos no funcionales	38
2.3. Análisis de la solución	39
2.3.1. Análisis de la viabilidad del sistema	39
2.3.2. Análisis técnico.	39
2.3.3. Análisis Económico.....	42
3. Diseño.....	44
3.1. Arquitectura de la solución.	44
3.1.1. Descripción del esquema tecnológico de trabajo.	46
3.1.2. Patrón arquitectónico a utilizar	46
3.1.3. Esquema de Seguridad	47
3.2. Diseño de la interfaz gráfica.	48
3.2.1. Estructura de la interfaz gráfica.	48
3.2.2. Tipos de interfaces visuales	49
3.2.3. Diseño de la interfaz gráfica.	50
4. Construcción.....	53
4.1. Construcción.....	53
4.1.1. Configuración básica de una VPN.....	53
4.1.2. Lenguaje de programación e IDE seleccionado	56
4.1.3. Librerías.....	57
4.1.4. Ambiente de uso de la herramienta	57
4.2. Pruebas	58
4.2.1. Tipo de prueba a utilizar	58
4.2.2. Lista de pruebas	58
4.2.3. Resultados de las pruebas.	60
5. Observaciones, conclusiones y recomendaciones.....	64
5.1. Observaciones.....	64
5.2. Conclusiones	65
5.3. Recomendaciones	65
REFERENCIAS	67

Índice de Figuras

Figura 1.1 Ejemplo de entradas de enrutamiento de un router A.....	12
Figura 1.2 Topología de una VPN general.....	14
Figura 1.3 Topología de una DMVPN	16
Figura 1.4 Ejemplo de la pantalla de Kiwi CatTools para la configuración de un equipo Cisco.....	18
Figura 1.5 Ejemplo de la pantalla de Orion NCM para la configuración de un dispositivo de red.	21
Figura 1.6 Ejemplo de la pantalla del CWRS para la configuración de un Router Cisco.	22
Figura 1.7 Ejemplo de una pantalla de Cisco Assistant para la vista centralizada de una red	23
Figura 1.8 Elementos del Scrum	25
Figura 1.9 Etapas del Scrum.....	29
Figura 2.1 Complejidad en un proyecto de desarrollo de software [TRG, 2012].....	35
Figura 3.1 Arquitectura de la herramienta a desarrollar	45
Figura 3.2 Complejidad en un proyecto de desarrollo de software	47
Figura 3.3 Estructura de Interfaz	49
Figura 3.4 Agrupación de componentes del mismo tipo	51
Figura 3.5 Simetría de componentes	52
Figura 4.1 Topología de una VPNN entre dos puntos.....	54

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Estimación del inicial del proyecto.....	30
Tabla 2.1 Requerimientos funcionales del proyecto.....	36
Tabla 2.2 Requerimientos no funcionales del proyecto.....	38
Tabla 2.3 Análisis de viabilidad del proyecto.....	39
Tabla 2.4 Comparación de lenguajes de programación.....	40
Tabla 2.5 Comparación de Base de Datos.....	40
Tabla 2.6 Comparación de control de versiones.....	41
Tabla 2.7 Análisis económico.....	43
Tabla 4.1 Librerías de Java a utilizar.....	57
Tabla 4.2 Listado de pruebas a realizar.....	59
Tabla 4.3 Lista de resultados de las pruebas.....	62

1. Generalidades

1.1. Definición de problema

En la última década con el avance de la tecnología, el Internet y las telecomunicaciones han hecho que las no sólo las grandes empresas sino también las pymes hayan cambiado su mentalidad. En la actualidad, ya casi no hay empresa que piense no en un mercado regional o nacional. Esto ha ocasionado que la mayoría de empresas actualmente cuentan con más de un local repartidas en distintos distritos, provincias y departamentos, sin embargo esta expansión también saca a la luz una necesidad. Como lo es el hecho de poder mantener una comunicación segura, confiable, rápida y —lo que es más importante— a un costo regular, entre todos los locales de una misma empresa con el fin de compartir información importante como precios de producto, balances y otra información que pudiera ser crítica.

Existen soluciones para la comunicación entre locales; la más común es la del uso de internet para envío de información, pero éste no da la seguridad que uno quiere. También, se pueden adquirir servicios de un proveedor para la conexión entre locales, pero éstos son muy caros y el precio se multiplica por la variables de

número de locales y distancia entre los mismos; por lo tanto, para poder mantener una comunicación segura, confiable, rápida y a un costo no excesivo, es necesario buscar nuevas alternativas de intercomunicación entre locales que cumplan con estas características.

El uso de una Red Privada Virtual o VPN (Virtual Private Network) permite a las empresas crear su propia red privada logrando conectar a los locales y brindándonos la ventajas de seguridad e integridad de la información al ser transmitida, con velocidad y calidad durante la transmisión, y el costo reducido en comparación a lo mencionado previamente; sin embargo, es muy importante conocer los pasos y requisitos para la implementación de este tipo de comunicación, por lo que resulta un problema para el usuarios en general, ya que su configuración es compleja y tediosa, puesto que se necesitan conocimientos avanzados en configuración de routers, en especial de la marca Cisco cuyo uso es el más extendido en el mercado y no existe ninguna herramienta que permita poder realizar esta configuración de forma sencilla y/o amigable (esto se debe a que establecer una conexión entre una herramienta gráfica, un router, así como el envío y recepción de información entre los mismos requiere de una programación especial y cuidadosa en la herramienta para poder conectarse a un puerto del router e interpretar la información que fluye a través del mismo). Por tal motivo, se suele usualmente contratar a una empresa tercera (comúnmente viene a ser el proveedor que brinda el servicio de internet) para que realice esta configuración, incurriendo la empresa en un gasto mayor por falta de conocimientos. Pero esto, puede llegar a convertirse en un problema en el futuro, ya que nos vuelve dependientes de la empresa que configuró la comunicación entre locales y por tanto puede generar problemas y/o retardos en ocasiones, un ejemplo de ello es cuando el usuario desea agregar un nuevo local a su red de comunicación o mudar un local a otra ubicación, para ello va a tener que solicitar una reunión y/o citas con el proveedor del servicio para realizar la configuración necesaria esperando su confirmación. Y a todo esto se le suma la mala atención al cliente por parte de las empresas de telecomunicaciones en nuestro país.

1.2. Marco conceptual

En este punto se explicarán conceptos que ayudarán a la comprensión de la importancia, utilidad de elementos y técnicas de intercomunicación sobre los cuales se implementará la herramienta.

1.2.1. Router

Un router es un dispositivo de red, el cual es similar a una computadora, además se puede considerar como el equipo más importante en la creación de una Red, porque de él dependerá la comunicación entre los distintos segmentos de red, como también la salida a internet y/o WAN.

Los componentes del router son:

- CPU
- RAM
- NVRAM
- Sistema Operativo IOS.

Importancia del uso de router en la red

Seguramente, muchas personas no están al tanto de la presencia de una gran cantidad de routers en su propia red o en Internet. Los usuarios esperan poder acceder a direcciones web, correo electrónico, escuchar música online y muchas otros servicios de internet sin importar si el servidor es local o WAN. Sin embargo, el router es quien se encargará de realizar estas peticiones a servidores y para ello se encargará de enviar información desde el origen que podría ser un usuario entrando a su correo electrónica hasta el destino que vendría ser un servidor web solicitando permiso para logearse.

El router es el encargado de conectar muchas redes y para ello cuenta con interfaces que se encuentran asociadas a una dirección IP; es decir, que cuando recibe un paquete por una interfaz decide que interfaz usará para enviar el paquete a su red de destino o enviarla a otro router que usa para alcanzar la red de destino.

Una de las grandes utilidades que posee el router es que nos permiten conectar una red local (LAN) con la red WAN a través de las interfaces. Siendo por lo general

las LAN redes Ethernet que componen dispositivos como PCs, impresoras y servidores, y las WAN redes remotas de un área geográfica extensa. Un ejemplo que comúnmente sucede es el uso de una PC (viene a ser la LAN) para conectarse a página en internet (viene a ser la WAN).

Determinación de la mejor ruta

La principal función de un rotuer es de redirigir los paquetes de su origen a su destino, pero determinando la mejor ruta para su envío.

Para realizar esta tarea el router posee una tabla de enrutamiento que le ayuda a determinar la mejor ruta. Para ello, cuando un router recibe un paquete revisa su dirección IP de destino y en base a su tabla de enrutamiento busca la mejor coincidencia para enviar el paquete. Una vez encontrado la mejor coincidencia, encapsula el paquete en la trama de enlace de datos de la interfaz de salida para luego ser enviado. Esto se puede ejemplificar en la siguiente figura 1.1, donde se visualiza las entradas de enrutamiento de un router.

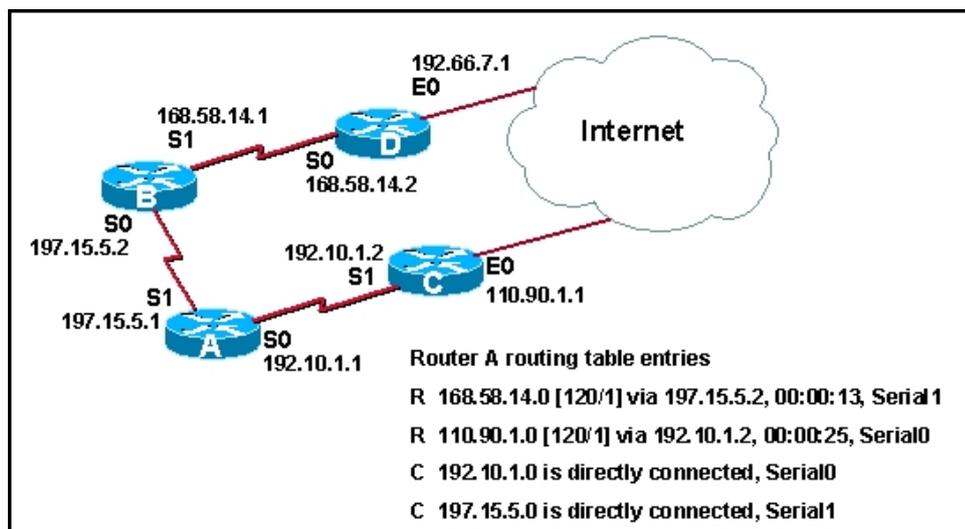


Figura 1.1 Ejemplo de entradas de enrutamiento de un router A.

1.2.2. VPN (Virtual Private Network)

Es un servicio de red privada que es creado sobre una infraestructura de red pública (en otras palabras Internet). Sus dos principales características son, virtual y privada. Y una de las razones del uso de VPNs está el ahorro en el costo, ya que esto es una alternativa a la interconectividad a través de líneas dedicadas.

Tecnologías de VPN

En si una VPN es la conexión entre dos puntos sobre una red pública para formar una conexión lógica, por lo que lo que la conexión lógica podría realizarse de dos formas: a través de la capa 2 y la capa 3 del modelo OSI. Por lo tanto, las tecnologías de VPN pueden ser clasificadas como modelo Layer 2 VPNs (ATM y Frame Relay) y modelo Layer 3 VPNs (GRE, L2TP, MPLS e IPsec).

Segunda capa del VPN

Modelo de VPNs que opera sobre la capa 2 del modelo OSI que además son de punto a punto y logran establecer una conexión entre sitios distintos sobre un circuito virtual. Circuito virtual se refiere a una conexión de extremo a extremo entre dos puntos destino en una red. Este circuito virtual es configurado de extremo a extremo y usualmente se le conoce como PVC.

Entre los más destacados modelos de Layer 2 VPN's se encuentran ATM y Frame Relay porque pueden ofrecer una conectividad entre dos lugares (site-to-site) a una corporación configurando los circuitos virtuales a través de una red troncal (Internet).

Tercer capa del VPN

Modelo de VPN's que pueden utilizar el protocolo de point-to-point para conectar dos sitios usando GRE y IPsec VPNs o también establecer una conexión any-to-any usando MPLS VPN's.

Tuneles GRE

GRE o encapsulación de enrutamiento genérico fue un protocolo creado por Cisco. Este tipo de túnel consiste en que cada punto de la conexión posea una IP pública fija que puede ser brindada por tu proveedor de internet, con el fin de poder levantar el túnel GRE entre los puntos de la conexión.

MPLS VPNs

Es un tipo de VPN que te ofrece la flexibilidad de crear arbitrariamente topologías entre los puntos de VPN; es decir, si tiene 3 puntos y si se desea agregar uno más, la configuración requerida sería en este punto y no en los demás, a diferencia de GRE que requeriría una configuración en todos los puntos.

IPsec VPNs

Es un tipo de VPN que permite encriptar información para protegerla. Para ello, utilizamos el servicio de IPSec que nos permite autenticar, integrar, controlar accesos y dar confidencialidad. Con ésto, la información que se intercambia entre puntos de VPN puede ser verificada y encriptada.

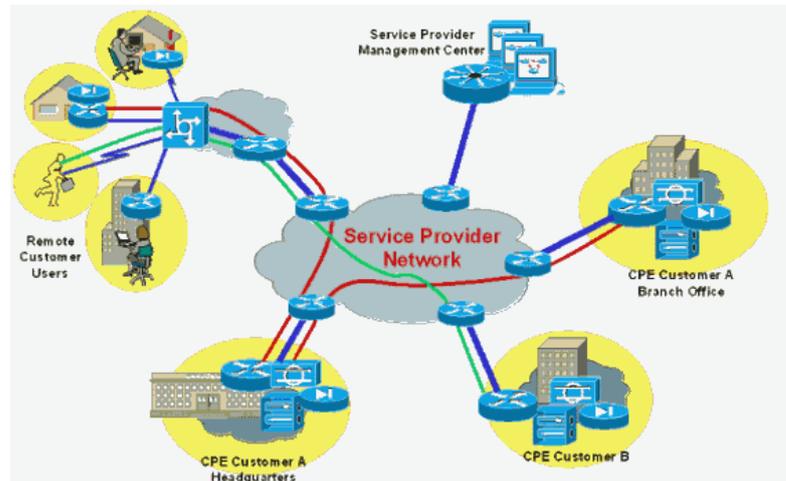


Figura 1.2 Topología de una VPN general

1.2.3. DMVPN (Dynamic Multipoint)

Es una propuesta realizada por Cisco para la creación de un VPN usando IPSec. La arquitectura que utiliza es centralizada para poder proporcionar una fácil implementación y administración. Además, permite la conexión directa entre sucursales a través de la WAN o Internet, como cuando utilizan los servicios de voz sobre IP y todo a través de redes VPN IPSec, lo que mejora el rendimiento de la red y da seguridad de conexión.

El DMVPN en si es una solución de software usada para la creación de VPN's IPSec + GRE de una forma sencilla, dinámica y escalable. Su solución involucra tecnologías ya probadas como:

Interfaz Multipunto de túneles GRE

Tecnología que se basa DMVPN para obtener un interfaz único para trabajar con múltiples GRE e IPSec, simplificando el tamaño y complejidad de la configuración.

Los componentes de una solución DMVPN son:

Multipunto GRE

Sirve para la creación de un interfaz de uno a muchos en la creación de túneles hub-and-spoke (similar a una topología de estrella donde hub es el centro y spoke un punto remoto). Además, utiliza un servicio de multiacceso a la red (NBMA) y puede soportar difusión y multidifusión (multicast & broadcast).

Protocolo de resolución Next-Hop (NHRP)

Es un protocolo de resolución de direcciones inversa que es utilizado por el router conectado a una NBMA (red de múltiple acceso) para determinar la dirección del siguiente NBMA. Esta dirección es llamada NHS (Servidor del próximo salto), la cual debe estar pre-configurada en los routers de los puntos remotos.

Entre los beneficios de DMVPN encontramos:

- **Aumenta la flexibilidad empresarial:** Permite evitar interrupción de aplicaciones críticas que se encuentren ejecutándose a través de la incorporación de rutas con normas basadas en IPSec.
- **Disminuye la complejidad de la Implementación:** Permite usar una configuración zero-touch (framework que permite la configuración remota de componentes de la red), lo que reduce la complejidad de la implementación de VPNs.
- **Disminuir gastos operativos:** Permite reducir costo de transmisión de datos, integración de voz y video con seguridad VPN.
- **Simplifica la comunicación entre puntos de un VPN:** Permite la comunicación directa entre puntos de un VPN para aplicaciones de negocio como voz y video, disminuyendo la latencia y aumentando el rendimiento.

1.2.4. IPSec

Es un protocolo que nos brinda servicios de seguridad en tráfico de información a través de la red, permitiendo a una empresa conectarse con sus sucursales y usuario remotos de forma segura. En sí, esto es un conjunto o colecciones de protocolos de seguridad definidos por el grupo de trabajo IPSec en el IETF (Internet Engineering Task Force).

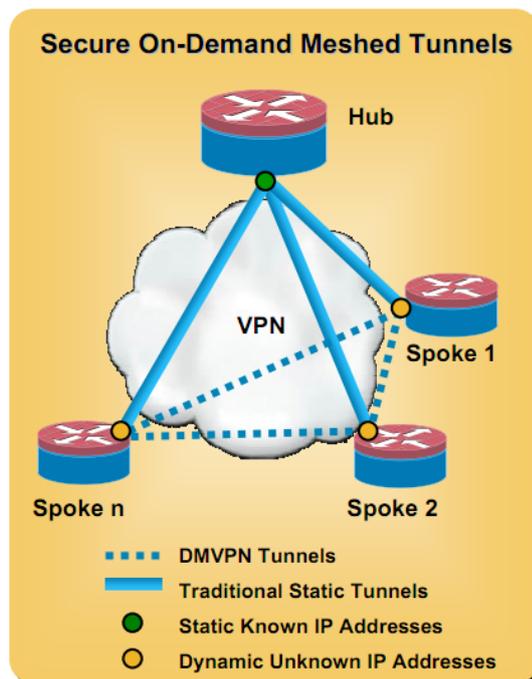


Figura 1.3 Topología de una DMVPN

La arquitectura y componentes fundamentales de IPSec son:

- **Protocolos de Seguridad:** Usados para la autenticación de cabecera en el datagrama IP de origen y seguridad de encapsulamiento de los paquetes que se envían.
- **Gestión de claves:** Necesidad de protocolos de seguridad como ISAKMP IKE, SKEME.
- **Algoritmos:** Creados para la encriptación y autenticación.

La interacción entre estos componentes IPSec es muy entrelazada de forma que es complicado tratar de entender algunos de ellos sin conocer otros.

Entre los principales beneficios que nos brinda IPSec se encuentran:

- **Mejorar la eficiencia de las empresas:** Nos permite reducir costos referentes al despliegue y gestión mediante el uso único estándar (protocolo IPSec) que además nos brinda una solución de comunicaciones seguras.

- Obtener compatibilidad con las cambiantes necesidades empresariales: Nos permite extender nuevas aplicaciones en lugares remotos apoyándonos en aplicaciones de datos, voz, video y multimedia.
- Controlar el acceso a los recursos: Nos permite impedir el acceso no autorizado a los activos de información, gestionando esto a través de los controles de acceso.
- Aumentar la productividad de los trabajadores: Permite que los trabajadores pueden tener un acceso seguro en cualquier lugar y momento a los recursos de la empresa.

1.3. Estado del arte

Actualmente existen herramientas gráficas que permiten configurar router Cisco, dentro de las cuales tenemos:

1.3.1. Kiwi CatTools

Es una aplicación gráfica que permite la administración y configuración de dispositivos (routers, firewalls y conmutadores) en red, de una forma más rápida y eficiente. Para ello, usa máquinas de procesamiento por lotes, para que una vez instalados los dispositivos, se pueda administrar configuraciones, hacer copias de seguridad de configuración, generar informes de configuración y comparar la configuración de puesta en marcha y funcionamiento (el startup configuration y el running configuration en un router por ejemplo) [KCT, 2011]. Entre sus principales características se encuentran:

- Soporta compatibilidad con cerca de 60 diferentes tipos de dispositivos, dentro de los cuales encontramos al router Cisco.
- Soporta conectividad protocolos SSH1, SSH1.5 (Cisco), SSH2 y Telnet.
- Permite programar configuraciones o ejecutarles en el momento.
- Posee un dispositivo de base de datos encriptado.

- Soporta multi-threaded para el funcionamiento más rápido.
- Posee protección opcional con contraseña para el acceso a dispositivos.
- Permite importar y exportar archivos de los dispositivos.
- Posee compatibilidad con Windows 2000/XP/2003/Vista/2008.

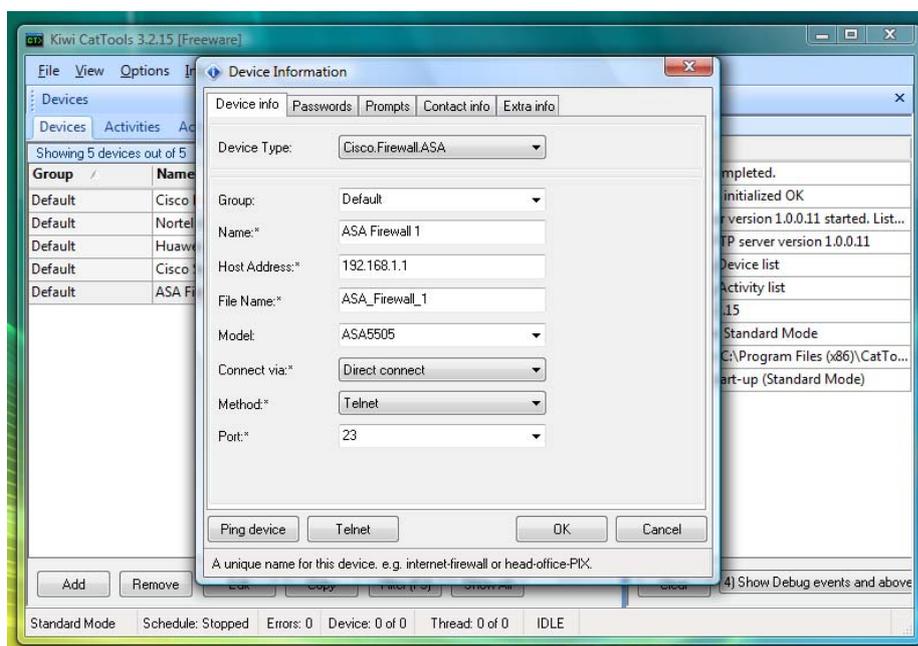


Figura 1.4 Ejemplo de la pantalla de Kiwi CatTools para la configuración de un equipo Cisco

1.3.2. Gestor de configuración de red Orion (Orion NCM – Orion Network Configuration Management)

Es un software que te permite la fácil gestión y configuración de su red sin importar el tamaño de la misma. Para ello, cuenta con una interfaz web con facilidad de acceso a los datos que entre muchas opciones te permite el seguimiento continuo de la configuración de tus dispositivos, así como las notificación correspondiente en caso haya un cambio de forma que estés prevenido. Todas estas acciones te permite realizarlas sin necesidad de hacer un Telnet u otros protocolos manualmente [ONCM, 2011]. Además de esto Orion NCM se destaca en:

Gestión de Dispositivo:

- Brinda la posibilidad de guardar configuraciones antiguas y de crear nuevas configuraciones para los dispositivos.
- Brinda compatibilidad con IPv4 e IPv6 completa.
- Brinda soluciones efectivas y rápidas para los errores ocasionados entre la configuración de un dispositivo en la red y el rendimiento del dispositivo en la red.

Política de Reportes:

- Permite minimizar errores de sintaxis en base a la reglas de configuración de los respectivos dispositivos antes de la implementación.
- Permite detectar violaciones en contra de las políticas de configuración de distintos dispositivos, para cumplir con las normas corporativas y regulaciones federales.

Gestión de Cambios Integrales:

- Permite utilizar la interfaz de plantilla para efectuar cambios de configuración avanzada de forma rápida y fácil.
- Permite recibir notificaciones cuando se ha realizado un cambio en la configuración de la red para protegerse ante programas no autorizados que intentan cambiar la configuración de cierto dispositivo.

Entre las principales características de Orion NCM tenemos:

- Permite la gestión de políticas de configuración en los dispositivos a través de protocolos de internet IPv4 e IPv6.
- Asegura que las configuraciones realizadas cumplan con las regulaciones y normas internas.
- Permite la fácil migración de datos de otro sistema de gestión de redes.

- Permite compartir recursos con SolarWinds de forma que se pueda gestionar la configuración de nuevos dispositivos que puedan aparecer.
- Permite realizar búsquedas para hacer seguimiento a la configuración específica de cierto dispositivo.
- Brinda el servicio de activación de Cisco Energy/Wise en los dispositivos para la gestión de energía.
- Permite el escaneo de todos los dispositivos que se encuentran en la base datos para un despliegue gráfico.
- Permite corregir cambios en la configuración que no han sido autorizados.
- Permite realizar actualizaciones en el firmware o programarlos para que sea realizado a una determinada hora.
- Permite generar inventarios de todos los dispositivos indicando: número de serie, puertos, direcciones IP, máscaras, puertas de enlace y todo dato relevante que se requiera.
- Permite gestionar listas de accesos a bloques de direcciones MAC.
- Permite generar copias de seguridad de configuración para routers, switches, firewalls, access point y todos los dispositivos de la red.

1.3.3. Herramienta de Configuración Web Cisco (CRWS - Cisco Router Web Setup Tool)

Es una herramienta Web de Cisco que te permite aprovechar la potencia del Software de Cisco (IOS), sin la necesidad de tener los conocimientos y habilidades técnicas que normalmente son necesarios para la configuración de un router Cisco. Esto lo hace de una forma que el usuario lo pueda realizar en un interfaz gráfica web de forma sencilla y veloz, pudiendo el usuario hacer configuraciones sencillas y avanzadas de forma simplificada, configuraciones de seguridad, monitoreo del router y la configuración del Cisco Easy VPN [CRWT, 2011]. Entre las principales características del CRWS tenemos:

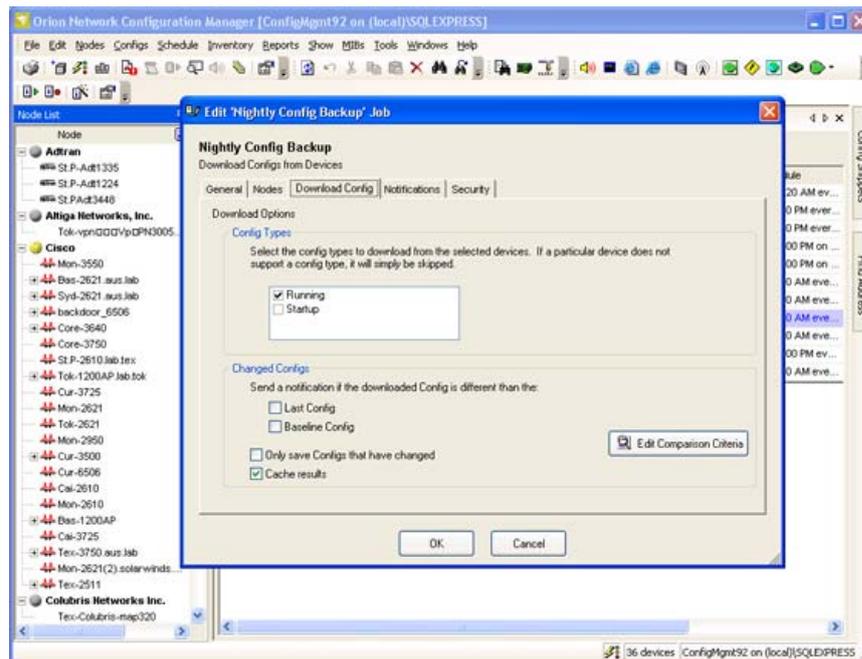


Figura 1.5 Ejemplo de la pantalla de Orion NCM para la configuración de un dispositivo de red.

- Permite la configuración de NAT y PAT.
- Permite la configuración de Firewalls.
- Permite la configuración de Voz sobre IP.
- Permite la configuración del servidor DHCP
- Permite la configuración de la red local.
- Soporta router Cisco SOHO y de la serie 800.
- Permite la configuración de Cisco Easy VPN.

Cabe mencionar que la configuración Cisco Easy VPN es distinta a la propuesta del desarrollo realizado; ya que Cisco Easy VPN usa un servidor de Cisco intermedio, donde se conectan las sedes remotas; en cambio, esta solución crea un túnel directo entre ambas sedes sin intermedios; por lo que, su complejidad aumenta.

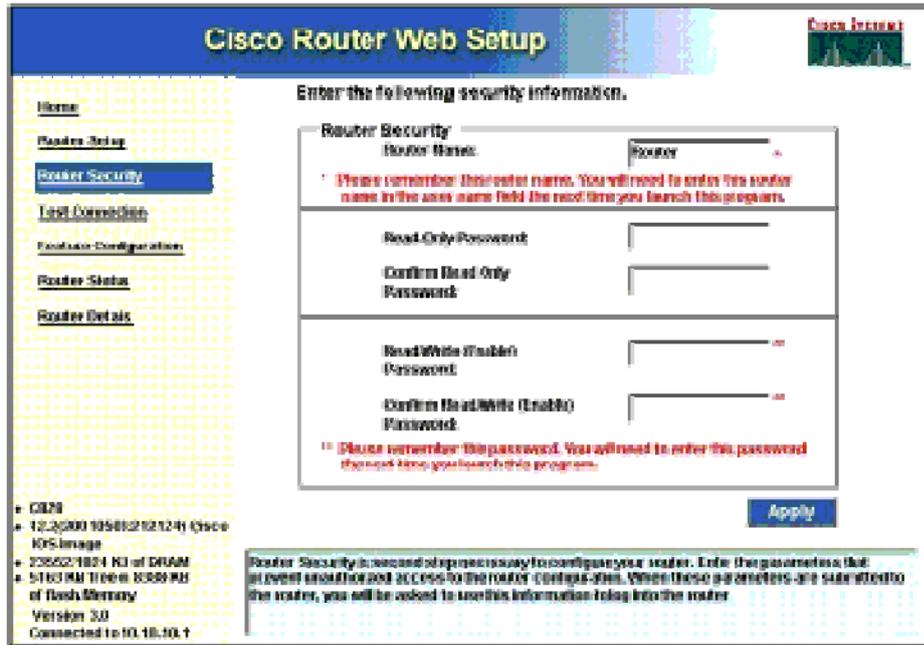


Figura 1.6 Ejemplo de la pantalla del CWRS para la configuración de un Router Cisco.

1.3.4. Asistente de Red Cisco (Cisco Network Assistant)

Es una aplicación de Cisco que te permite administrar de forma visual la red, siempre y cuando poseas una cantidad menor a 40 routers y/o switches en total; por lo que, está orientado a empresas en pleno crecimiento. Esta aplicación tiene una gran utilidad; ya que además de poder configurar dispositivos a través de un interfaz visual, también ofrece una visión centralizada de toda la red en una topología que permite identificar los problemas de forma rápida [CNA, 2011]. Entre sus principales características se encuentran:

- Permite compatibilidad con la mayoría de routers Cisco, por no decir todos.
- Permite visualizar los comandos que se autogeneran a través de la aplicación para cierta configuración.
- Permite generar pruebas para verificar el estado y funcionalidad de los equipos.
- Permite iniciar sesiones telnet en los dispositivos de la red.

- Alerta al usuario de los posibles problemas que se pueden generar en la topología actual.
- Revisa la red actual y recomienda al usuario un cambio en base a CCIE (Cisco Certified Internetwork Expert).

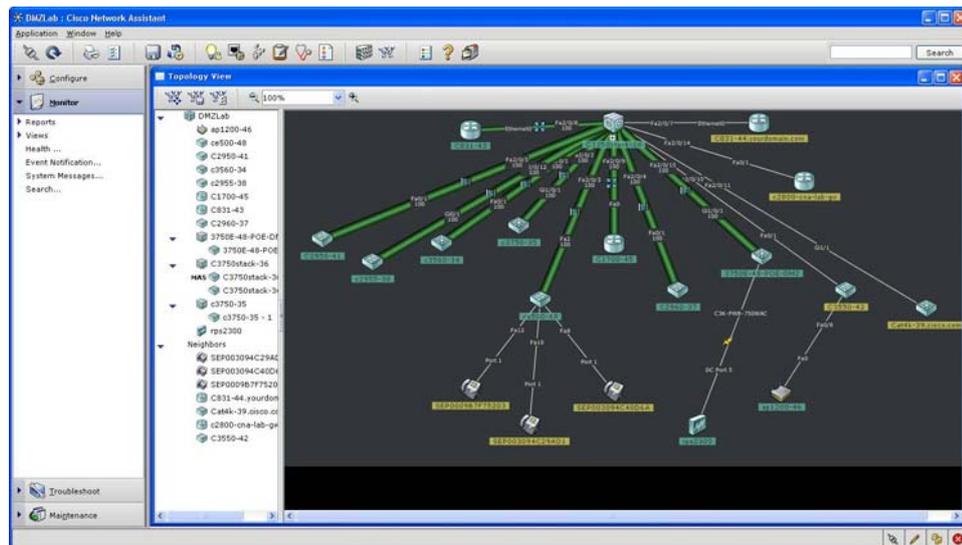


Figura 1.7 Ejemplo de una pantalla de Cisco Assistant para la vista centralizada de una red

1.4. Plan de proyecto

El presente proyecto aplicará como metodología de gestión a Scrum, marco de proceso que ha estado siendo utilizado para gestionar el desarrollo de productos de diversa complejidad desde principios de 1990.

1.4.1. Metodología Scrum

La metodología Scrum no es un proceso o una técnica para productos de construcción, sino un marco dentro del cual se podrán emplear diversos procesos y técnicas. De esta forma Scrum pone al manifiesto la eficacia de la gestión de productos y prácticas de desarrollo que pueda mejorar [TRG, 2012].

Scrum se puede definir como el marco dentro del cual las personas pueden abordar problemas de compleja adaptación, mientras que de forma productiva y creativa entregan productos de mayor valor [TRG, 2012].

Principales características del uso de esta metodología:

- Equipos auto-organizados.
- No hay normas de ingeniería prescritas.
- Utiliza normas generativas para crear un entorno ágil para la entrega de proyectos.
- Un manejo adecuado a los requerimientos cambiantes.
- Proceso de desarrollo no lineal.
- Mayor grado de participación del cliente en el proyecto.
- El proyecto avanza en iteraciones, llamadas sprint, que normalmente tiene entre 2 y 4 semanas de duración.
- Los requisitos son capturados como elementos de una lista de “Product BackLog”.

Scrum está compuesto por tres elementos: Roles, Reuniones y Artefactos.

Roles

Las personas que están bajo esta metodología cumplen los siguientes roles.

Propietario del Producto (Product Owner)

El propietario del producto es el responsable de maximizar el valor del producto y el trabajo del equipo de desarrollo. Para llevar a cabo esto debe asegurarse que el pedido y/o requerimientos del producto a desarrollar sean visibles, transparentes y claros para todos los que trabajan en el proyecto, y por ende asegurarse que el equipo de desarrollo comprenda hasta cierto punto la lista de pedidos del producto (Backlog del producto). Además, cabe mencionar que el Propietario del producto es

el único responsable de la gestión de pedidos de productos. Entre sus funciones se encuentran:

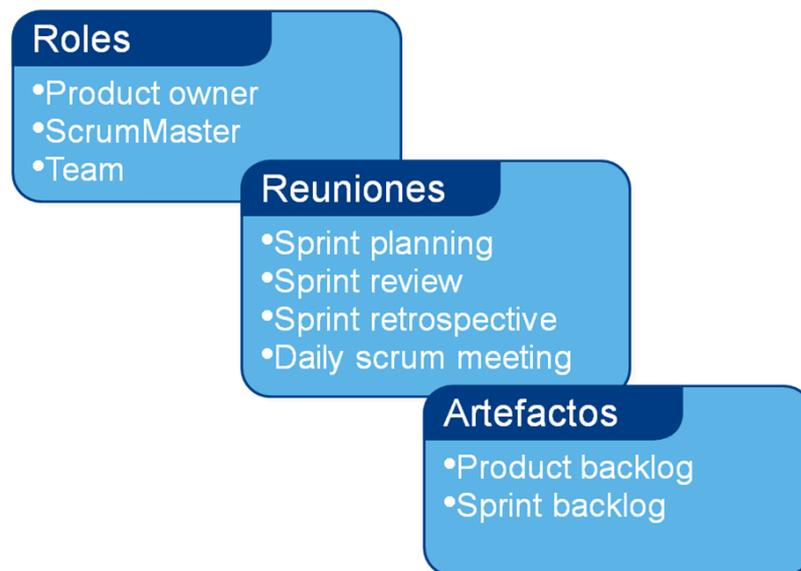


Figura 1.8 Elementos del Scrum

- Definir funcionalidades del producto.
- Decidir las fechas y contenidos de las pruebas.
- Ser responsable por la rentabilidad del producto desarrollado.
- Priorizar funcionalidades de acuerdo al valor actual del mercado/negocio.
- Refinar funcionalidades y prioridades en cada iteración del producto de ser necesario.

Scrum Master

El Scrum Master es el responsable de asegurarse que todo el equipo haya entendido el Scrum, comprendiendo la teoría, prácticas y normas que se aplican en Scrum, con el fin de maximizar el valor creado por el equipo de Scrum. El Scrum Master hace esto de muchas formas, de las cuales una es ayudando al propietario del proyecto en la búsqueda de técnicas para la gestión eficaz de los pedidos del producto, así como la enseñanza al equipo de desarrollo, en el cumplimiento de los

pedidos de producto de forma clara y concisa. Entre sus principales funciones están:

- Remover los impedimentos que puedan tener el equipo de desarrollo.
- Asegurar constantemente que el equipo sea funcional y productivo.
- Permitir la cooperación entre los roles y funciones dentro del proyecto.
- Evitar interfaces externas que afectan el desarrollo del proyecto.
- Promover los valores, normas y prácticas de Scrum.
- Ser representante de la gestión del proyecto.

Equipo de Desarrollo (Team ó Team Scrum)

El Equipo de Desarrollo está compuesto por un grupo de profesionales que se encargan de presentar un incremento (“Done”) del producto a desarrollar al final de cada Sprint, por lo que son ellos los únicos que pueden crear un avance en el cumplimiento del proyecto.

Un equipo de Desarrollo de Scrum es capacitado por la organización y está estructurado de forma que puedan organizarse y gestionarse de forma autónoma. Resultando de esto la optimización de la eficiencia global del equipo. Entre sus principales características encontramos:

- No se poseen sub-equipos dedicados a tareas específicas como las pruebas o análisis de negocio.
- Los equipos de desarrollo son auto-organizativos.
- Cualquier cambio de equipo solo puede ser realizado entre los Sprints.
- Los equipos de desarrollo son multi-funcionales.

- Los miembros del equipo pueden tener habilidades especiales, pero la presentación del proyecto pertenece al equipo de desarrollo en conjunto.

Reuniones

Actividades realizadas durante la gestión de un proyecto que esté usando Scrum.

Planificación del Spring (Sprint Planning)

Es la reunión de todo el equipo Scrum, donde establece el trabajo a realizar durante el sprint. Esta reunión toma un promedio de ocho horas para un sprint de un mes, y se reduce o aumenta proporcionalmente, como por ejemplo en un sprint de medio mes la reunión tomará cuatro horas.

La reunión de planificación del Spring cuenta de dos partes: Priorización y Planificación.

En la primera parte, el propietario del producto muestra el Backlog del producto al equipo y se definen los objetivos (Spring Backlog) que el equipo de desarrollo cumplirá al concluir el sprint.

En la segunda partes, se va definir el cómo cumplir los objetivos seleccionados para lo cual se dividirá el sprint en “user stories” que son las tareas objetivos por usuario que tendrán que cumplir, y en “features” que son subtareas para cumplir determinada tarea. Estas tareas son asignadas a cada persona del equipo de desarrollo y el cumplimiento de las mismas determinará el cumplimiento del sprint y de los objetivos planteados en la priorización.

Revision Del Sprint (Sprint Review)

Es una reunión informal de todo el equipo de Scrum que se realiza al final de cada sprint para evaluar el alcance de los objetivos planteados al inicio del sprint. Durante la reunión todo el equipo de desarrollo indica los objetivos cumplidos y no cumplidos, los problemas que se presentaron y como se solucionó; es decir, los impedimentos que pudieron tener y cualquier otro hecho relevante durante el proyecto. En esta reunión, se fomenta la colaboración entre todos, de forma que el equipo puede participar de forma que se genera un aporte para las subsiguientes reuniones de planificación de spring. Como resultado de la revisión del cumplimiento de Sprint Backlog, se obtendrá parte del producto a desarrollar, lo que nos ayudará a definir el próximo spring.

Retrospectiva del Sprint (Spring Retrospective)

Es una reunión realizada después de la Revisión del Sprint y antes de la planificación del Spring donde participan todo el Equipo de Scrum. El objetivo de esta reunión es crear un plan de mejoras que se pueda promulgar durante el próximo spring. Para ello, se revisa el pasado sprint con respecto a las personas, relaciones, procesos y herramientas que se usaron, identificando los puntos donde se puede generar una mejora poniéndose en práctica en el siguiente spring.

Scrum Diario (Daily Scrum Meeting)

Es una reunión diaria que no toma más de 15 minutos que permite al equipo de desarrollo sincronizar su trabajo y crear un plan para las próximas 24 horas. Durante la reunión el equipo de desarrollo explica que se ha logrado desde el último Scrum Diario, qué es lo que va hacer y expone algún impedimento si lo tuviera. El fin es mejorar la comunicación en el equipo, identificando y eliminando algún obstáculo si lo hubiera, promoviendo la rápida toma de decisiones y mejorando el nivel del equipo de desarrollo.

Artefactos

Representa el trabajo de distintas maneras y están hechos para maximizar la transparencia de la información durante el uso de Scrum.

Backlog Del Producto (Product Backlog)

Es la lista completa de todos los requerimientos o pedidos de un producto a desarrollar y es la única fuente de información para cualquier cambio futuro que requiera el producto. El responsable del contenido, su priorización y disponibilidad de esta lista es el propietario del producto. En esta lista cada pedido tiene un valor para el usuario o el cliente.

Sprint Backlog

Es el conjunto de pedidos del producto que se realizan en un sprint; con lo cual, el equipo de desarrollo define tareas y objetivos para el cumplimiento de las mismas. Por ello, el Sprint Backlog hace visible todo el trabajo que tendrá que realizar el equipo de desarrollo para cumplir con el objetivo del sprint.

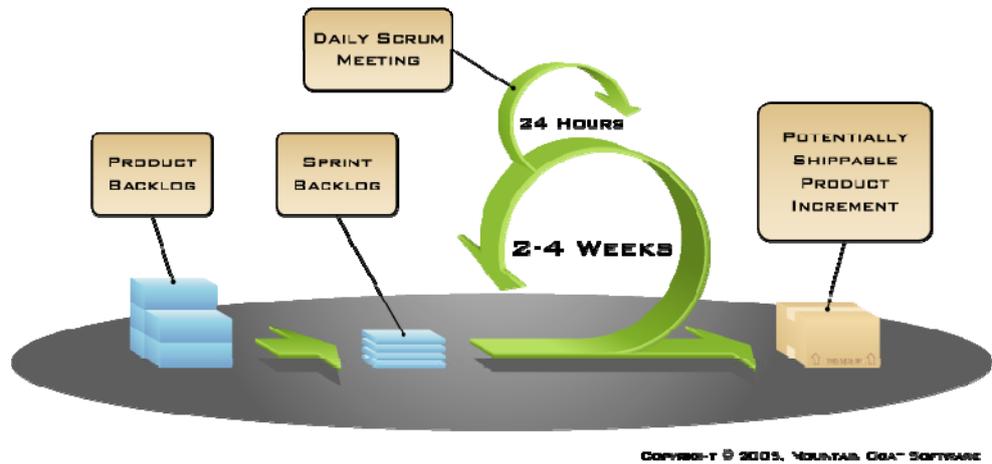


Figura 1.9 Etapas del Scrum

1.4.2. Adaptación de la Metodología Scrum al Proyecto

Para iniciar el uso de la metodología Scrum en el proceso del presente proyecto se debe tener en consideración algunos cambios para poder adoptarla al presente proyecto. Adicional, se debe definir los roles que cumplirá el asesor y el alumno, así como también las duraciones de las reuniones del proyecto y el tiempo del sprint

Consideraciones a tomar en el proyecto.

Para los Roles:

- El asesor cumplirá el rol de Propietario del Producto y llevará a cabo los roles que esto implican.
- El Equipo de desarrollo estará formado por un solo miembro (alumno). El mismo que cumplirá con realizar las tareas del Scrum Master.

Para las Reuniones:

- La planificación del sprint se realizará junto con el asesor y donde se evaluará el tamaño y objetivos del sprint en base al Product Backlog, tomando como referencia el promedio de 2 horas para un sprint de 2 semanas. Se tomará este promedio de planificación para sprints más pequeños o largos.
- La retrospectiva del Sprint se realizará en conjunto con el asesor y tomará un promedio de 25 minutos por un sprint de 2 semanas, donde se podrán ver los obstáculos y problemas que hubo en la duración de sprint. Y también, se podrá

- La revisión del sprint se realizará en conjunto con el asesor al final de cada sprint y tomará un promedio de 50 minutos para un sprint de 2 semanas. Se tomará este promedio de revisión para sprint más pequeños o largos.
- El Scrum diario será realizado con el asesor, pero esta será realizada una vez por semana donde se verán los avances para el cumplimiento de los objetivos del sprint. La duración de esto, será de un promedio de 10 minutos para un sprint de 2 semanas. Se tomará este promedio de reunión para un sprints más pequeños o largos.

Para los artefactos:

- El Backlog del producto será listado por el asesor y el alumno donde se establecerán todo los requerimientos o pedidos que la herramienta a producir necesitará
- Sprint Backlog será listado por el alumno durante la planificación del sprint, comprometiéndose a su cumplimiento con los objetivos del sprint en el periodo establecido.

De esta forma una vez establecido los roles y las variantes requeridas se podrá dar inicio a la planificación del proyecto.

1.5. Estimación inicial de tiempo del proyecto

Las siguientes tablas indican la estimación inicial de la duración inicial de todo el proyecto.

Tabla 1.1 Estimación del inicial del proyecto

Desarrollo		Desde	Hasta
Reunión 1			
	Elaboración de la visión	30/07/12	31/07/12
	Elaboración de las users stories	01/08/12	04/08/12

Elaboración del backlog.	06/08/12	07/08/12
--------------------------	----------	----------

Reunión 2		
Sprint 1		
Elaboración de sprint backlog	08/08/12	09/08/12
Desarrollo del sprint	10/08/12	27/08/12
Reunión de revisión	28/08/12	
Reunión de retrospectiva	29/08/12	
Sprint 2		
Elaboración de sprint backlog	31/08/12	03/09/12
Desarrollo del sprint	04/09/12	26/09/12
Reunión de revisión	27/09/12	
Reunión de retrospectiva	28/09/12	

Reunión 3		
Sprint 3		
Elaboración de sprint backlog	01/10/12	02/10/12
Desarrollo del sprint	03/10/12	19/10/12
Reunión de revisión	19/10/12	
Reunión de retrospectiva	20/10/12	
Sprint 4		
Elaboración de sprint backlog	22/10/12	23/10/12
Desarrollo del sprint	11/10/12	28/10/12
Reunión de revisión	29/10/12	
Reunión de retrospectiva	30/10/12	

Reunión 4		
Sprint 5		
Elaboración de sprint backlog	1/11/12	2/11/12
Desarrollo del sprint	5/11/12	19/11/12
Reunión de revisión	20/11/12	
Reunión de retrospectiva	21/10/12	
Sprint 6		

	Elaboración de sprint backlog	22/11/12	23/11/12
	Desarrollo del sprint	26/11/12	17/12/12
	Reunión de revisión	18/12/12	
	Reunión de retrospectiva	19/12/12	

1.6. Descripción y sustentación de la solución

Con el fin de intercomunicar los locales de una empresa y compartir información de forma segura y rápida, se propone una solución que consiste en el diseño e implementación de una herramienta de fácil uso que te permita configurar e interconectar los locales de una empresa a través de una interfaz gráfica. Esto será por medio de la configuración de un Red Privada Virtual (VPN) que nos permita transmitir datos encriptados y tener toda la información de la empresa en la red de la empresa.

Entre sus principales características encontramos:

- La herramienta posee una interfaz gráfica amigable que permita el fácil uso y comprensión por parte del usuario.
- La herramienta permitirá almacenar configuraciones hechas y modificarlas cuando se desee.
- La herramienta permite una interacción gráfica para armar topologías de forma sencilla y rápida.
- La herramienta permite agregar nuevos puntos remotos a una configuración establecida.
- La herramienta te permite deshacer un configuración hecha en caso no se desee mantener la intercomunicación.

Los beneficios que se han obtenido a partir de este proyecto son los siguientes:

- El usuario final tiene a su disposición una herramienta para la configuración de VPN de forma rápida y sencilla.

- Al poder almacenar la configuración, el usuario puede acceder a las mismas, cada vez que requiera hacer una modificación de cierta configuración.
- El usuario puede modificar la configuración básicas de los equipos routers de forma gráfica en lugar de hacerlo en consola.
- El usuario puede garantizar la seguridad del envío o transferencia de información, ya que los datos son encriptados cada vez que son transferidos.
- Permite cubrir las necesidades del ámbito empresarial al intercomunicar sus locales y compartir información de forma segura en un tiempo mucho menor, con menor personal y de forma sencilla.

2. Análisis

2.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución

La metodología de trabajo que se utilizará, para el desarrollo de la herramienta, será Scrum, por el tipo de proyecto como se explicará a continuación y por las ventajas que presenta su uso.

El primer análisis que hay que realizar es sobre la complejidad del proyecto a realizar, dependiendo de dos factores: el requerimiento y la tecnología. Para este análisis se cuenta con un gráfico de requerimientos vs tecnologías; en el cual, nos basaremos para ubicar a nuestro proyecto.

Según el gráfico encontramos tres sectores claves:

- Anárquico: Aquí se encuentran los proyectos con requerimientos bien definidos y con tecnologías bien conocidas. Por esta razón, sería recomendable utilizar una gestión en cascada.
- Caótico: Aquí se encuentran los proyectos con requerimientos variables y con tecnología poco conocida. Es aquí, donde se recomienda usar SCRUM
- Predecible: Aquí se encuentran los proyectos con requerimientos inciertos y sin saber que tecnología aplicar; por lo que, se recomienda un esquema de prueba y error.

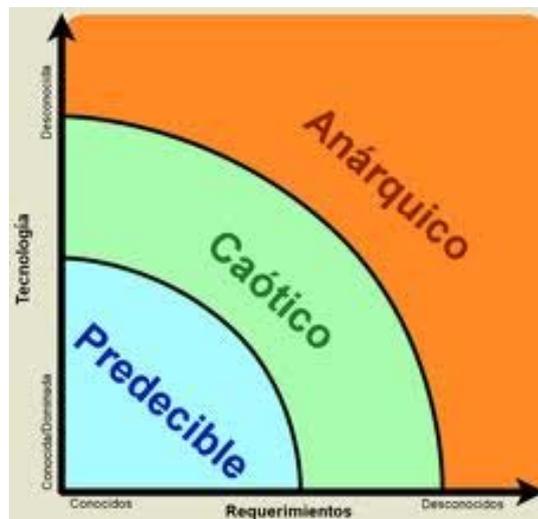


Figura 2.1 Complejidad en un proyecto de desarrollo de software [TRG, 2012]

Ahora al analizar el proyecto a realizar tenemos que la tecnología a aplicar no es del todo conocida, por la poca experiencia que se tiene de ella sobretodo en la parte de la conexión a los equipos Cisco. A su vez, los requerimientos pueden variar según las observaciones y recomendaciones que el asesor realice a lo largo del proyecto. Por estas razones, el proyecto a realizar en la categoría de complejidad sería recomendable usar SCRUM.

Dentro de los múltiples beneficios, que ofrece SCRUM, se mencionan los siguientes:

- Permite realizar un mejor manejo de la gestión de riesgo y cambio de los requerimientos, ya que consta de pequeños pasos y rápidos intercambios de información a través de pruebas constantes; lo que permite encontrar errores y corregirlos rápidamente. Esto nos permite enfocarnos en el aspecto más

- Define principios que permiten la participación continua del equipo, flujo de trabajo, funciones y responsabilidades de forma que administra y mantiene el flujo del trabajo, dando libre paso a la creatividad; lo que aumenta el valor del producto a realizar.
- Permite un continuo testeo del producto a realizar; por lo que, genera una gran retroalimentación y comprensión real de lo que se necesita.
- Permite una mejora de la calidad al permitir descubrir errores de forma temprana al tener un plan de pruebas y desarrollar un producto solo con las necesidades que el cliente desea.
- Genera una mejora de la satisfacción del cliente; ya que los clientes tienen una gran participación en el desarrollo del producto, generando una mayor afinidad.
- Genera un mayor compromiso en el grupo de trabajo que se involucra en el proceso de tomas de decisiones y actividades, brindándoles una mayor comprensión sobre el valor de su trabajo.
- Nos brinda mayor productividad y menor costo, al generar un código que en promedio tiene menor error, ya que al tener menos código da más productividad.

2.2. Identificación de requerimientos

2.2.1. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales generados se muestran en una sola tabla porque la herramienta constará de una sola interfaz. Cada requerimiento en la tabla será tomado como un *user storie*.

Tabla 2.1 Requerimientos funcionales del proyecto

Código	Requerimiento
R001	La herramienta debe generar una interfaz gráfica amigable

	donde se pueda crear topologías de comunicación.
R002	La herramienta debe generar una barra gráfica de equipos (routers Cisco de la serie 800 y conexiones) necesarios para crear la topología.
R003	La herramienta debe permitir arrastrar las imágenes de equipos (routers o conexiones) al espacio de creación de topologías en la interfaz.
R004	La herramienta permita configurar un router que se encuentra en la topología haciéndole doble click.
R005	La herramienta permita conectar al router, ingresando la clave y el IP pública del router, mostrando un mensaje de confirmación.
R006	La herramienta debe permitir desconectar un router de forma gráfica en las opciones del router.
R007	La herramienta debe permitir cargar automáticamente las opciones del router con su información (ip, mascar, número de PC conectadas) al darle doble click.
R008	La herramienta permite modificar el IP local y la máscara del router de forma local, en las opciones del router de forma intuitiva.
R009	La herramienta debe permitir configurar un router como el principal (quien representaría el local principal en la VPN) en las opciones del router.
R010	La herramienta debe permitir uno o varios routers como secundarios (representación del o los locales remotos en la VPN) en las opciones del router.
R011	La herramienta debe poseer una opción de ayuda con los pasos para configura una VPN entre 2 routers (es decir dos locales).
R012	La herramienta debe permitir conectar gráficamente dos o más locales.

R013	La herramienta debe generar avisos al usuario cuando una configuración está mal hecha.
R014	La herramienta debe tener una opción visual que diga “crear VPN” una vez creada la topología.
R015	La herramienta debe permitir abrir, guardar y eliminar la topología creada.
R016	La herramienta debe permitir agregar una conexión remota en un VPN creada previamente a través de una opción gráfica.
R017	La herramienta debe permitir deshacer la conexión de un local remoto en una VPN creada de más de dos locales a través de una opción gráfica.
R018	La herramienta debe permitir deshacer completamente una VPN en una topología a través de una opción gráfica.
R019	La herramienta deberá mostrar un mensaje sobre el router cuando forma parte de una VPN o no.
R020	La herramienta debe permitir actualizar la conexión VPN real al modificar una topología y guardarla.

2.2.2. Requerimientos no funcionales

Tabla 2.2 Requerimientos no funcionales del proyecto

Código	Requerimiento
NF01	La herramienta usará el protocolo IPv4.
NF02	La herramienta permitirá VPNs de no más de 6 locales.
NF03	La aplicación se ejecutará prioritariamente en sistemas operativos Windows y GNU/Linux.
NF04	La herramienta usará el protocolo Telnet para conectarse a los routers.
NF05	Los routers físicos a interconectar deben ser Cisco de la serie

	800.
--	------

2.3. Análisis de la solución

Ahora se pasará a ver los puntos sobre la viabilidad del sistema, el análisis técnico y Económico.

2.3.1. Análisis de la viabilidad del sistema

Para ver la viabilidad del sistema se revisa el costo-beneficio de la construcción de la herramienta desde el punto de vista de un usuario final.

Costo- Beneficio

El desarrollo de la herramienta genera un gran beneficio al usuario en la seguridad y envío de información; asimismo, permite la intercomunicación y el intercambio de información entre sus locales de forma segura y privada.

A continuación se muestra una tabla costo – beneficio:

Tabla 2.3 Análisis de viabilidad del proyecto

Costo	Beneficio
Costo del personal para la implantación de la solución	La herramienta permitirá conectarte a tus equipos routers de forma gráfica.
Costo del equipo router Cisco para la salida a internet.	La información en la red se mantendrá privada todo el tiempo.
	Mejora la seguridad en la transmisión de la información.
	Podrá interconectar más de un local entre sí para la transmisión de datos.

2.3.2. Análisis técnico.

El siguiente punto del análisis será ver el grupo de tecnologías y herramientas que se utilizarán para el desarrollo del proyecto.

En cada punto se explicará una tecnología y/o herramienta necesaria para el desarrollo del proyecto.

- Lenguaje de Programación

El lenguaje de la programación a utilizar en el desarrollo de la herramienta será un factor clave; ya que, influirá en su desarrollo en características; tales como, la portabilidad, el consumo de recursos, entre otras. Por tales motivos, y viendo que será un aplicativo local, se hace un cuadro comparativo con dos lenguajes que cumplen con los requerimientos.

Tabla 2.4 Comparación de lenguajes de programación

Lenguaje de programación	C#	Java	Php
Multipataforma	5	5	4
Bajo consumo de CPU	4	4	2
Velocidad de ejecución	4	4	2
Librerías gráficas de fácil uso	4	4	3
Conocimiento por parte del equipo	3	4	5
Costo por licenciamiento	5	5	5
API disponible y abierta	3	5	5
Soporte de seguridad	4	4	3
Total de puntos	32	34	29

Luego de comparar las características de cada lenguaje se optó por el uso del lenguaje Java

- Base de Datos

Con respecto a la base de datos, se tomará en cuenta que es una herramienta que almacenará datos que serán utilizados constantemente, donde se muestra un cuadro comparativo con distintos motores de base datos que cumplen con los requerimientos.

Tabla 2.5 Comparación de Base de Datos

Motor de base de datos	Mysql	MS Sql Server
------------------------	-------	---------------

		2008
Manejo de consultas	5	5
Manejo de transacciones	5	5
Manejo de integridad	4	5
Facilidad de instalación	5	5
Facilidad de configuración	5	4
Facilidad de administración	3	4
Conocimiento por parte del equipo	5	5
Conectividad con .Net	3	3
Costo por licenciamiento	3	3
Total de puntos	38	39

Debido a que su configuración es sencilla y de una integración fiable, así como los cumplimientos de los requerimientos básicos, se ha elegido a MS Sql Server 2008.

- Herramienta para la gestión de los proyectos

Tomando en cuentas las características del proyecto y la metodología *Scrum*, se utilizará como herramienta de gestión un *Taskboard* donde estarán detallados los *user stories*, así como las tareas a realizar durante cada Sprint.

Cabe mencionar que uno de los puntos; por el cual, se toma como herramienta de gestión al *Taskboard* es por su simpleza y fácil acoplamiento con las características de los proyectos, a diferencia de otras herramientas de gestión que pueden ser un poco complejas y que sólo podrían complicar y dificultar la gestión en este tipo de proyecto.

- Controlador de versiones

El controlador de versiones es una herramienta común en el desarrollo de proyectos en ingeniería. Permite administrar los cambios que se puedan ir realizando en el proyecto; así como, en su documentación. A continuación, es muestra un cuadro con dos tipos de tecnologías de control de versiones CVS y SVN.

Tabla 2.6 Comparación de control de versiones.

Controlador de Versiones	SVN	CVS
Commits Atómicos	5	5

Mover Archivos y Directorios	4	2
Copiar Archivos y Directorios	4	4
Replicar directorios remotos	4	4
Permisos en los directorios	3	2
Revisión del registro histórico	5	4
Documentación	5	5
Multiplataforma	5	5
Velocidad	4	4
Facilidad de Configuración	5	4
Facilidad Uso	5	4
Renombrar Archivos y Directorios	5	4
Total de puntos	54	51

Por acoplarse mejor a las características del proyecto y fiabilidad se eligió SVN como controlador versiones.

- Entornos de Desarrollo Integrados (IDE)

Esta herramienta nos sirve para crear un programa una vez decidido nuestro lenguaje de programación. Está conformado, generalmente, por su editor, compilador e intérprete. Para su elección se tomó en cuenta puntos como la comodidad y preferencia del equipo de desarrollo, además de tomar en cuenta las características del proyecto; por tal motivo, se ha optado por usar el IDE de Microsoft Visual Studio 2010.

2.3.3. Análisis Económico.

Para llevar a cabo este proyecto, es necesario involucrar un capital monetario para poder solventar los gastos en que se puedan incurrir. Estos gastos incluirán licencias, implementación, entre otros.

Para mostrar un estimado del costo en que se incurrirá, se muestra una tabla con los principales egresos.

El costo por hora (desarrollador): S/. 15

Tabla 2.7 Análisis económico

Mano de Obra	Horas	Costo (S/.)
Generalidades	160	2400
Análisis de la solución	150	2250
Diseño de la solución	160	2400
Construcción de la solución	400	6000
Conclusiones	25	375
TOTAL	895	13425
OTROS		Costo (S/.)
Máquina de desarrollo		400
Artículos de oficina		150
Luz, Internet		700
TOTAL		1250

- El Costo total será de 7250 nuevos soles.

3. Diseño

En el capítulo de Diseño se detalla la arquitectura utilizada para la implementación de la herramienta Gráfica. Se explica las capas de la solución creada; así como, el flujo interno que se utilizó para su funcionamiento, entre otros. También, se detalla los criterios utilizados para la elaboración del diseño de la interfaz gráfica de la herramienta.

3.1. Arquitectura de la solución.

La herramienta a desarrollar será del tipo local, permitiendo al usuario contar con un instalador para poder ejecutarla. El principal requerimiento será que el usuario deberá contar con una maquina con el sistema operativo Windows XP o superior.

La interfaz del sistema constará de una vista principal que permitirá, dentro de sus principales funciones, agregar figuras (gráficos) que representarán a los locales que

desean interconectar a través de la herramienta. Además, contará con una barra principal donde se podrán configurar las opciones por default que se deseen establecer en la herramienta. En este proyecto se creará una red privada virtual entre dos locales, ya que a lo largo del proyecto de tesis se estará configurando por defecto para dos locales.

La herramienta se podrá instalar en cualquier máquina con los requisitos previamente establecidos y deberá contar con salida a internet. A continuación se puede visualizar la arquitectura para la herramienta a desarrollar.

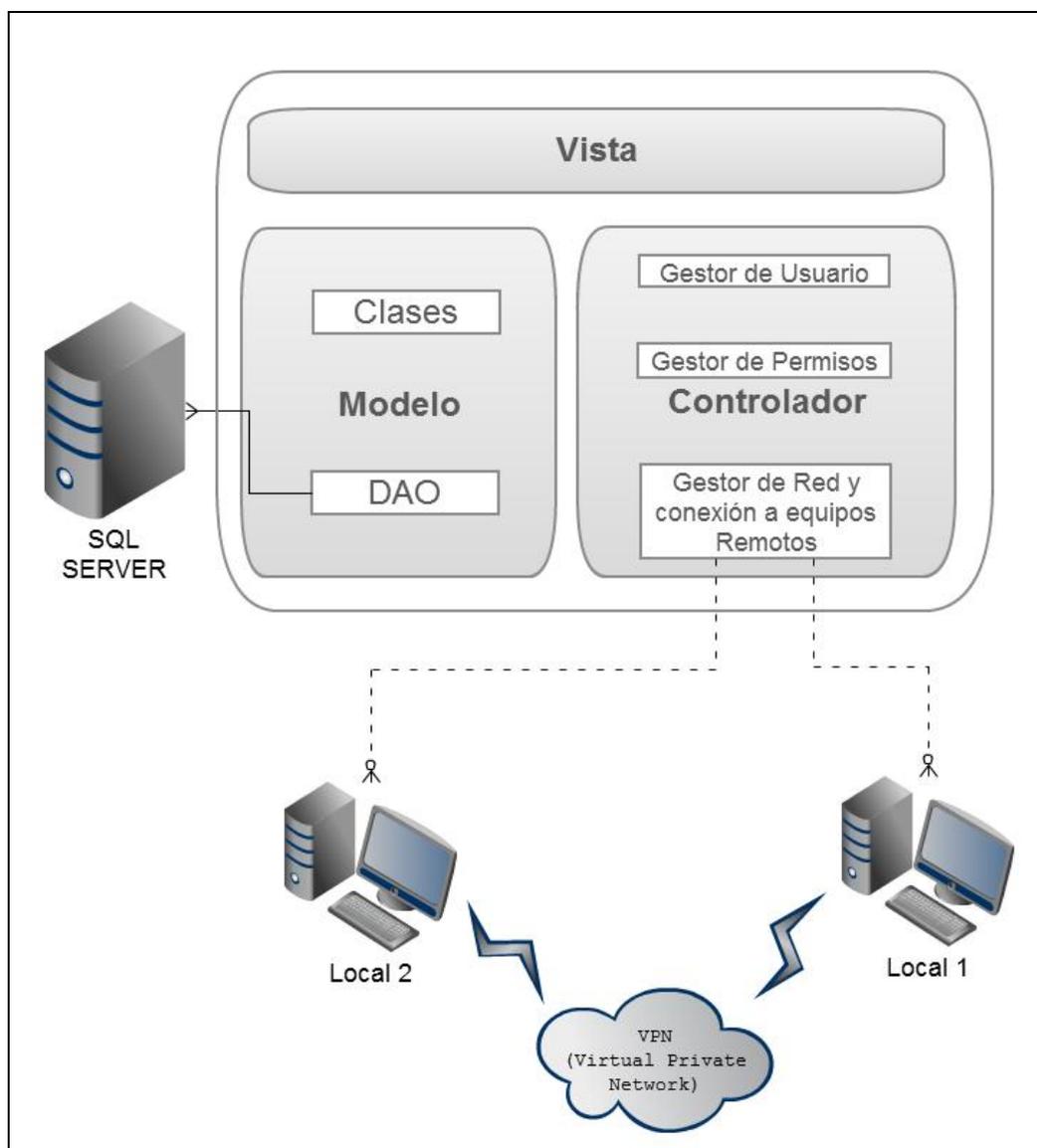


Figura 3.1 Arquitectura de la herramienta a desarrollar

3.1.1. Descripción del esquema tecnológico de trabajo.

La herramienta a desarrollar está formada por distintos niveles de capas de trabajo, de forma que para el usuario le sea transparente todo el procesamiento interno y solo visualice un interfaz simple y amigable de trabajo. Para ello, cuenta con una estructura y flujo de trabajo ordenado del siguiente modo:

Primero, el usuario ingresa a la herramienta, selecciona el número de locales que interconectará en la interfaz visual que le muestra la herramienta.

Segundo, ingresa los datos de los equipos (routers) de cada local y da inicio para que se realice la conexión.

Tercero, es en este punto donde la herramienta tiene su mayor complejidad, la cual realiza un background, la herramienta, usando las librerías del lenguaje de programación elegido, se conectará a cada router de cada local de forma consecutiva vía telnet y una vez conectado enviará los comandos necesarios para configurar una VPN entre todos los locales (pudiendo tardar varios minutos debido a la complejidad de la configuración). En cada conexión a determinado local se esperará la confirmación de la configuración y en base a ello se pasará a configurar el siguiente router (perteneciente a un nuevo local). Una vez finalizadas las configuraciones de los equipos, la herramienta validará la configuración hecha y enviará un mensaje de confirmación a la interfaz visual del usuario.

Por último, el usuario una vez recibido el mensaje de confirmación podrá validar la creación de una VPN.

3.1.2. Patrón arquitectónico a utilizar

El patrón de arquitectura a utilizar es el de Modelo Vista Controlador o MVC. El motivo de esta selección, es que nos permitirá dividir la presentación (vista) de los objetos (modelo) necesarios para el desarrollo de la herramienta, y también separar la lógica (controlador) de la herramienta, para así independizarla del desarrollo de la interfaz gráfica.

A nivel de capa de modelo tendremos las clases que nos permitirán la creación de usuarios y un administrador, así como las clases necesarias para guardar los datos de los equipos configurados en la creación de una red privada.

En la capa del controlador, se encontrará toda la lógica necesaria para conectarnos con los equipos remotos una vez recibidos los datos necesarios. También, se encontrará el procedimiento clave para crear una interconexión entre equipos de forma remota una vez acepta la confirmación del usuario, encontrando la lógica para la validación de los usuarios.

Finalmente, en la capa de vista encontraremos a la interfaz amigable, que los usuarios podrán usar para crear una topología de su red privada y luego de llenar los datos solicitados por la herramienta, autoriza la configuración de la VPN.

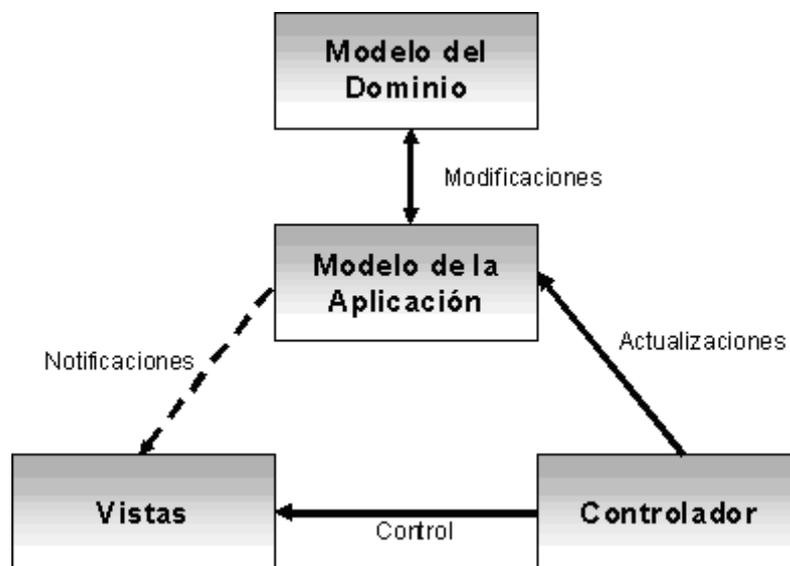


Figura 3.2 Complejidad en un proyecto de desarrollo de software

3.1.3. Esquema de Seguridad

Ya que el funcionamiento y uso de la herramienta implica tareas de configuración de equipos remotos que pueden formar parte de un ambiente de trabajo remoto, se debe brindar un nivel de seguridad de manera que cada usuario solo este autorizado a visualizar el registro de sus configuraciones realizadas.

Con el fin de mantener la seguridad se tomarán en cuenta los siguientes puntos:

Perfiles y Permisos:

La herramienta tendrá dos tipos de perfiles: administrador y usuario. El administrador tendrá todos los permisos y podrá acceder a todas las opciones de la herramienta y registros de configuraciones remotas hechas por cualquier usuario.

Por otro lado, el usuario solo podrá visualizar sus configuraciones remotas realizada así como acceder a ciertas opciones de herramienta.

Codificación de contraseñas

Para brindar seguridad y evitar que algún usuario no autorizado acceda a registros privados, se utilizará un mecanismo de codificación de contraseñas al momento de almacenarlas en la base de datos.

Login

Todo usuario que desea usar la herramienta tendrá que identificarse a través de un usuario y contraseña; a través de la vista de inicio sesión que muestra la herramienta al ejecutarse.

3.2. Diseño de la interfaz gráfica.

Tomando en cuenta que el objetivo del presente proyecto es desarrollar una herramienta gráfica con una interfaz amigable, se toman en cuenta distintos criterios para la elaboración de la interfaz.

3.2.1. Estructura de la interfaz gráfica.

La herramienta contará con una interfaz visual que poseerá una estructura de cinco (5) secciones como se puede visualizar en la imagen.

A continuación, se definirá cada una de las 5 secciones que se visualizán en la imagen.

Cabecera de la página

La cabecera de la página contiene el nombre de la herramienta a desarrollar y el del usuario que ha ingresado a la herramienta; como también muestra la opción de cerrar sesión. A continuación, se muestra un diseño previo de la interfaz de la herramienta en la figura Figurar 3.3.

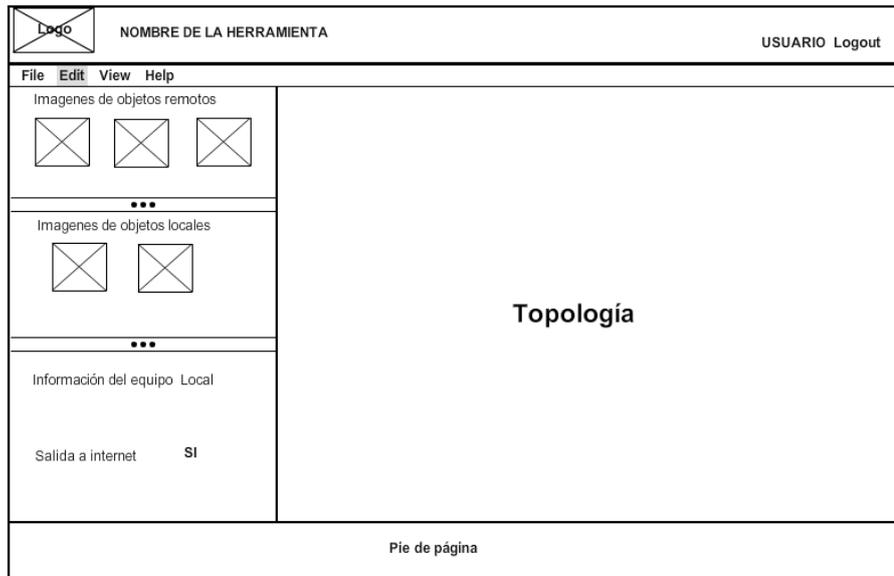


Figura 3.3 Estructura de Interfaz

Pie de página

El pie de página muestra información sobre el lugar y fecha de la creación de la herramienta a desarrollar

Menú

El menú tiene las opciones para que el usuario pueda configurar sus preferencias iniciales por defecto; así como, opciones adicionales para facilitar el uso de la herramienta.

Sección de contenido visual

La sección de contenido visual es donde el usuario arrastrará los objetos seleccionables; con el fin de crear su topología y poder configurar su VPN.

Sección de contenido a seleccionar

La sección de contenido a seleccionar es donde el usuario podrá seleccionar los distintos tipos de objetos y arrastrarlos a la sección de contenido visual, para poder crear su topología. También, es en esta sección donde se encuentra el botón que inicia la configuración de la VPN; la cual, se activa cuando hay dos o más objetos listos para su configuración.

3.2.2. Tipos de interfaces visuales

La herramienta contará con los siguientes tipos de vistas:

Login

Es la ventana inicial donde el usuario inicia sesión y se identifica para que le den acceso a la herramienta.

Ventana principal

Es la Ventana del usuario luego de haber iniciado sesión. En esta ventana el usuario podrá crear la topología para la configuración de su red privada; así como, acceder a las opciones del menú para configurar sus valores predeterminados.

Panel de opciones

Es el panel que se muestra luego de haber seleccionado algún de las opciones del menú. En este panel se puede configurar los valores que un usuario desea tener en la herramienta. Por ejemplo: el número de objetos máximos que desea permitir configurar o el número de objetos que ya deben estar seleccionados por defecto, entre otros.

3.2.3. Diseño de la interfaz gráfica.

El diseño de la interfaz gráfica debe ser amigable permitiendo al usuario sentirse cómodo y seguro al momento de interactuar con la herramienta. Por tal motivo, se han tomado en cuenta distintos criterios listados a continuación:

Agrupado

Los distintos componentes que se muestran en las secciones de la interfaz deben estar agrupados de forma que guarden una relación y a su vez, faciliten su ubicación y selección. De esta manera, no confundirán al usuario al buscar alguno de los componentes.

Un ejemplo de ese orden puede ser una sección donde se puede seleccionar objetos del mismo tipo como se muestra a continuación:

User List		
Nombre	Nick	Descripcion
Henry Louis	HenryLouis@test.com	
Frank Abagnale	FrankAbagnale@test.com	
Fiona Apple	FionaApple@test.com	
Meher Baba	MeherBaba@test.com	
Carl Becker	CarlBecker@test.com	
Kate Bush	KateBush@test.com	
John Cheever	JohnCheever@test.com	
Carl Devine	CarlDevine@test.com	
Federico Fellini	FedericoFellini@test.com	

<< Prev 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Next >>

Figura 3.4 Agrupación de componentes del mismo tipo

Económico

La herramienta tendrá máximo dos ventanas secuenciales para realizar una acción.

Secuencial

La herramienta tendrá todas sus opciones y objetos no solo agrupados, sino ordenados de forma secuencial; con el fin de facilitar al usuario un flujo ordenado de pasos para cuando quiera realizar una configuración o acción compleja.

Predecible

A menudo los usuarios siempre usan determinadas opciones más seguidas que otras; por tal motivo, las de uso frecuente o más importantes serán ubicadas en primer lugar y en un lugar de rápido acceso.

Un ejemplo de esto sería colocar la imagen de los objetos y/o equipos de uso más frecuente primero, como muestra la imagen.

Simetría

La alineación de los componentes en la interfaz visual puede mejorar o empeorar su apariencia. Por este motivo, se mantendrá un diseño simétrico en la ubicación de los componentes, como se ve en el siguiente ejemplo.

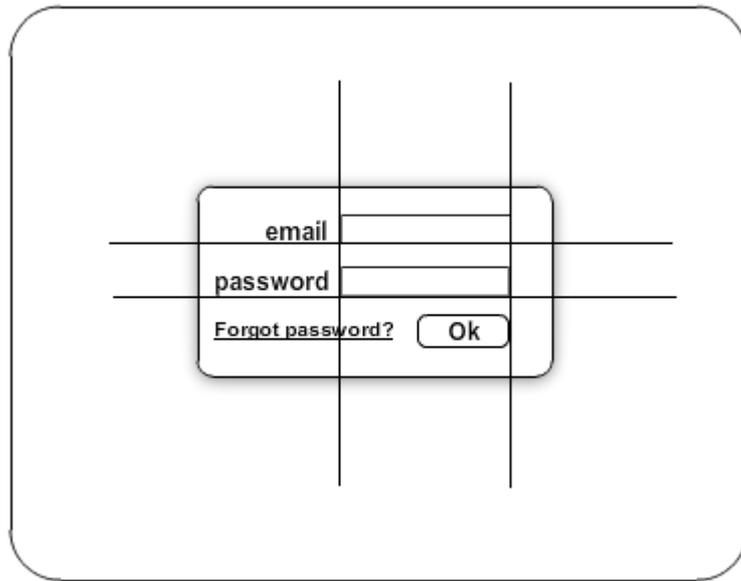


Figura 3.5 Simetría de componentes

Balance

Se evitara que la pantalla este sobrecargada para no confundir a los usuarios. De igual forma también se evitara dejar muchos espacios vacio para no dar la percepción de que la página tiene pocas opciones.

Intuitivo

Para mejorar el uso de la herramienta las opciones que se muestren en la ventana o panel estarán detalladas de forma que su comprensión sea fácil y rápida.

Estética

La herramienta debe de tener una apariencia amistosa y agradable. El usuario que ve la herramienta con una interfaz agradable estará predispuesto a intentar entenderla y evitará poner trabas cuando no entienda algo.

Por este motivo, respecto a la estética de la herramienta se considera que uno de los factores importantes es la combinación de colores. Se ha definido que se usará al color azul como color base en toda la herramienta y sus derivados en opacidad como adicionales.

4. Construcción

En el capítulo de Construcción, se menciona la configuración realizada por la herramienta, así como el lenguaje de programación que se ha usado para el desarrollo de la herramienta. A su vez, se detallarán las pruebas efectuadas para validar su correcto funcionamiento en el cumplimiento de los requerimientos solicitados.

4.1. Construcción

A continuación, se exponen criterios tomados en cuenta para una correcta construcción de la herramienta.

4.1.1. Configuración básica de una VPN

Para poder llevar a cabo el desarrollo de la herramienta es esencial conocer la construcción de la VPN que se realizó en la lógica interna de la herramienta una vez que ha conectado a los equipos (routers).

Se explica la secuencia para crear un VPN entre dos puntos.

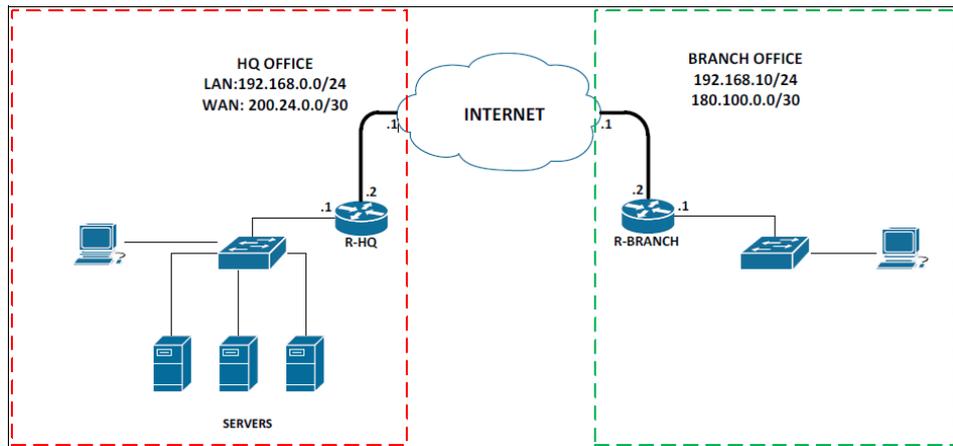


Figura 4.1 Topología de una VPN entre dos puntos

i. Configuración de NAT

Asumiendo que la red local tiene salida a internet, se procede a crear una lista de acceso para definir a que IP's se le aplicará el NAT. Luego se define en cual sentido se llevará a cabo el proceso de traducción, para eso se deberá contar con una IP pública. Para terminar este punto se definirá que interfaz será la de entrada y salida.

Esto se realiza para poder controlar cualquier tráfico hacia internet; el cual es enviado a través de la interfaz de salida y además identificará con la IP pública configurada.

Ejemplo:

```
R-HQ(config)#ip access-list standard NAT-LIST
R-HQ(config-std-nacl)#permit 192.168.0.0 0.0.0.255
R-HQ(config-std-nacl)#deny any
```

```
R-HQ(config)#ip nat inside source list NAT-LIST interface gigabitEthernet
0/1
```

```
R-HQ(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R-HQ(config-if)#ip nat inside
R-HQ(config)#interface gigabitEthernet 0/1
R-HQ(config-if)#ip nat outside
```

ii. Configuración de ISAKMP

En esta fase se establece un canal de autenticidad para la comunicación entre los equipos remotos. Para esto, se usa el Algoritmo de Diffe-Hellman; el cual es asimétrico y permite el intercambio seguro de llaves asimétricas.

La autenticación en este protocolo, se puede realizar por medio de claves Pre-Compartidas (Pre-Shared Key) o de Certificados.

Ejemplo:

```
R-HQ(config)#crypto isakmp policy 10
```

```
R-HQ(config-isakmp)#authentication pre-share
```

```
R-HQ(config-isakmp)#encryption aes 128
```

```
R-HQ(config-isakmp)#hash sha
```

```
R-HQ(config-isakmp)#group 2
```

```
R-HQ(config-isakmp)#lifetime 86400
```

```
R(config)#crypto isakmp key <key> [address/hostname] <Remote  
Address/Hostname>
```

```
R-HQ(config-isakmp)#crypto isakmp identity address
```

```
R-HQ(config-isakmp)#crypto isakmp key myvpnkey 180.100.0.2  
255.255.255.252
```

iii. Configuración de IPSec

En esta fase, los equipos configurados hacen uso del canal establecido en el paso anterior, para compartir las claves simétricas en las que se encripta el tráfico de información.

Ejemplo:

```
R-HQ(config)#crypto ipsec transform-set TRANSF esp-aes 128 esp-sha-  
hmac
```

```
R-HQ(config)#crypto ipsec security-association lifetime seconds 86400
```

```
R-HQ(config)#ip access-list extended VPN-TRAFFIC
```

```
R-HQ(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 192.168.1.0 0.0.0.255
```

```
R-HQ(config-ext-nacl)#deny ip any any
```

```
R-HQ(config)#crypto map VPN-MAP 1 ipsec-isakmp
```

```
R-HQ(config-crypto-map)#set peer 200.24.0.2
```

```
R-HQ(config-crypto-map)#set pfs group2
```

```
R-HQ(config-crypto-map)#set transform-set TRANSF
```

```
R-HQ(config-crypto-map)#match address VPN-TRAFFIC
```

iv. Configuración del Route-Map

En este último paso, se pasa a configurar los route-maps de los equipos para que las redes puedan salir a internet a través del NAT y además permitan la intercomunicación entre las redes remotas con el túnel que se ha creado previamente.

Ejemplo:

```
R-HQ(config)#ip access-list extended NAT-LIST
```

```
R-HQ(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 192.168.1.0 0.0.0.255
```

```
R-HQ(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 any
```

```
R-HQ(config-ext-nacl)#deny ip any any
```

```
R-HQ(config)#route-map VPN-TRAFFIC
```

```
R-HQ(config-route-map)#match ip address NAT-LIST
```

```
R-HQ(config)#ip nat inside source route-map VPN-TRAFFIC interface  
gigabitEthernet 0/1
```

4.1.2. Lenguaje de programación e IDE seleccionado

El lenguaje de programación que se usará para el desarrollo de la herramienta será Java debido, principalmente, a que cuenta con las librerías capaces de llevar a cabo el proyecto.

El IDE a usar será Net Beans 7.2.1 por dar un soporte pleno de Java.

La sustentación del uso del lenguaje como el IDE, se halla en el punto 2.3.2 del documento.

4.1.3. Librerías

Para el desarrollo de la herramienta en Java, se usarán en principio dos librerías principales. Una para poder realizar la conexión a los equipos y la otra para permitir tener un interfaz amigable; a través, del movimiento de elementos en la interfaz. A continuación su detalle.

Tabla 4.1 Librerías de Java a utilizar

Librería	Descripción	Funcionalidad
org.apache.commons.net.telnet.TelnetClient	Librería que permite realizar conexiones vía telnet	Esta Librería permite realizar un conexión vía telnet a un equipo router. Además, entre sus principales funciones se encuentra la validación de la conexión y configuración de sockets.
java.io.OutputStream java.io.InputStream	Librerías que permiten el flujo de entrada y salida de bytes.	Estas librerías permiten poder controlar el envío y salida de sentencias al un equipo luego de haberse realizado una conexión.

4.1.4. Ambiente de uso de la herramienta

La herramienta desarrollada puede ser utilizada en cualquier equipo que cuente con el sistema operativo Windows XP o superior; además deberá poseer una salida a internet directamente a través del router; es decir, sin ningún equipo como un proxy o cortafuegos en el medio.

Cabe resaltar que el uso de un equipo con Windows XP o superior, es utilizado por la mayoría de usuarios por ser muy comercial; por lo tanto, la herramienta podrá ser

utilizada por cualquier usuario y/o organización sin necesidad de comprar un servidor especial que podría resultar muy costoso.

4.2. Pruebas

Las pruebas son parte del proceso de desarrollo que nos permitirá asegurar que la herramienta que se está creando sea de calidad y cumpla con los requerimientos del cliente, asegurando la satisfacción del mismo al utilizarlo.

Las pruebas se efectuaron conforme se fueron desarrollando nuevas funcionalidades. Cada funcionalidad creada pasó por su respectiva prueba antes de ser validada como terminada. Cada prueba será independiente de otra; por lo que, las funcionalidades de la herramienta podrán ser desarrolladas en paralelo.

4.2.1. Tipo de prueba a utilizar

Para poder evaluar de forma correcta cada una de las pruebas se usó las pruebas unitarias con Java.

Una prueba unitaria consiste en crear un procedimiento o función que evalúe un requerimiento solicitado, con el fin de crear una prueba para cada requerimiento solicitado, de forma que puedan ser evaluados independientemente.

Los beneficios que nos traen al utilizar una prueba unitaria son:

- Facilitar el desarrollo del programador.
- Fomentar el cambio y la refactorización.
- Reducir drásticamente los problemas y tiempos dedicados a la integración.
- Mejorar el entendimiento del código.
- Permitir probar y depurar las funcionalidades que se van desarrollando, sin necesidad de tener la herramienta completa.

También, para mejorar las pruebas se usó la técnica de "Prueba de valor extremo", la cual consiste en utilizar valores de extremos (máximos y mínimos) como datos de entrada para evaluar el correcto funcionamiento de la herramienta en dichos casos.

4.2.2. Lista de pruebas

A continuación, se lista las pruebas realizadas durante el desarrollo de la herramienta.

Tabla 4.2 Listado de pruebas a realizar

Nro. Prueba	Código de Req. Asociado	Requerimiento
P001	R001	Verificar que se genera una interfaz gráfico al iniciar la herramienta.
P002	R002	Verificar que se cree una barra gráfica con los equipos que se van a utilizar en la herramienta.
P003	R003	Verificar que se puedan arrastrar elementos (imágenes) creadas en la interfaz gráfica de la herramienta.
P004	R004	Verificar que al hacer doble click en un elemento de la interfaz gráfica de la herramienta aparezca una lista de opciones.
P005	R005	Verificar que la herramienta se conecte a un router al darle su IP y clave.
P006	R006	Verificar que la herramienta se desconecte de un router, previamente conectado, cuando se solicite.
P007	R007	Verificar que la herramienta obtenga la IP, máscara y número de PC conectadas de un router al conectarse.
P008	R008	Verificar que la herramienta permita actualizar la IP y máscara de un router previamente conectado.
P009	R009	Verificar que la herramienta permita configurar un router, previamente conectado, como el principal.
P010	R010	Verificar que la herramienta permita conectar más de dos router a un router principal, conectado previamente, en la interfaz gráfica.

P011	R011	Verificar que la herramienta cuente con una opción de ayuda donde se muestren los pasos para configurar una VPN con la herramienta.
P012	R012	Verificar que la herramienta permita crear una conexión entre dos locales en la interfaz gráfica de la herramienta.
P013	R013	Verificar que la herramienta muestre un mensaje cuando la conexión que intenta realizar no se puede realizar.
P014	R014	Verificar que la herramienta tenga una opción que permita generar la VPN entre los equipos conectados, previamente, en la interfaz gráfica de la herramienta.
P015	R015	Verificar que la herramienta permita abrir, guardar o eliminar una topología creada.
P016	R016	Verificar que la herramienta permita agregar una nueva conexión remota en la interfaz gráfica a una VPN creada previamente
P017	R017	Verificar que la herramienta permita deshacer la conexión de un punto remoto en una VPN creada previamente.
P018	R018	Verificar que la herramienta permita deshacer un VPN que ha sido creada, previamente, a través de una opción en la interfaz gráfica.
P019	R019	Verificar que la herramienta muestre un mensaje sobre cada router que forma parte de una VPN en la interfaz gráfica.
P020	R020	Verificar que la herramienta guarde los cambios realizados sobre la topología de una VPN, previamente, creada.

4.2.3. Resultados de las pruebas.

A fin de validar cada prueba en su totalidad, se realizó un simulacro del uso de la herramienta en el laboratorio de Telecomunicaciones. Para lo cual se armó una topología similar a la que aparece en la siguiente imagen:

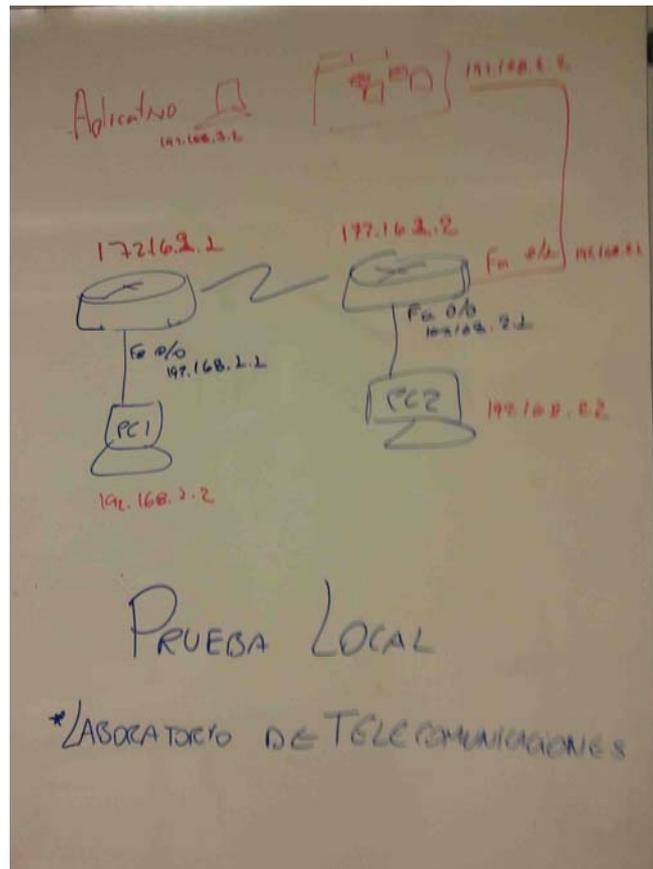


Figura 4.2 Foto de la topología planteada en el laboratorio de Telecomunicaciones del Pabellón V

La prueba consistió en simular dos locales remotos con redes distintas que no podían comunicarse entre sí. Esto con el fin de probar las funcionalidades principales de la herramienta, que son el poder crear un VPN segura entre ambos locales y además poder configurar la red de cualquiera de los locales de forma remota, en ambos casos, a través de una interfaz gráfica. A continuación, se muestran imágenes tomadas durante las pruebas en el laboratorio.

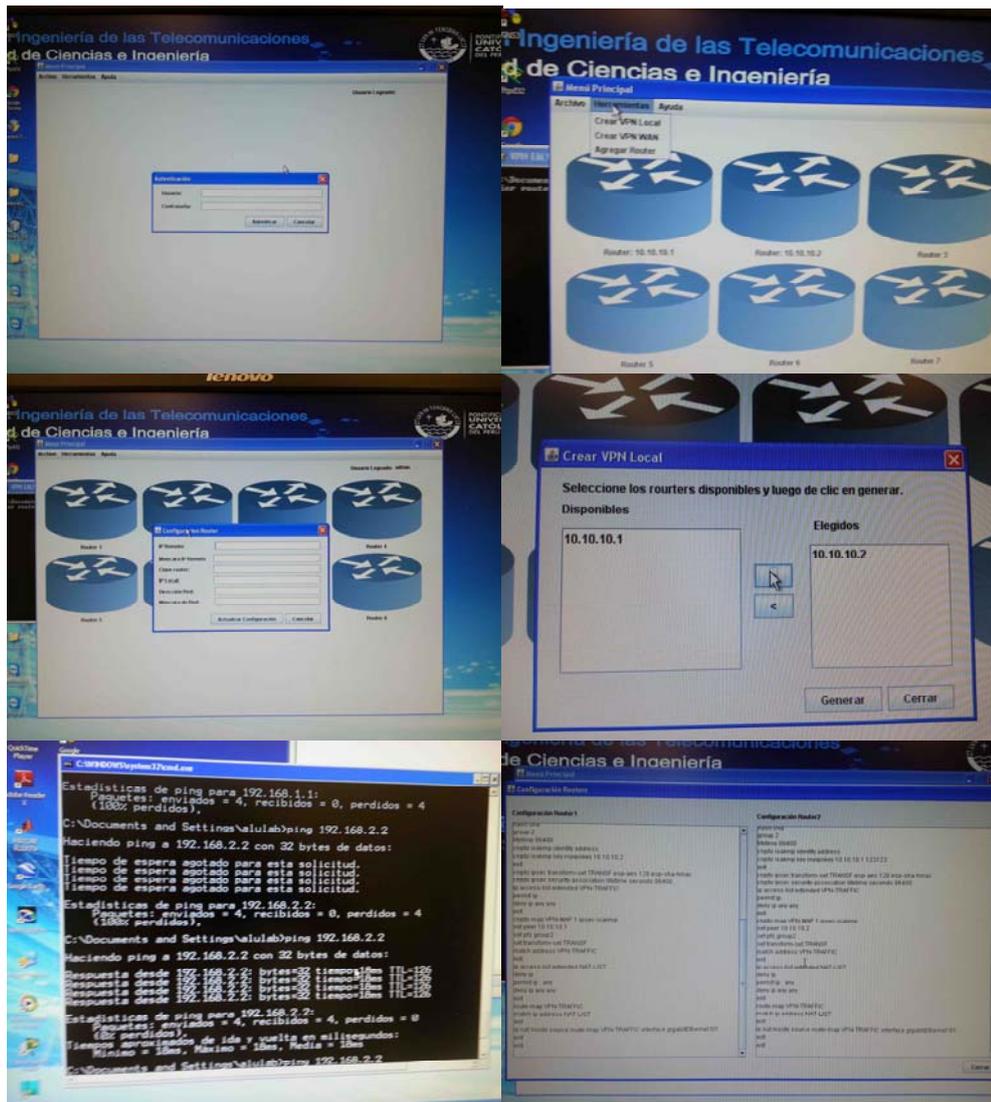


Figura 4.3 Fotos tomadas durante la prueba realizada en el laboratorio.

Los resultados obtenidos respecto a las pruebas realizadas, se pueden observar en el siguiente cuadro:

Tabla 4.3 Lista de resultados de las pruebas

Nro. Prueba	Resultado	Observación
P001	Resultado Correcto.	Ninguna.
P002	Resultado Correcto.	Ninguna.
P003	Resultado Correcto.	Ninguna.
P004	Resultado Correcto.	Ninguna.

P005	Resultado Correcto.	Ninguna.
P006	Resultado Correcto.	Ninguna.
P007	Resultado Correcto.	Ninguna.
P008	Resultado Correcto.	Ninguna.
P009	Resultado Correcto.	Ninguna.
P010	Resultado Correcto.	Ninguna.
P011	Resultado Correcto.	Ninguna.
P012	Resultado Correcto.	Ninguna.
P013	Resultado Correcto.	Ninguna.
P014	Resultado Correcto.	Ninguna.
P015	Resultado Correcto.	Ninguna.
P016	Resultado Correcto.	Ninguna.
P017	Resultado Correcto.	Ninguna.
P018	Resultado Correcto.	Ninguna.
P019	Resultado Correcto.	Ninguna.
P020	Resultado Correcto.	Ninguna.

5. Observaciones, conclusiones y recomendaciones

En este último capítulo se presentan algunas observaciones, conclusiones y recomendaciones acerca del uso y ampliación de la herramienta elaborada.

5.1. Observaciones

- Actualmente, como se mencionó en la descripción del problema, las pymes están en plena expansión; por lo que, requieren el uso de la tecnología para mantener un orden y comunicación entre sus locales, y así mantener su crecimiento. Este es el principal objetivo que se quiere alcanzar con el desarrollo de la solución propuesta.
- Para poder generar una solución que sea de un entendimiento sencillo para los usuarios, ha sido necesario establecer la restricción que consiste en que los locales a interconectar no posean un equipo firewall o proxy entre su router y red local.

- La herramienta desarrollada presenta un adecuado funcionamiento sobre redes con el protocolo IPV4; sin embargo, no tiene soporte sobre redes con el protocolo IPv6, en caso se requiera realizar el cambio.
- Es importante contar con un adecuado diseño de pruebas unitarias para que se cumplan con los requerimientos solicitados, minimizando la posibilidad de errores y retraso del proyecto.

5.2. Conclusiones

Una vez concluido el uso de la herramienta y sus respectivas pruebas se llegó lo siguiente:

- Se cumplió con el objetivo principal, que era el desarrollar una herramienta gráfica para la construcción de una VPN de forma remota. Y que además dicha interfaz sea amigable.
- Se les facilitó a los usuarios el uso de una herramienta que cuenta con interfaz gráfica amigable, logrando reducir en gran medida el tiempo utilizado en las configuraciones y así invertir el tiempo ahorrado en otras tareas críticas.
- Al saber que los usuarios no tienen el conocimiento para poder crear sus propias redes privadas (VPN) entre sus locales; se propuso el uso de una herramienta que les permita configurar sus equipos de una forma rápida y sencilla.
- El tiempo del desarrollo para la creación de una VPN entre dos locales tomó más tiempo del debido; pero al optar por trabajar solo entre dos puntos en lugar de varios, el tiempo de desarrollo al agregar más locales se redujo por tener la misma estructura y concepto de desarrollo.

5.3. Recomendaciones

Con el conocimiento adquirido durante el desarrollo de proyecto recomienda:

- Tener mucho énfasis en las etapas de análisis y diseño para evitar tener que realizar grandes cambios en la etapa de desarrollo; lo que implica, un gran costo mayor al que hubiera costado corregirlo en la etapa de análisis y diseño.
- Se considera que al desarrollar una herramienta gráfica se ponga un especial énfasis a la etapa de diseño, ya que para el usuario le será más fácil utilizarla, siempre en cuando presente un diseño que sea amigable y ordenado, permitiendo así una interacción más intuitiva.
- Utilizar librerías registradas que permiten la interacción con equipos tecnológicos, ya que esto requiere un gran cuidado y ajuste en el tiempo, por lo que desarrollar una nueva tomaría un tiempo excesivo y no es propósito del proyecto.
- Comenzar con el caso de múltiples equipos, con la configuración entre un par de terminales, para luego continuar con el resto, de esta manera la primera podrá ser reutilizada ahorrando así tiempo de configuración.

Algunas recomendaciones en cuento a mejoras que se podrían realizar:

- Dar soporte para a la creación de redes privadas (VPN) que consideren locales que cuente con un firewall y/o proxy en su red local.
- Dar soporte a la administración de redes que usen el protocolo IPV6 en su configuración.

REFERENCIAS

- [HVPNW, 2008] CISCO
2008 *How Virtual Private Networks Work*. Material de enseñanza. Consulta: 5 de Junio del 2012.
<http://www.cisco.com/en/US/tech/tk583/tk372/technologies_tech_note09186a0080094865.shtml>
- [CIDO, 2008] CISCO
2008 *Cisco IOS DMVPN Overview* [diapositivas]. Consulta: 6 de Junio del 2012.
<http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/iosswre/ps6537/ps6586/ps6635/ps6658/DMVPN_Overview.pdf>
- [RPVME, 2008] COMUNICACIONES Y RED
2008 *Red Privada Virtual*. Material de enseñanza. Valencia: Universidad de Valencia, Comunicaciones y Red. Consulta: 10 de julio del 2012.
<<http://www.uv.es/siuv/cas/zxarxa/vpn.htm>>
- [RPME, 2012] TELEFÓNICA DEL PERÚ
2012 *Red Privada*. Material de enseñanza. Consulta: 18 de julio del 2012.
<http://www.movistar.com.pe/red-privada-speedy_726_1>
- [IVD, 2008] VIJAY, Bollapragada, MOHAMED, Khalid, SCOTT, Wainner
2008 *IPSec VPN Design*. Indianapolis, IN 46240 USA. Consulta: 20 de agosto del 2012.
- [TAUT, 2009] OSHEROV ,Roy
2009 *The Art of Unit Testing*. Greenwich, CT 06830 USA. Consulta: 20 de agosto del 2012.

- [MRPC,2010] CISCONETACAD
 2010 *Module 2 Routing (Protocols and Concepts)*. Material de enseñanza. Consulta: 21 de setiembre del 2012.
 [<http://www.cisco.com/web/learning/netacad/course_catalog/CCNADiscovery.html>](http://www.cisco.com/web/learning/netacad/course_catalog/CCNADiscovery.html)
- [ONCM, 2011] SOLAR WINDS
 2011 *Orion NCM*. Material de enseñanza. Consulta: 24 de setiembre del 2012.
 [<http://www.solarwinds.com/products/orion/configuration_manager/info.aspx >](http://www.solarwinds.com/products/orion/configuration_manager/info.aspx)
- [KCT, 2011] KIWISYSLOG
 2011 *Kiwi CatTools*. Material de enseñanza. Valencia: Universidad de Valencia, Comunicaciones y Red. Consulta: 24 de setiembre del 2012.
 [<http://www.kiwisyslog.com/-kiwi-cattools-screenshots/ >](http://www.kiwisyslog.com/-kiwi-cattools-screenshots/)
- [CRWT, 2011] CISCO
 2011 *Cisco Router Web Setup Tool*. Material de enseñanza. Consulta: 24 de setiembre del 2012.
 [<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/products380/products_data_sheet09186a0080091cc5.html>](http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/products380/products_data_sheet09186a0080091cc5.html)
- [CNA, 2011] CISCO
 2011 *Cisco Network Assistant*. Material de enseñanza. Consulta: 24 de setiembre del 2012.
 [<http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/netmgt_sw/ps6504/ps5931/prod_brochure0900aecd8017a754.pdf>](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/netmgt_sw/ps6504/ps5931/prod_brochure0900aecd8017a754.pdf)

- [TRG, 2012] THE SCRUM GUIDE
2012 *The Rule of the Game*. Material de enseñanza.
Consulta: 27 de setiembre del 2012.
<<http://www.scrum.org/storage/scrumguides/Scrum%20Guide%20-%202011.pdf>>
- [SFM, 2008] SOFTHOUSE
2008 *Scrum in five minutes*. Material de enseñanza.
Consulta: 27 de setiembre del 2012.
<<http://www.uv.es/siuv/cas/zxarxa/vpn.htm>>
- [CSC, 2012] CISCO
2012 *Cisco Support Community*. Material de enseñanza. Consulta: 12 de octubre del 2012.
< <https://supportforums.cisco.com/docs/DOC-16089> >
- [PDDOWFM, 2012] MICROSOFT - LIBRARY
2012 *Performing Drag-and-Drop Operations in Windows Forms*. Material de enseñanza.
Consulta: 2 de Noviembre del 2012
< <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/>>