



**MANEJO DEL PROGRAMA OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1
PARA IMPLEMENTAR SIMULACIONES DE REDES.**

**JORLAN RICARDO VERONA LOBO
JESÚS ENRIQUE MARÍN PARRA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T.H. Y C.
2005**



**MANEJO DEL PROGRAMA OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1
PARA IMPLEMENTAR SIMULACIONES DE REDES.**

**JORLAN RICARDO VERONA LOBO
JESÚS ENRIQUE MARÍN PARRA**

**MONOGRAFÍA PRESENTADA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO.**

**ASESOR:
GONZALO LÓPEZ VERGARA
ING. ELECTRÓNICO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T.H. Y C.**

2005

Nota de aceptación _____

Firma del Jurado _____

Firma del Jurado _____

Firma del Jurado _____

Cartagena de Indias, Diciembre de 2005

Cartagena de Indias, 02 de diciembre de 2005

Señores

Comité Curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

La Ciudad

Respetados Señores:

De la manera más atenta me permito presentar a su consideración y aprobación, el trabajo de grado titulado **MANEJO DEL PROGRAMA OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1 PARA IMPLEMENTAR SIMULACIONES DE REDES**. Elaborado por **JORLAN RICARDO VERONA LOBO** y **JESÚS ENRIQUE MARÍN PARRA**, ambos estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica y aspirantes al título como profesionales de la misma.

Espero que el presente trabajo se ajuste a las expectativas y criterios de la universidad para los trabajos de grado.

Atentamente,

JORLAN R. VERONA LOBO

JESÚS E. MARÍN PARRA

Cartagena de Indias, 02 de diciembre de 2005

Señores

Comité Curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

La Ciudad

Respetados Señores:

Cordialmente me permito informarles, que he llevado a cabo la dirección del trabajo de grado de los estudiantes **JORLAN RICARDO VERONA LOBO** y **JESÚS ENRIQUE MARÍN PARRA**, titulado **MANEJO DEL PROGRAMA OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1 PARA IMPLEMENTAR SIMULACIONES DE REDES.**

Atentamente,

GONZALO LÓPEZ VERGARA

Ingeniero Electrónico

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1. ¿QUÉ ES OPNET?	13
1.1. FORMA DE TRABAJO DE OPNET	14
1.1.2. <i>Ventana del Editor de Proyectos.</i>	15
1.1.3. <i>Menú</i>	16
1.1.4. <i>Botones de Herramientas</i>	16
1.1.5. <i>Área de Trabajo</i>	17
1.1.6. <i>Área de Mensajes</i>	18
1.1.7. <i>Ícono de Mensajes de Buffer</i>	18
1.2. PROYECTOS Y ESCENARIOS	18
1.3. CREACIÓN DE UNA RED	24
1.4. RECOPIACIÓN DE ESTADÍSTICAS	26
1.5. SIMULACIÓN.	29
1.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	31
2. DISEÑO DE UNA RED CON PERFILES Y APLICACIONES	32
2.1 CONFIGURACION DE APLICACIONES Y PERFILES	32
2.1.1. <i>Arquitectura</i>	34
2.1.2. <i>Configuración de Perfil</i>	34
2.1.3. <i>Configuración de Aplicaciones</i>	36
2.1.3.1. <i>Standard Network Applications</i>	37
2.1.3.1.1. <i>FTP</i>	37
2.1.3.1.2. <i>e-mail</i>	38
2.1.3.1.3. <i>Remote Login.</i>	39
2.1.3.1.4. <i>Video Conferencia</i>	40
2.1.3.1.5. <i>Base de datos.</i>	41
2.1.3.1.6. <i>HTTP</i>	42
2.1.3.1.7. <i>Print</i>	43
2.1.3.1.8. <i>Voice</i>	43
2.1.3.2. <i>Custom Application</i>	44
2.1.4. <i>Configuración de un Modelo de Aplicación</i>	44
2.1.4.1. <i>Definir la aplicación</i>	45
2.1.5. <i>Construir el perfil</i>	49
2.1.6. <i>Asignar los perfiles a la LAN/Estación de trabajo</i>	51
2.1.7. <i>Configurar el servidor para soportar las aplicaciones</i>	52
2.1.8. <i>Editar las preferencias para las fuentes y los destinos</i>	54
3. PRÁCTICA NO. 1	56
CARGA SOBRE EL SERVIDOR Y RETARDO ETHERNET	56
4. PRÁCTICA NO. 2	83
TCP: CONTROL DE CONGESTIÓN.	83

4.1. CREACIÓN DEL NUEVO PROYECTO.	84
4.2. CREACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA RED.	85
4.2.1. Creación de la Red.	85
4.2.2. Configuración de la red:	86
4.2.2.1. Configuración de las aplicaciones:	86
4.2.2.2. Configuración de los perfiles:	88
4.2.2.3. Configuración de la subred oeste (West Subnet): configuración de un servidor FTP	89
4.2.2.4. Configuración de la subred este (East Subnet): configuración de un cliente FTP:	91
4.2.2.5. Conectar las subredes a la nube IP:	93
4.3. SELECCIÓN DE LAS ESTADÍSTICAS	93
4.4. CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN	95
4.5. DUPLICAMOS EL ESCENARIO	95
4.6. EJECUTAMOS LA SIMULACIÓN	96
4.7. VER LOS RESULTADOS:	97
5. CONCLUSIONES	100
6. BIBLIOGRAFÍA	101
7. ANEXOS	102
ANEXO No. 1: ¿CÓMO CONSEGUIR LA VERSIÓN FREE PARA UNIVERSIDADES?	102
ANEXO No. 2: TUTORIAL EN FLASH PARA OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1	103

LISTA DE FIGURAS

1. Cuatro pasos para construir un modelo de red y realizar la simulación
2. Áreas de la Ventana de Editor de Proyectos
3. Comandos que se encuentran en el menú
4. Botones de herramientas
5. Área de trabajo
6. Primer paso para crear un nuevo proyecto
7. Segundo paso para crear un nuevo proyecto
8. Ventana donde se asigna el nombre al proyecto y al escenario.
9. Ventana de Startup Wizard que aparece luego de la creación de un nuevo proyecto.
10. Segunda Ventana del Startup Wizard donde se escoge la escala de la Red.
11. Tercera Ventana del Startup Wizard, aquí se escoge el tamaño específico de la Red.
12. Cuarta Ventana del Startup Wizard, se escoge la tecnología que deseamos utilizar.
13. Por último el Startup Wizard nos muestra un resumen de todos los parámetros escogidos en los cuatro pasos anteriores.
14. Área de trabajo con la respectiva paleta de la tecnología seleccionada.
15. Paleta de objetos, donde se pueden seleccionar objetos de distintas tecnologías.
16. Ventana de la opción rapid configuration.
17. Recopilación de estadísticas de un objeto individual mediante choose individual statistics.
18. Ventana que surge después de escoger la opción choose individual statistics
19. Recopilación de estadísticas de la red completa.
20. Ventana que surge después de escoger la opción choose individual statistics

21. Ventana de configuración de eventos discretos
22. Ventana que surge durante la simulación, donde se muestra el tiempo tardado.
23. Objeto – Application Definition
24. Objeto – Profile Definition
25. Modelo Jerárquico de Aplicaciones.
26. Configuración del Perfil (Modo Serial)
27. Configuración del Perfil (Modo Simultáneo)
28. Aplicaciones Simultáneas en un perfil.
29. Menú desplegable para editar los Atributos de las Aplicaciones.
30. Atributos del objeto Application Definition
31. Tabla de Definición de Aplicaciones.
32. Opción para editar la definición de aplicaciones
33. Opción para editar las características de email.
34. Opción para editar las características de las aplicaciones personalizadas.
35. Opción para editar las descripciones de tarea.
36. Cuadro para escoger las aplicaciones personalizadas.
37. Menú desplegable para editar los atributos de los perfiles.
38. Seleccionamos edit para entrar a la configuración del perfil.
39. Tabla de configuración de perfiles.
40. Estación de trabajo
41. Opción para editar los perfiles de la estación de trabajo
42. Tabla de los perfiles de la estación de trabajo
43. Servidor.
44. Configuración del servidor para soportar la aplicación.
45. Tabla de la configuración del servidor para soportar la aplicación.
46. Tabla de la configuración del servidor para soportar la aplicación.
47. Tabla de la configuración del servidor para soportar la aplicación.
48. Creación del proyecto UTB y del escenario OfficeTernera.

- 49.a. Hacemos clic en next para configurar las características del nuevo escenario.
- 49.b. Seleccionamos la escala Office.
50. Colocamos las medidas de la Oficina.
51. Figura No. 51: Seleccionamos la tecnología a usar.
52. Resumen de los parámetros escogidos.
53. Seleccionamos Topology y luego Rapid Configuration.
54. Seleccionamos la topología Star.
55. Ventana emergente de Rapid Configuration.
56. Ventana emergente de Rapid Configuration con los valores de la práctica.
57. Conexión de los 30 equipos con el Switch 3COM.
58. Ubicación del servidor en la Paleta de Objetos.
59. Ubicación del enlace 10BaseT en la paleta de objetos.
60. Interconexión del Servidor con el Switch.
61. Se inserta de la Paleta de Objetos: Sm_Application_Config y Sm_Profile_Config.
62. Se hace clic secundario sobre el servidor y se escoge Choose Individual Statistics.
63. Se escoge como parámetro La carga Ethernet en (bits/sec)
- 64.a. Estadísticas globales
- 64.b.: Escogemos el Delay Ethernet (Sec)
65. Hacemos clic en preferentes para ver si repositories tiene asignado un valor
66. Repositories tiene un valor asignado lo que hace que la simulación sea más rápida.
67. Hacemos clic en Configure Discrete Event Simulation.
68. Configuramos la simulación a media hora.
69. Cuadro de diálogo de progreso de la simulación.
70. Opción para ver los resultados de la simulación.
71. Ventana para escoger los datos que se quieren ver de la simulación realizada.

72. Escogemos el Retardo Ethernet y pulsamos Show para ver los resultados.
73. Resultado de la simulación del Retardo Ethernet.
74. Escogemos la Carga de la red y pulsamos Show para ver los resultados.
75. Resultado de la simulación de la Carga de la red.
76. Opción para duplicar el escenario.
77. Se le asigna como nombre OfficeTerneraNew al nuevo escenario.
78. Creamos la nueva red de 20 equipos.
79. Se conectan las dos redes mediante un router Cisco.
80. Opción para comparar resultados mediante compare results.
81. Comparación de los resultados del retardo Ethernet.
82. Comparación de los resultados de la carga de la red.
83. Nombres asignados a cada elemento.
84. Ventana de configuración de las Aplicaciones.
85. Se cambia Spacial Value a Not Used para poder modificar las especificaciones
86. Ventana de configuración de las Aplicaciones.
87. Atributos asignados a los perfiles para descargar un fichero de tamaño constante.
88. Elementos de la subred west.
89. Elementos de la subred East.
90. Modo de recolección de estadísticas.
91. Ventana de Manage Scenarios.
92. Resultados de la simulación del escenario Drop_NoFast
93. Comparación de los tres escenarios.
94. Página para descargar la versión free OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1.
95. Tutorial en Flash para OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1.

LISTA DE TABLAS

1. Parámetros configurables de una aplicación FTP.
2. Parámetros configurables de una aplicación email.
3. Parámetros configurables de una aplicación de Remote Login.
4. Parámetros configurables de una aplicación de Video Conferencia.
5. Parámetros configurables de una aplicación de Base de Datos.
6. Parámetros configurables de una aplicación de HTTP.
7. Parámetros configurables de una aplicación Print.
8. Parámetros configurables de una aplicación de Voz.

MONOGRAFÍA MINOR TELECOMUNICACIONES 2005
INTRODUCCIÓN AL MANEJO DEL PROGRAMA OPNET IT GURU PARA
SIMULAR REDES DE TELECOMUNICACIONES

Con la siguiente monografía se pretende hacer un tutorial o guía para aprender el manejo del programa “OPNET IT GURU” que es de gran ayuda a la hora de implementar cualquier clase de red, porque este nos permite a través de la opción de simulación ver en que estamos fallando a la hora de escoger alguna topología, tecnología o red en específica.

Esta guía le será de gran ayuda a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, ya que, a partir de esto se pueden implementar laboratorios para que el estudiante refuerce mucho más la teoría estudiada en las materias de Comunicaciones I, II y III que se dictan actualmente en dicha universidad. Además también pretendemos realizar dos pequeñas prácticas para implementar el programa.

1. ¿QUÉ ES OPNET?

OPNET son las siglas de **Optimized Network Engineering Tools** que significa Herramientas de Ingeniería para Optimizar una Red. Con este programa podemos modelar, simular y analizar el funcionamiento de redes y protocolos de comunicaciones.

Opnet IT Guru es un simulador de redes que además de modelar redes (routers, switches, servidores, protocolos, medios de transmisión) y las aplicaciones de red, permite diagnosticar problemas, verificar cambios antes de implementarlos y/o planear escenarios futuros en los que sucedan fallos en nodos o en los que la red se expanda.

Esta es una herramienta que además de ser utilizada para simulaciones, al utilizar opciones que te ofrece de mostrar las estadísticas de una parte en específico y muchas otras herramientas que les mencionaremos más adelante, puede ser utilizada por empresas desarrolladoras para:

- Desarrollar nuevos protocolos.
- Optimizar protocolos existentes.
- Estudiar la performance de protocolos existentes en diferentes topologías de redes mediante la utilización de diferentes cargas de tráfico
- Estudiar la performance de diferentes topologías de redes de comunicaciones mediante la utilización de diferentes cargas de tráfico Opnet contiene una librería con modelos de los protocolos de comunicaciones más utilizados como son: Ethernet, TCP, UDP, IP, ATM, FDDI, Frame Relay, etc. Estos modelos incluyen todas las características de los protocolos mencionados. También contiene modelos de elementos de networking más utilizados de diferentes marcas, como pueden ser 3Com, Cisco, Lucent, Hewlett Packard, etc.

1.1. FORMA DE TRABAJO DE OPNET

Para trabajar en OPNET necesitamos realizar cuatro pasos muy sencillos, para obtener los resultados (*Fig. 1*).

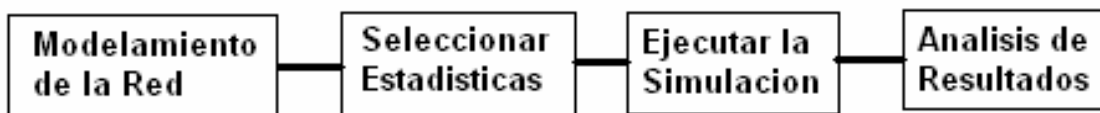


Figura No. 1: Cuatro pasos para construir un modelo de red y realizar la simulación

Estos pasos se concentran alrededor del Editor de Proyectos (Project Editor).

En este editor, se puede crear el modelo de la red, seleccionar las estadísticas a evaluar, ya sea para un objeto en particular de la red o para la red completa.

1.1.2. Ventana del Editor de Proyectos.

En este editor se encuentra las áreas para construir y ejecutar el modelo a simular (Fig. 2)

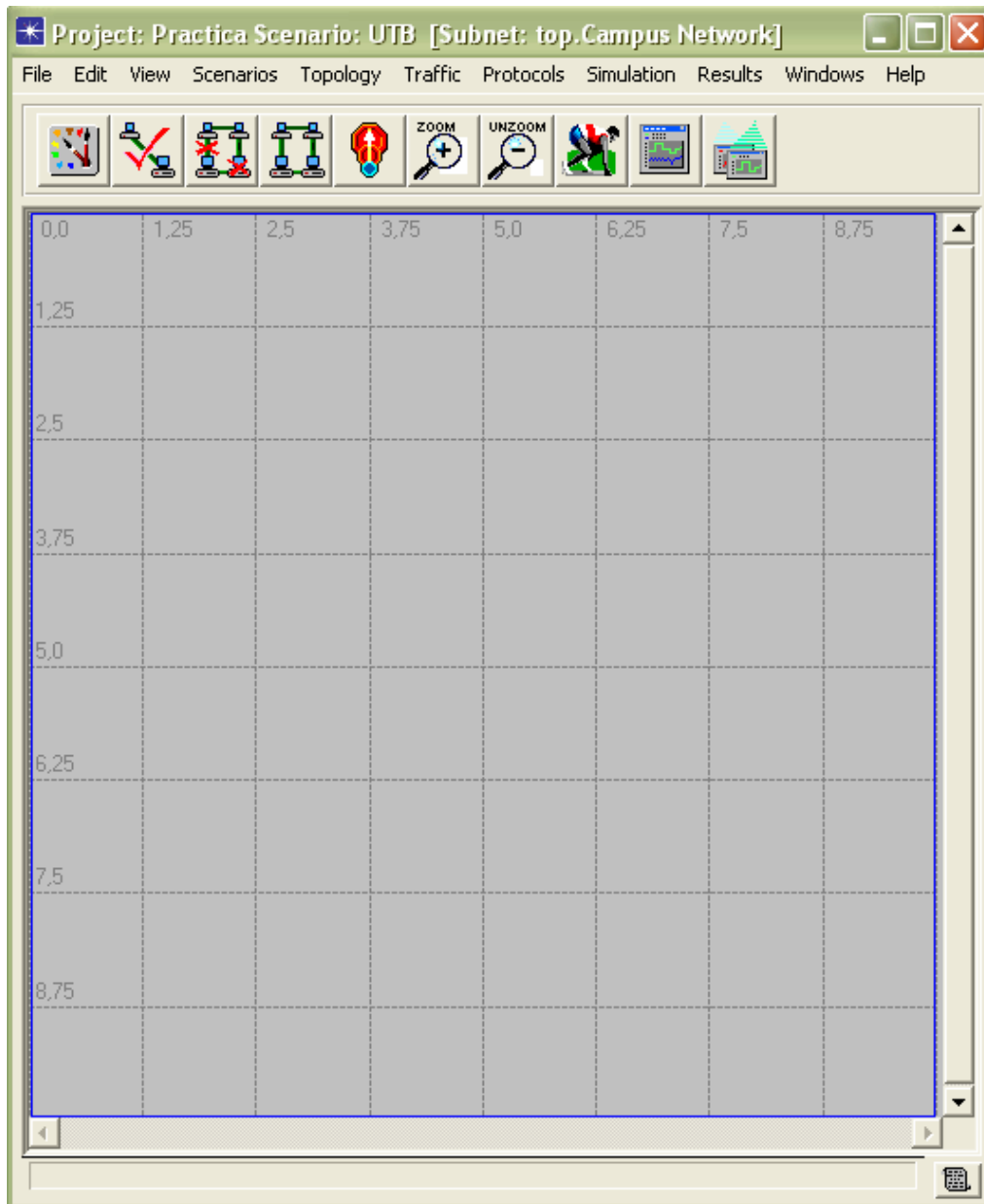


Figura Nº 2: Áreas de la Ventana de Editor de Proyectos

1.1.3. Menú

Se encuentra ubicado en la parte superior de la ventana del editor de proyectos (Fig. 3).

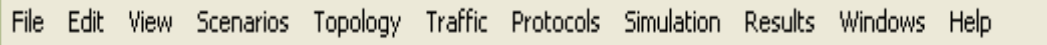




Figura N° 3: Comandos que se encuentran en el menú




1.1.4. Botones de Herramientas



Figura N° 4: Botones de herramientas

En esta se encuentran varias de las opciones más utilizadas de la barra de menú (Fig. 4). Las acciones que realiza cada uno de los botones son las siguientes:

1.  Abrir la Paleta de Objetos.
2.  Chequear consistencia de enlaces.
3.  Anular objetos seleccionados.
4.  Recuperar objetos seleccionados.
5.  Retornar a la subred superior.
6.  Zoom.
7.  Restaurar.

8.  Configurar simulación.
9.  Ver resultados de simulación.
10.  Mostrar u Ocultar gráficos.

1.1.5. Área de Trabajo

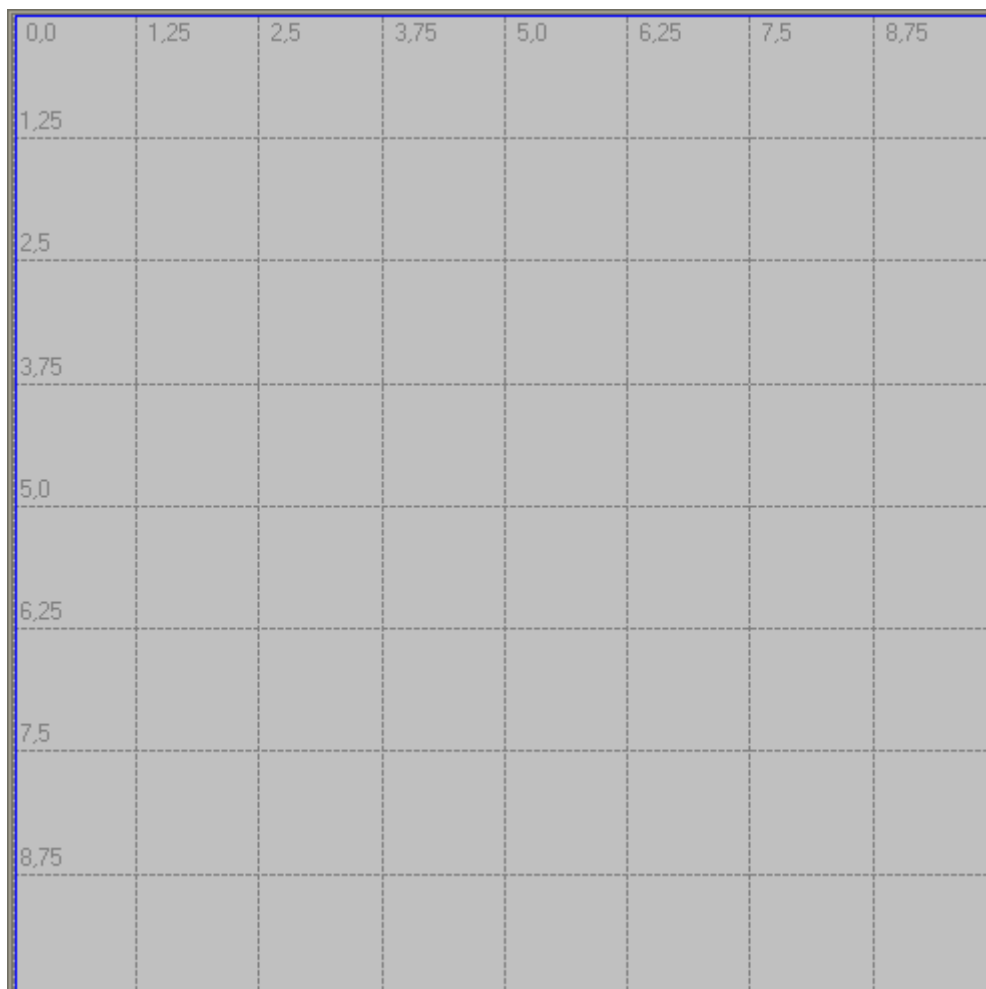


Figura Nº 5: Área de trabajo

Esta se encuentra ubicada en la parte central del editor de proyectos. El modelo de la red aparece en esta área, donde se puede seleccionar objetos, arrastrarlos o seleccionar operaciones mediante un clic derecho sobre el objeto o sobre el área (*Fig. 5*).

1.1.6. Área de Mensajes

Esta se encuentra ubicada en la parte inferior del editor de proyectos. Esta provee información sobre el estado de la herramienta actualmente seleccionada.

1.1.7. Ícono de Mensajes de Buffer

Si realizamos un clic sobre este icono, se abrirá la ventana de mensajes de buffer. La misma muestra la lista de mensajes que aparecieron en el área de mensajes.

1.2. Proyectos y Escenarios

Cuando creamos un nuevo modelo de red, primero debemos crear un nuevo proyecto y un nuevo escenario. Un Proyecto es un grupo de escenarios relacionados, en el cual, cada escenario explora diferentes aspectos de la red. Un proyecto puede contener múltiples escenarios. Un Escenario es un conjunto de objetos que forman parte de la topología de nuestro modelo de red.

Para crear un nuevo proyecto nos acercamos al menú y hacemos clic sobre los comandos File>New>Project (*Fig. 6 y 7*)

Luego le asignamos un nombre al proyecto, un nombre al escenario y damos clic sobre OK (*Fig. 8*).



Figura No. 6: Primer paso para crear un nuevo proyecto



Figura No. 7: Segundo paso para crear un nuevo proyecto

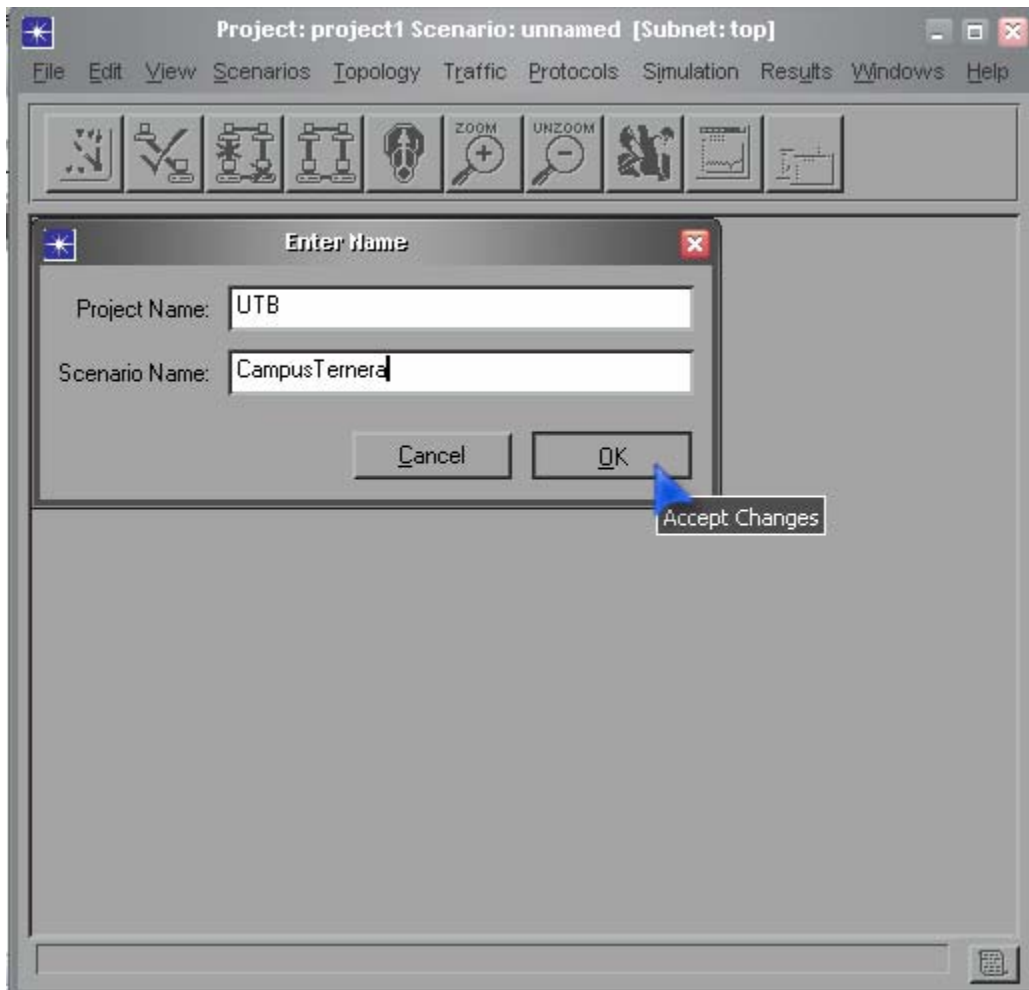


Figura No. 8. Ventana donde se asigna el nombre al proyecto y al escenario.

Una vez que se crea un proyecto, mediante el Startup Wizard, vamos a crear un nuevo escenario. Este Startup Wizard aparece automáticamente cada vez que creamos un nuevo proyecto (Fig. 9, 10, 11, 12 y 13). El Startup Wizard permite:

- ✦ Definir la topología inicial de la red.
- ✦ Definir la escala y tamaño de la red.
- ✦ Seleccionar el trasfondo de la red.
- ✦ Asociar una paleta de objetos con el escenario.

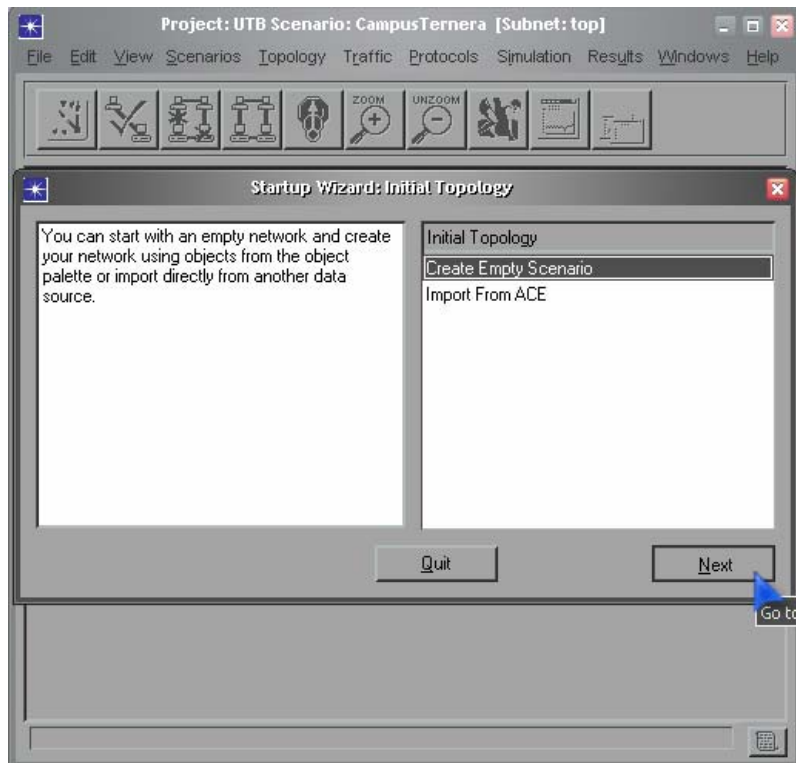


Figura No. 9. Ventana de Startup Wizard que aparece luego de la creación de un nuevo proyecto.

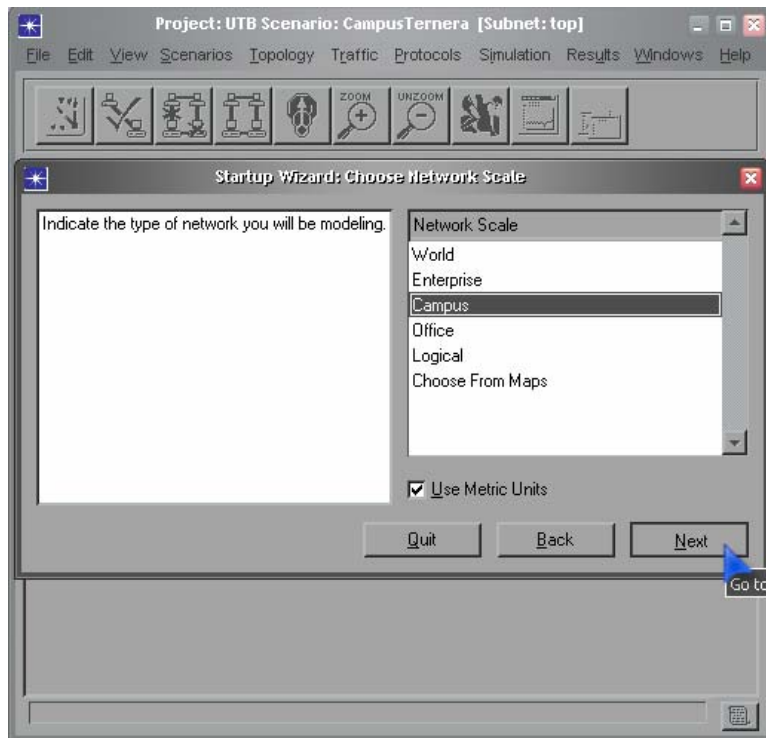


Figura No. 10. Segunda Ventana del Startup Wizard donde se escoge la escala de la Red.

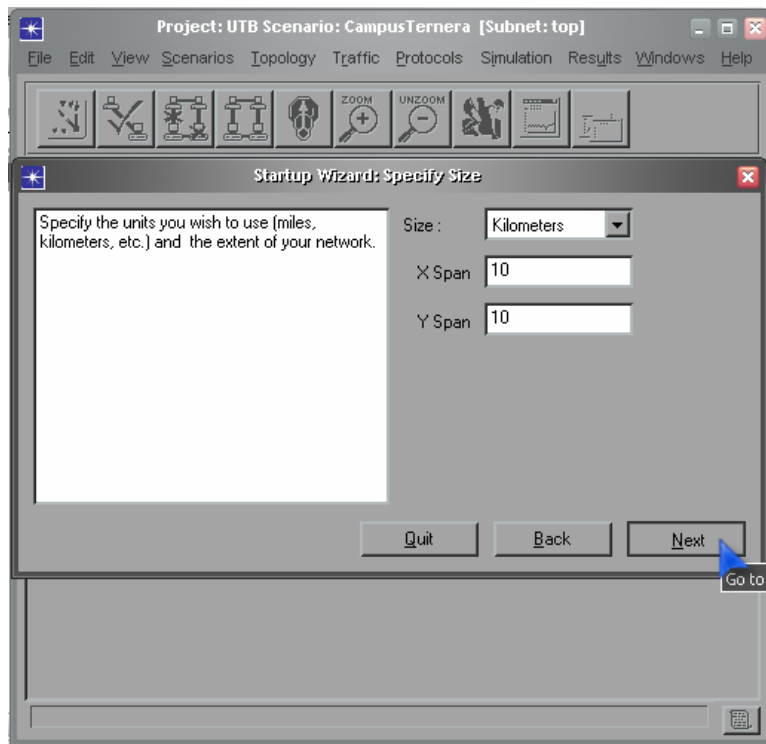


Figura No. 11. Tercera Ventana del Startup Wizard, aquí se escoge el tamaño específico de la Red.

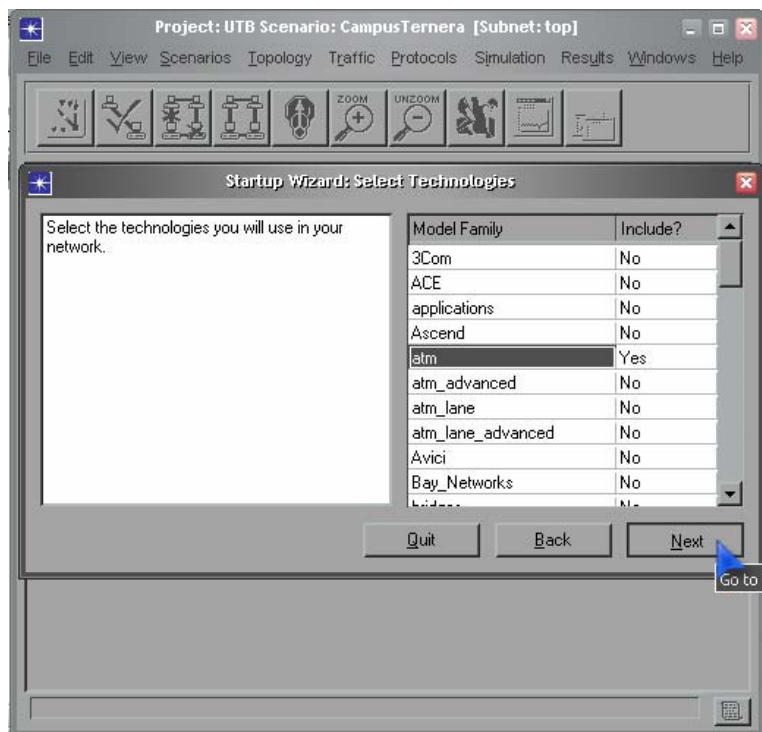


Figura No. 12. Cuarta Ventana del Startup Wizard, se escoge la tecnología que deseamos utilizar

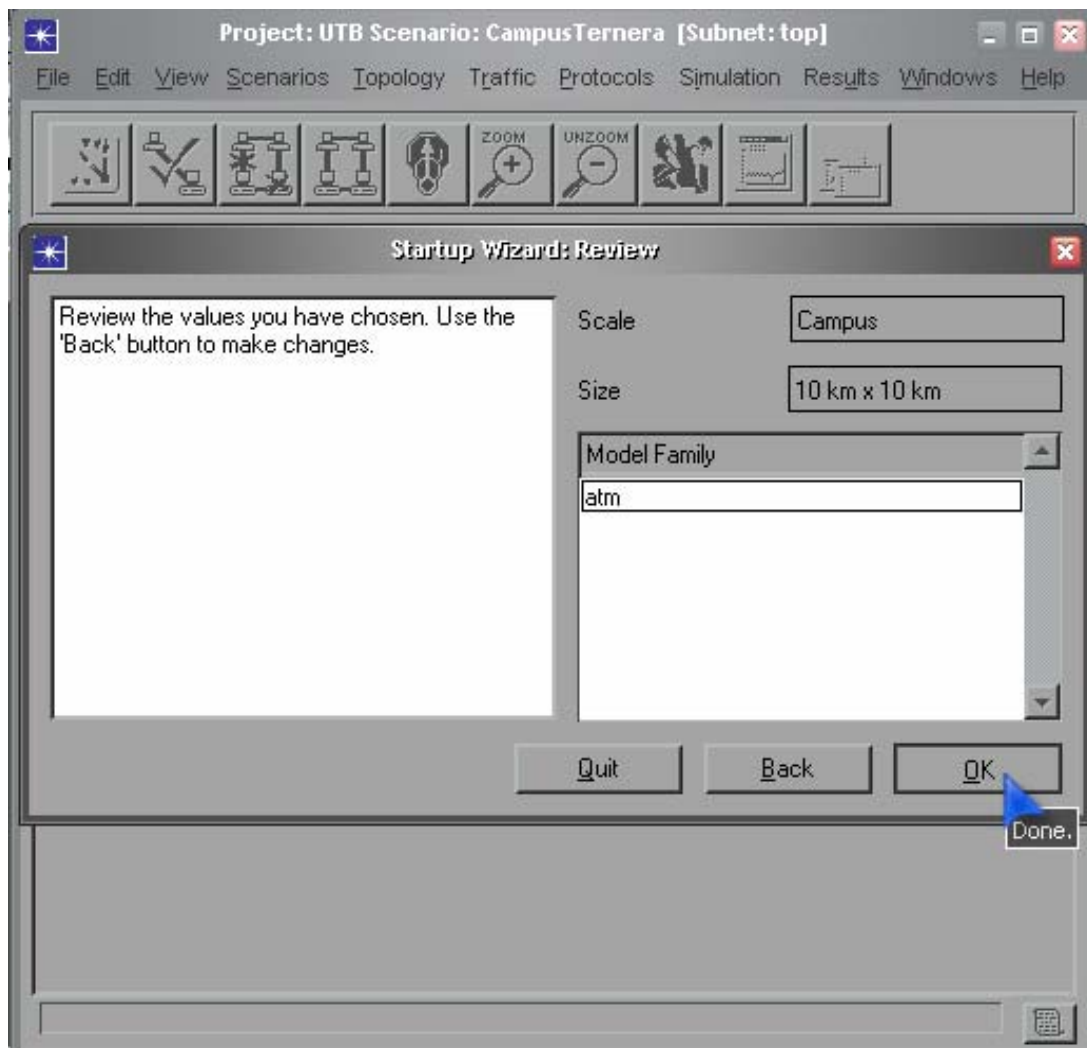


Figura No. 13. Por último el Startup Wizard nos muestra un resumen de todos los parámetros escogidos en los cuatro pasos anteriores.

Una vez definidos los valores para el escenario en el Startup Wizard, un área de trabajo del tamaño especificado es creada dentro de la ventana del editor de proyectos (Fig. 14).

Junto con esta, aparece en una ventana separada la paleta de objetos especificada.

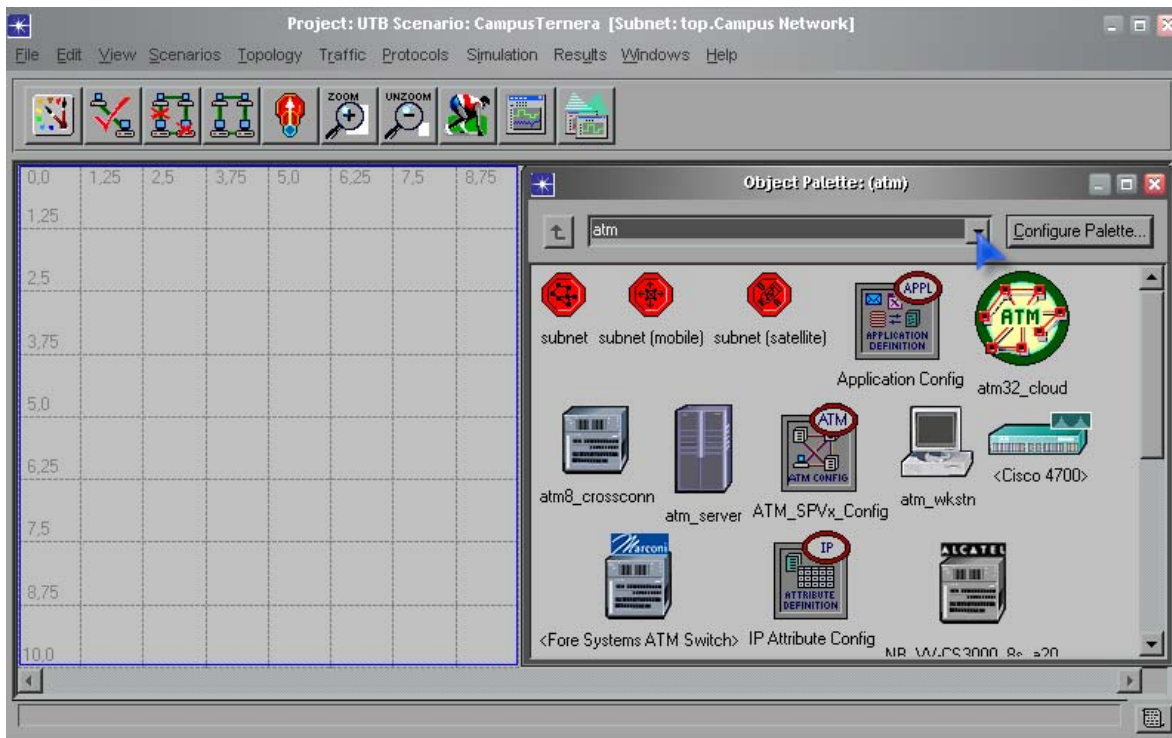


Figura No. 14. Área de trabajo con la respectiva paleta de la tecnología seleccionada.

1.3. Creación de una red

El modelo de una red puede ser creado de tres maneras:

- a) Importar la topología
- b) Crear la topología manualmente, colocando los objetos individuales de la paleta de objetos en el área de trabajo utilizando **nodos** y **enlaces** (links), la paleta de objetos varía según la tecnología escogida (Fig. 15):

- ✦ **Nodo:** Representación de un objeto de red del mundo real que puede transmitir y recibir información.

- ✦ **Enlace (link):** Medio de comunicación que interconecta nodos. Pueden representar cables eléctricos o fibra óptica.

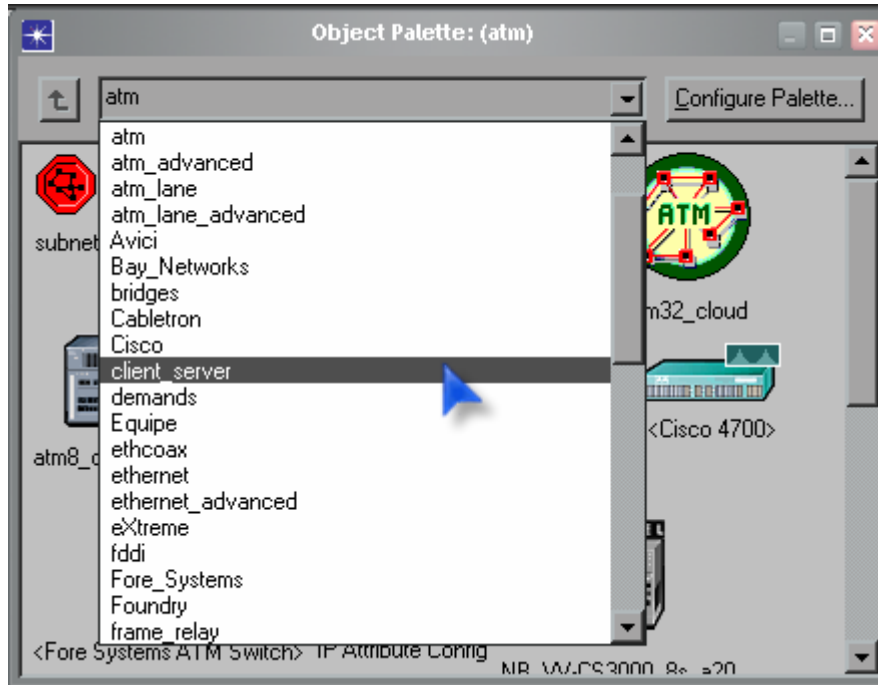


Figura No. 15: Paleta de objetos, donde se pueden seleccionar objetos de distintas tecnologías.

- c) Crear la topología mediante **Rapid Configuration** (editor de configuración rápida) (Fig. 16)

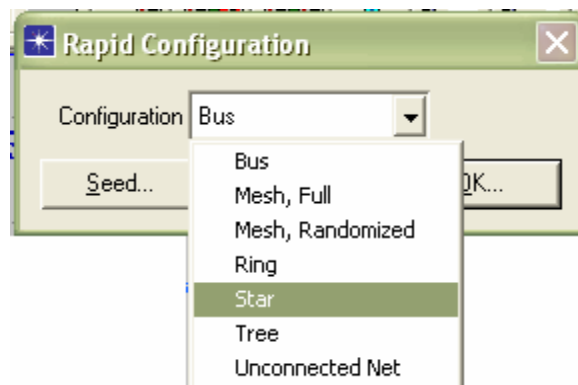


Figura No. 16: Ventana de la opción rapid configuration

1.4. Recopilación de Estadísticas

Las estadísticas se pueden recopilar para nodos individuales de la red (**object statistics**) o para toda la red (**global statistics**).

Para recopilar estadísticas de objetos individuales dentro de la red (**object statistics**) se debe realizar un clic derecho sobre el objeto en cuestión y seleccionar la opción **Choose Individual Statistics** del menú desplegable. Esto abrirá la ventana **Choose Results**, en la cual debemos seleccionar mediante un clic el parámetro que nos interesa medir (Fig. 17 y 18).

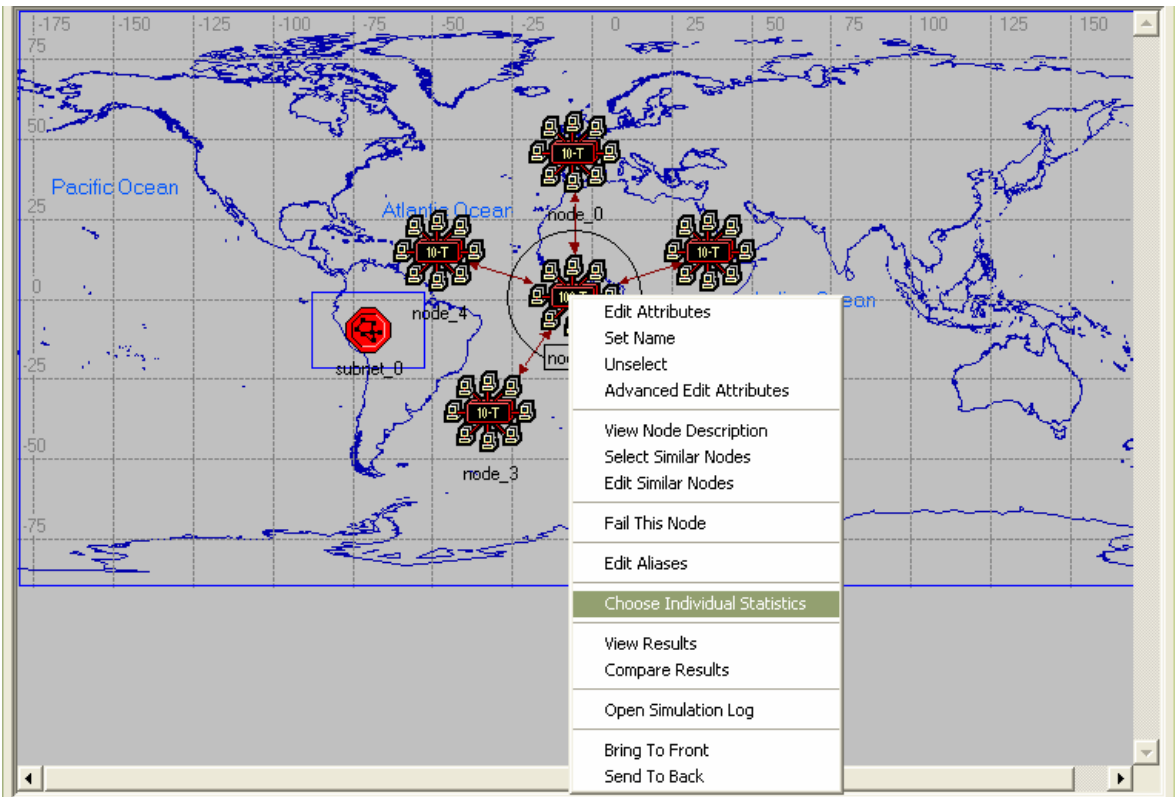


Figura No. 17: Recopilación de estadísticas de un objeto individual mediante *choose individual statistics*.

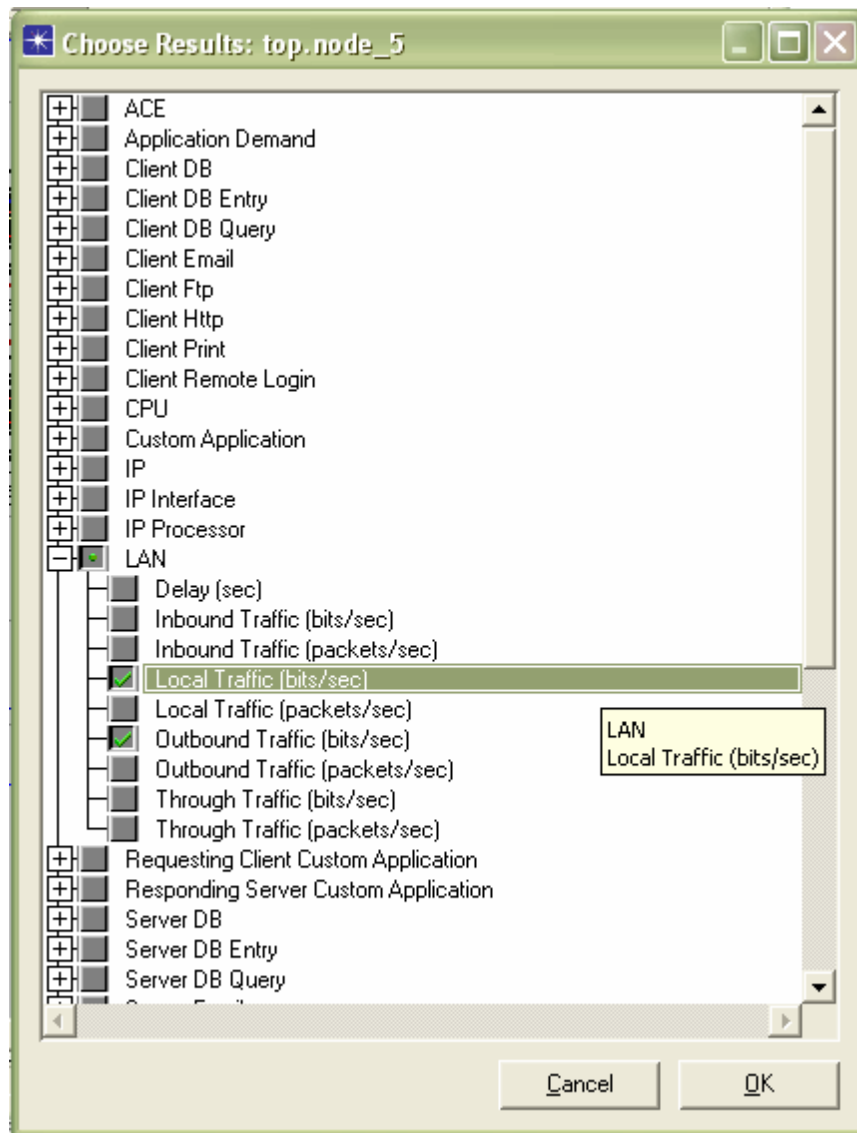


Figura No. 18: Ventana que surge después de escoger la opción choose individual statistics

Para recopilar estadísticas sobre la red completa (**global statistics**) se debe realizar un clic derecho sobre el área de trabajo (no sobre un objeto) y seleccionar la opción **cose Individual Statistics** del menú desplegable.

Esto abrirá la ventana **Choose Results**, en la cual debemos expandir la opción **Global Statistics** realizando un clic sobre el signo mas (+). Esto nos mostrará una

serie de parámetros donde debemos seleccionar mediante un clic el que nos interesa medir (Fig. 19 y 20).

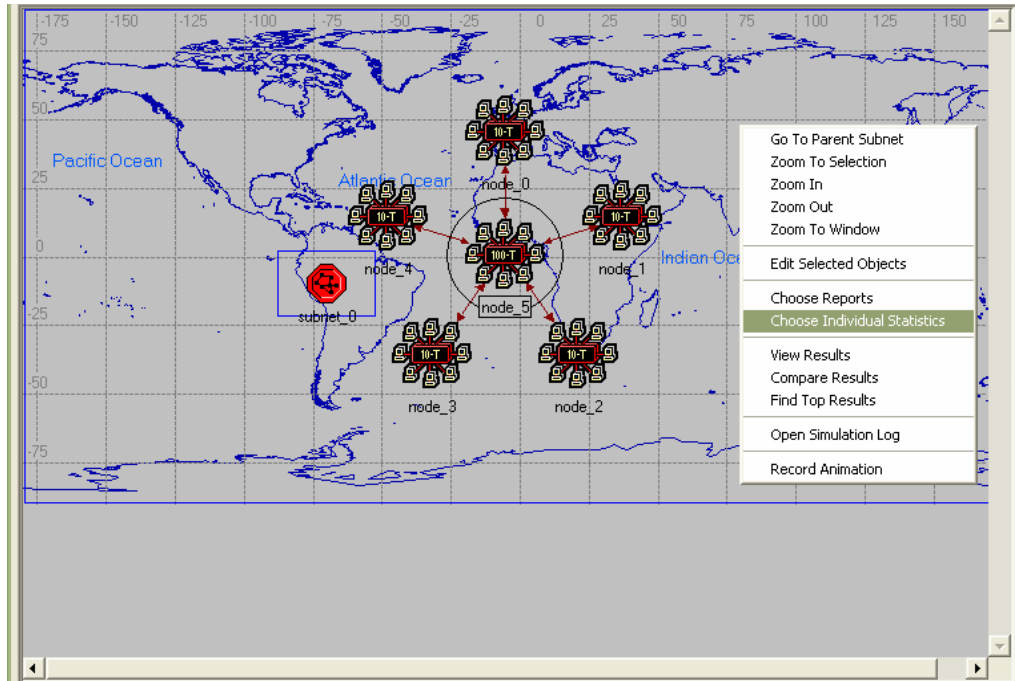


Figura No. 19: Recopilación de estadísticas de la red completa.

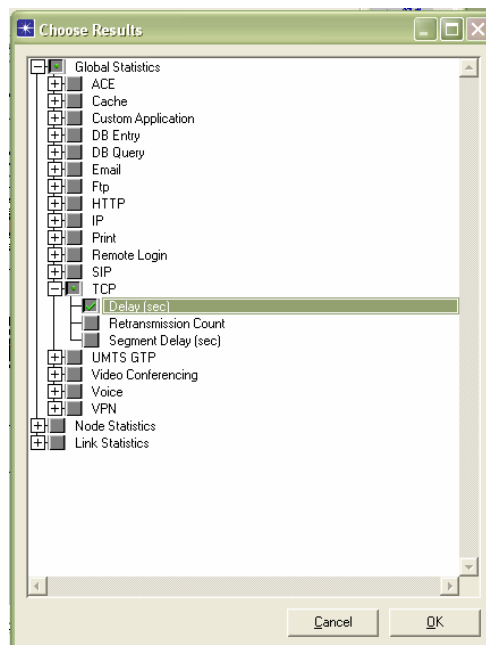


Figura No. 20: Ventana que surge después de escoger la opción choose individual statistics

1.5. Simulación.

Una vez que hemos especificados cuales son los parámetros que nos interesa medir, ya estamos listos para poder correr la simulación. Para esto, debemos seleccionar la opción **Configure Discrete Event Simulation** del menú **Simulation** del área **Menu** de la ventana del editor de Proyectos.

También podemos hacerlo mediante un clic en el botón No. 8 del área de botones de herramientas de la ventana del editor de Proyectos. Esto abrirá una ventana en la cual se pueden configurar determinados parámetros de la simulación como son:

- ✦ Duración (**Duration**): Muestra el tiempo de duración de la simulación en unidades especificadas por la opción seleccionada en el menú desplegable que se ubica a la derecha.
- ✦ Valores por estadística (**Values per Statistic**): Permite especificar el número de valores recolectados para cada parámetro estadístico seleccionado.
- ✦ Pestaña de atributos de Objetos (**Object Attributes Tab**): Permite examinar la performance de una red mediante diferentes cargas. En esta pestaña se establecen los valores deseados para los atributos que deseamos variar y el simulador se encargará de ejecutar tantas simulaciones como valores establecidos (esto se realiza configurando el valor del parámetro **Number of runs in set**).
- ✦ Pestaña Avanzada (**Advanced**): Para cada simulación que se corre, el simulador debe grabar un valor con el “promedio” de todos los valores obtenidos de cada uno de los parámetros seleccionados. Para eso se debe

indicar el nombre del archivo en la opción **Scalar File** Una vez configurados estos valores, hacemos clic en el botón **Run** y se comenzará a ejecutar la simulación. Esto abrirá una ventana que muestra el estado de la misma. Una vez finalizado este proceso de simulación debemos cerrar esta ventana para poder ver los resultados (Fig. 21 y 22).

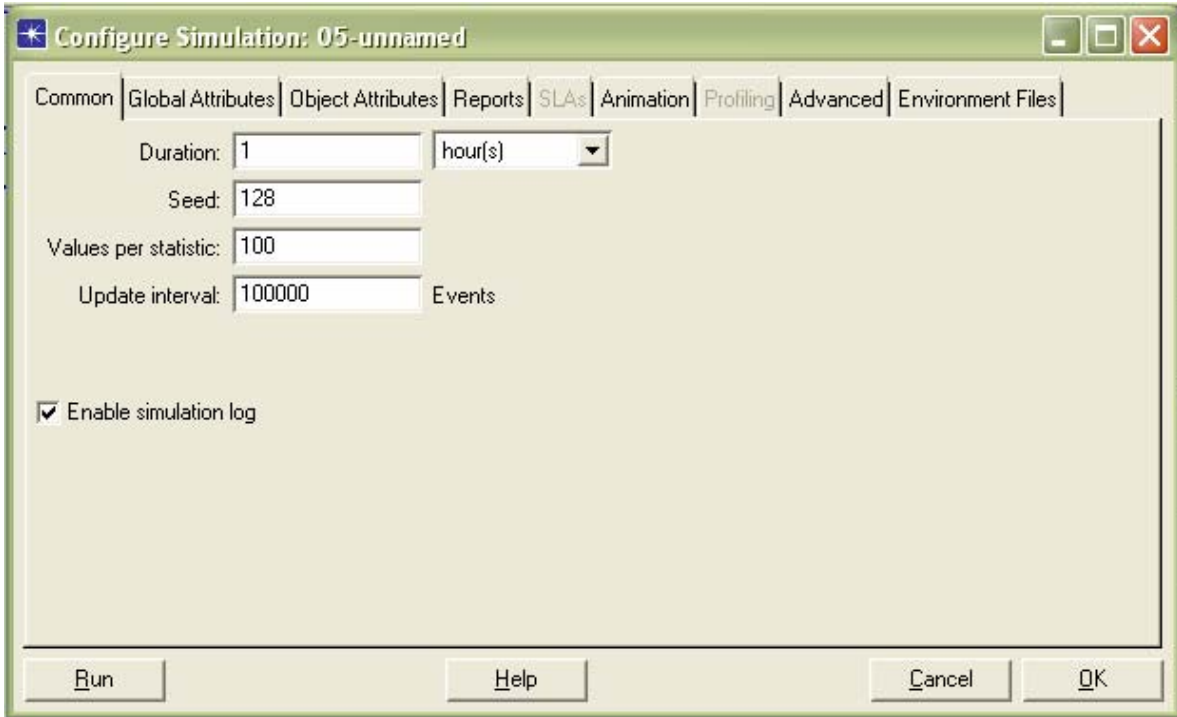


Figura No. 21: Ventana de configure discrete event configuration

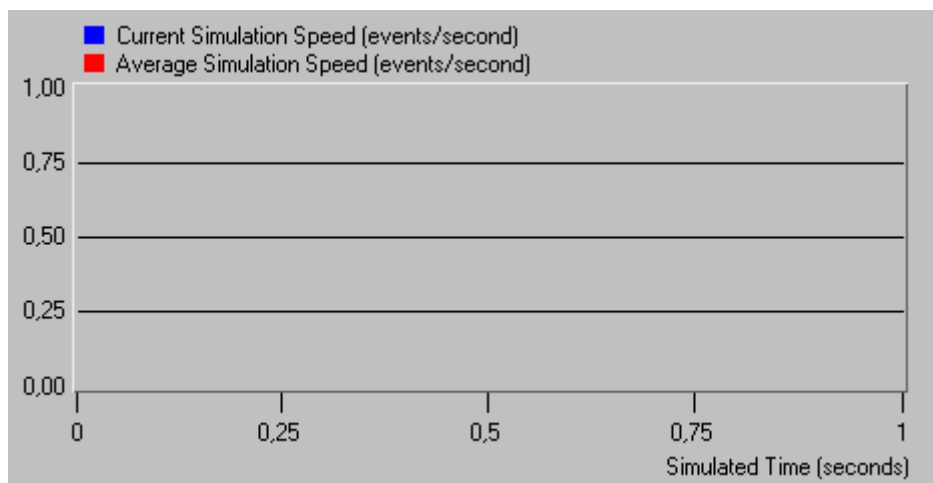


Figura No. 22: Ventana que surge durante la simulación, donde se muestra el tiempo tardado.

1.6. Análisis de resultados.

Por último con la gráfica obtenida por la simulación se analizan y se sacan conclusiones de los resultados obtenidos y se toman decisiones para el mejoramiento de la performance de la red.

2. DISEÑO DE UNA RED CON PERFILES Y APLICACIONES

2.1 CONFIGURACION DE APLICACIONES Y PERFILES



Figura No. 23: Objeto – Application Definition

Es muy importante definir y configurar correctamente las aplicaciones que se van a ejecutar en la red. El comportamiento de un usuario o su perfil puede ser descrito por las aplicaciones que utiliza, por el tiempo que las utiliza o por cuan a menudo utiliza esas aplicaciones en el día. Un número de aplicaciones comunes de red como ser e-mail, telnet, base de datos, http han sido desarrolladas en Opnet para su simulación. El objeto Application Definition ubicado en la paleta de herramientas es el encargado de configurar dichas aplicaciones (*Fig. 23*).



Figura No. 24: Objeto – Profile Definition

Este describe los patrones de actividad de un usuario o grupo de usuarios en función de las aplicaciones que utiliza en un periodo de tiempo. Este se relaciona con las aplicaciones definidas, debido a que un perfil es un conjunto de aplicaciones que utiliza un determinado usuario o grupo de usuarios.

Un perfil es un conjunto de aplicaciones. El objeto Profile Definition ubicado en la paleta de herramientas es el encargado de configurar los perfiles (*Fig. 24*).

Cuando definimos una aplicación dentro de un perfil, debemos definir los siguientes parámetros:

- a. **Start Time Offset:** es el tiempo que transcurre entre el momento (tiempo) de inicio del perfil y el momento (tiempo) de inicio de la aplicación.
- b. **Duration:** especifica la duración de la aplicación en segundos. Si esta duración se especifica hasta el final del perfil, la aplicación finalizara al mismo tiempo que el perfil.
- c. **Repeatability:** especifica el número de sesiones de la aplicación que se ejecutaran en el perfil.
- d. **Inter-repetition Time:** especifica cuando comenzara la próxima sesión de la aplicación. Esto dependerá del valor configurado en **Repetition pattern**.
- e. **Number of repetitions:** especifica el nombre de la distribución y los argumentos utilizados en la misma para generar repeticiones de la aplicación. Si se especifica con “**Unlimited**” permitirá que nuevas sesiones de la aplicación se generen hasta que se cumpla con el argumento especificado en “**Application Stop Time**”.
- f. **Repetition pattern:** define cuando comenzara la próxima sesión de la aplicación. Este parámetro se puede configurar como:
 - **Serial** – Las sesiones de una aplicación se ejecutan en forma serial, una detrás de otra.
 - **Concurrent** - Las sesiones de una aplicación se pueden llegar a ejecutar en forma paralela.
 - **Operation Mode**, si este especifica como Serial (ya sea ordenado o aleatorio) y se declararon múltiples aplicaciones en la tabla, entonces el atributo **Duration** no debe ser especificado como “End of Profile” para ninguna aplicación. Este causaría que una única aplicación se ejecute hasta el final del perfil, provocando que ninguna otra aplicación pueda ser ejecutada (debido a que finalizo el tiempo de ejecución del perfil antes de que una segunda aplicación pueda

comenzar). Se deben definir las aplicaciones utilizando el objeto **Application Config** antes de utilizar este objeto.

2.1.1. Arquitectura

La figura siguiente describe la jerarquía involucrada en la construcción de un perfil de aplicación: un perfil consiste en aplicaciones. Las aplicaciones pueden ser representadas como simples fuentes de tráfico, protocolos complejos o un conjunto discreto de tareas. Las tareas pueden consistir de muchas fases donde cada fase describe un patrón de intercambio de datos entre una fuente y un destino. (Fig. 25).

La configuración tanto de tareas como fase, son aplicables únicamente en un tipo de aplicación, la “custom” o personalizada.

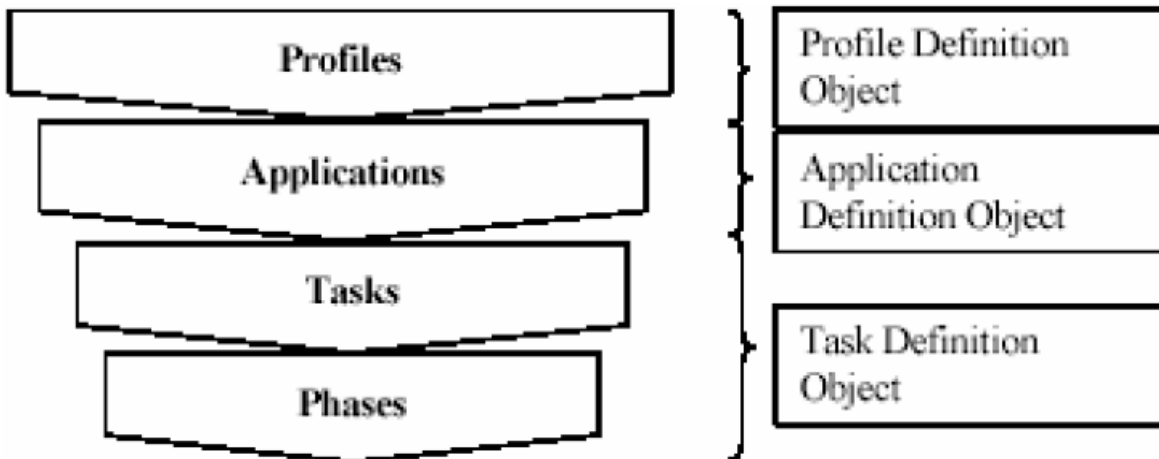


Figura No. 25: Modelo Jerárquico de Aplicaciones.

2.1.2. Configuración de Perfil

Un perfil describe el patrón de las actividades de un usuario o grupo de usuarios en términos de las aplicaciones utilizadas sobre un periodo de tiempo. Se pueden tener varios perfiles diferentes corriendo sobre una LAN o estación de trabajo en particular. Estos perfiles pueden representar diferentes grupos de usuarios,

representando cada uno las aplicaciones típicas de cada empleado incluido dentro del grupo.

Los perfiles se pueden ejecutar repetidamente en el mismo nodo. OPNET permite configurar la repetición de los perfiles para que se ejecuten “concurrently” (concurrentemente – al mismo tiempo) o “serially” (serialmente – uno después de otro).

Un perfil contiene una lista de aplicaciones. Se pueden configurar las aplicaciones dentro de un perfil para que se ejecuten de las siguientes maneras:

- Al mismo tiempo (*Fig. 27*)
- Una después de la otra – en un orden específico a determinar (*Fig. 26*)
- una después de otra – en un orden aleatorio. (*Fig. 28*)

En la mayoría de los casos, cuando describimos las acciones de un único usuario, la acción es serial debido a que la mayoría de los usuarios pueden únicamente realizar una única actividad a la vez. Sin embargo, cuando utilizamos aplicaciones que ejecutan tareas “no-bloqueantes”, se podrían tener más de una tarea corriendo al mismo tiempo. Cuando describimos las actividades de un grupo de usuarios, “concurrency” es común. Como las repeticiones de los perfiles, las repeticiones de las aplicaciones dentro de un perfil se pueden ejecutar concurrentemente o serialmente.

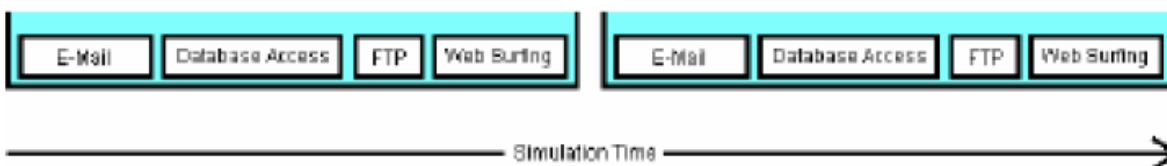


Figura No. 26: Configuración del Perfil (Modo Serial)

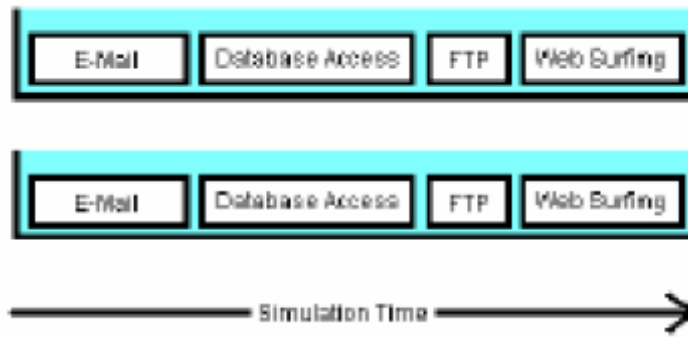


Figura No. 27: Configuración del Perfil (Modo Simultáneo)

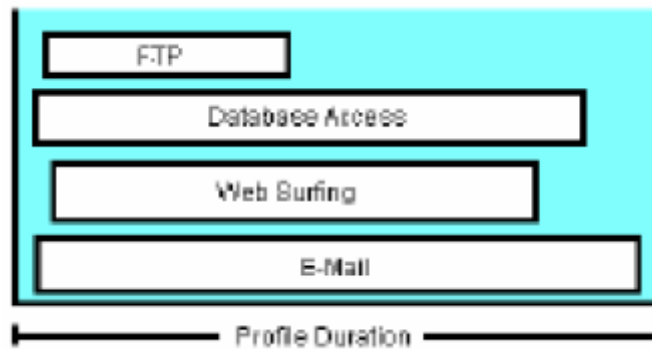


Figura No. 28: Aplicaciones Simultáneas en un perfil.

El objeto “**Profile Definition**” define todos los perfiles que pueden ser utilizados dentro de un escenario.

Únicamente los perfiles que han sido definido en este objeto pueden ser aplicados a una determinada estación de trabajo o LAN de un proyecto y únicamente las aplicaciones que han sido definidas en el objeto “**Application Definition**” pueden ser utilizadas en las definiciones de los perfiles.

2.1.3. Configuración de Aplicaciones

Un perfil es construido utilizando diferentes definiciones de aplicaciones; para cada aplicación definida, se pueden especificar parámetros de utilización como tiempo de comienzo, duración o repetibilidad. Se podrían tener dos aplicaciones idénticas con diferentes parámetros de utilización, como tiempo de comienzo.

Estas serían dos definiciones de aplicaciones diferentes. Por ejemplo, los usuarios pueden utilizar la web frecuentemente por la mañana pero ocasionalmente durante la tarde. De aquí, se podrían crear dos definiciones de aplicaciones diferentes para web browsing, una para la mañana y otra para la tarde con dos patrones de utilización diferentes.

También se podrían crear definiciones de aplicaciones basadas en diferentes grupos de trabajo. Por ejemplo, se podría tener el grupo email_ingenieria enviando 3 email/seg. y el grupo email_ventas enviando 10 email/seg.

Hay dos tipos de modelos de aplicaciones soportadas por el software: “**Standard Network Applications**” y “**Custom Application**”

2.1.3.1. Standard Network Applications

Un número de aplicaciones comunes de la red como ser FTP, e-mail, Telnet, etc. Son nativas del software y cada una tiene sus propios parámetros.

2.1.3.1.1. FTP

Una aplicación FTP permite la transferencia de archivos entre un cliente y un servidor.

FTP permite a los usuarios utilizar dos comandos básicos para transferir un archivo: “get” y “put”. El comando “get” comienza la transferencia de un archivo desde un servidor remoto. El comando “put” envía un archivo a un servidor remoto. *Ver tabla No. 1.*

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Command mix (get/total)	Tasa de “get” (download) del número total de comandos (suma de “put” y “get”).
Inter-request time (Seconds)	Tiempo entre peticiones subsiguientes de archivos.
File Size (Bytes)	Tamaño promedio de los archivos a ser transferidos.
Symbolic Server Name	Nombre simbólico del servidor de archivos al cual el cliente se conecta.
Type of Service	Parámetro de QoS para asignar prioridad a esta aplicación.
RSVP Parameters	Parámetro de RSVP para realizar reservas de ancho de banda.

Tabla No. 1: Parámetros configurables de una aplicación FTP.

La tasa en la que un archivo es requerido es independiente del tiempo de respuesta.

Para representar un único usuario generando tráfico FTP, una única fila de este atributo debe ser configurada. Si múltiples filas son configuradas, cada fila representa una sesión FTP independiente.

2.1.3.1.2. e-mail

El protocolo por defecto utilizado para aplicaciones de e-mail provisto por software es TCP (los mensajes son enviados y recibidos utilizando TCP). También existen protocolos como SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) o POP (Post Office Protocol).

Si el protocolo utilizado para el transporte es el TCP, entonces, una conexión simple TCP es abierta entre el cliente y el servidor y los datos son transferidos basados en la configuración de los atributos de envío y recepción. *Ver tabla No. 2.*

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Send Interarrival Time (Seconds)	Tiempo entre emails enviados desde el cliente al servidor.
Send Group Size	Número de mensajes agrupados antes de la transmisión.
Receive Interarrival Time (Seconds)	Tiempo entre emails recibidos en el servidor.
Receive Group Size	Número de mensajes agrupados antes de la recepción.
Symbolic Server Name	Nombre simbólico del servidor al que el cliente se conecta.
e-mail Size (Bytes)	Tamaño promedio de un email.
Type of Service	Parámetro de QoS para asignar prioridad a esta aplicación de tráfico.
RSVP Parameters	Parámetros RSVP para realizar reservas de ancho de banda.

Tabla No. 2: Parámetros configurables de una aplicación email.

2.1.3.1.3. Remote Login.

Esta es una aplicación en la que los usuarios se loguean en diferentes máquinas e interactúan con el sistema operativo del host remoto. Los comandos que ingresan y el feedback que reciben generan el tráfico en la red. TCP es el protocolo de transporte por default. Ver tabla No. 3.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Inter-Command Time (Seconds)	Tiempo entre comandos.
Terminal Traffic (bytes/command)	Cantidad promedio de datos transferidos por comandos.

Host Traffic (bytes/command)	Cantidad promedio de datos retornados en respuesta a un comando.
Symbolic Server Name	Nombre simbólico del servidor al que se conectará.
Type of Service	Parámetro de QoS para asignar la prioridad a esta aplicación de tráfico.
RSVP parameters	Parámetros RSVP para realizar reservas de ancho de banda.

Tabla No. 3: Parámetros configurables de una aplicación de Remote Login.

2.1.3.1.4. Video Conferencia.

Una aplicación de video conferencia permite a los usuarios transferir streams de video a través de la red. UDP es el protocolo por defecto utilizado para la video conferencia. *Ver tabla No. 4.*

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Frame Interarrival Time Information.	Es el tiempo de la Información entre llegadas de los frames.
Incoming Stream Interarrival time (seconds)	Tiempo entre los frames generados en una sesión de video conferencia desde el destino.
Outgoing Stream Interarrival time (seconds)	Tiempo entre los frames generados en una sesión de video conferencia desde la fuente.
Frame Size Information	Tamaño promedio de un frame de información
Incoming Stream Frame size (bytes)	Tamaño promedio de un frame de video entrante.
Outgoing Stream Frame size (bytes)	Tamaño promedio de un frame de video saliente.
Symbolic Destination Name	Nombre simbólico del destino al que el cliente se conecta.

Type of Service	Parámetro de QoS para asignar la prioridad a esta aplicación de tráfico.
RSVP parameters	Parámetros RSVP para realizar reservas de ancho de banda.

Tabla No. 4: Parámetros configurables de una aplicación de Video Conferencia.

2.1.3.1.5. Base de datos.

Una aplicación de base de datos permite al usuario almacenar información. Una operación de base de datos esta dividida en dos categorías: 1) entrada y 2) petición. Una entrada de base de datos es una cantidad fija de datos que serán escritos en la base de datos. Una petición de base de datos es una petición de un cliente y un servidor respondiendo con datos. El protocolo default de transporte para esta aplicación es TCP. *Ver tabla No. 5.*

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Transaction Mix (Queries/ Total Transaction)	Relación de peticiones respecto al numero total de transacciones (peticiones + updates).
Transaction Interarrival Time (Seconds)	Tiempo entre transacciones.
Transaction Size (bytes)	Tamaño promedio de una entrada o respuesta a una petición.
Symbolic Server Name	Nombre simbólico del servidor al que el cliente contacta.
Type of Service	Parámetro de QoS para asignar la prioridad a esta aplicación de tráfico.
RSVP parameters	Parámetros RSVP para realizar reservas de ancho de banda.

Tabla No. 5: Parámetros configurables de una aplicación de Base de Datos.

2.1.3.1.6. HTTP

Una aplicación http modela una aplicación de navegación en la web. Los usuarios bajan una página desde un servidor remoto. Esta página contiene información de textos y gráficos. TCP es el protocolo por default de transporte para http. Ver *Tabla No. 6.*

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
HTTP Specification	Especificación http.
Http Version	El nombre de la versión http soportada.
Max Connections	Número máximo de conexiones TCP simultaneas que http puede producir.
Max Idle Period (Seconds)	Tiempo máximo sin actividad después de que una conexión es dada de baja.
Pipeline Buffer Size (Request)	Número de peticiones http que pueden ser almacenadas juntas en un mensaje de aplicación simple.
Page Interarrival time (Seconds)	Tiempo entre paginas subsecuentes que un usuario navega.
Page Properties	Propiedades de la Página.
Object Size (bytes/objets)	Tamaño promedio de un objeto.
Number of objects (objects/page)	Número de objetos contenidos en una página.
Location	Nombre simbólico del servidor en el cual el objeto es ubicado.
Server Selection	Selección del servidor.
Inicial Repeat Probability	Probabilidad de que un usuario repita la próxima página desde el mismo servidor.

Pages Per Server	Número de páginas accedidas consecutivas en el mismo servidor.
Type of Service	Parámetro de QoS para asignar la prioridad a esta aplicación de tráfico.
RSVP Parameters	Parámetros RSVP para realizar reservas de ancho de banda.

Tabla No. 6: Parámetros configurables de una aplicación de HTTP.

2.1.3.1.7. Print

Una aplicación de impresión permite a los usuarios iniciar trabajos de impresión. TCP es definido como el protocolo de transporte por default. Cada trabajo de impresión crea una nueva conexión TCP con la impresora. *Ver tabla No. 7.*

ATRIBUTOS	DESCRIPCIÓN
Print Interarrival time (seconds)	Tiempo entre trabajos de impresión emitidos por el usuario.
File size (bytes)	Tamaño promedio del archivo a imprimir.
Symbolic Printer Name	Nombre simbólico de la impresora.
Type Of Service	Parámetro de QoS para asignar la prioridad a esta aplicación de tráfico.

Tabla No. 7: Parámetros configurables de una aplicación Print.

2.1.3.1.8. Voice

Una aplicación de voz permite a dos clientes establecer un canal virtual sobre el cual se pueden comunicarse utilizando señales de voz codificadas digitalmente. UDP es el protocolo de transporte por default para esta aplicación. *Ver tabla No. 8.*

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Silence Length (Sec)	Longitud de los silencios para llamadas entrantes y salientes con su distribución asociada.

Talk Spurt Length (Sec)	Longitud de la llamada para las llamadas entrantes y salientes con su distribución asociada
Symbolic Destination Name	Nombre del destino simbólico del cliente.
Encoder Écheme	Esquema de codificación utilizado.
Voice Frames per Packet	Número de frames de voz que pueden ser enviados en un único paquete.
Type of Service	Parámetro de QoS para asignar la prioridad a esta aplicación de tráfico.
RSVP parameters	Parámetros RSVP para realizar reservas de ancho de banda.

Tabla No. 8: Parámetros configurables de una aplicación de Voz.

Una comunicación de voz es establecida desde un cliente con otro. No existe el concepto de servidor en las comunicaciones de voz.

2.1.3.2. Custom Application

Las aplicaciones personalizadas son un modelo genérico que puede representar una extensa clase de aplicaciones. Este puede ser utilizado cuando las aplicaciones de interés no corresponden a ninguna de las aplicaciones estándar. Una aplicación personalizada provee atributos que permiten configurar varios aspectos de la aplicación en detalle.

2.1.4. Configuración de un Modelo de Aplicación

La configuración de un nodo para utilizar una aplicación para la generación de tráfico es un proceso multi-paso. Debido a que cada paso depende de las definiciones de los pasos previos del procedimiento, es importante que cada paso sea completado en el orden especificado.

2.1.4.1. Definir la aplicación

El primer paso para utilizar una aplicación para genera trafico en un nodo es crear y configurar al definición de la aplicación. El objeto *Aplicación Definición* es usado para definir y configurar las aplicaciones.

a. Ubicar un objeto *Application Definition* nuevo en el proyecto arrastrándolo desde *Utilities* en la paleta de objetos hasta el área de trabajo. Realizar un clic derecho en el objeto y seleccionar “Edit Atributes” en el menú desplegable. Editar el valor del atributo Application Definition. (Fig. 29 y 30).

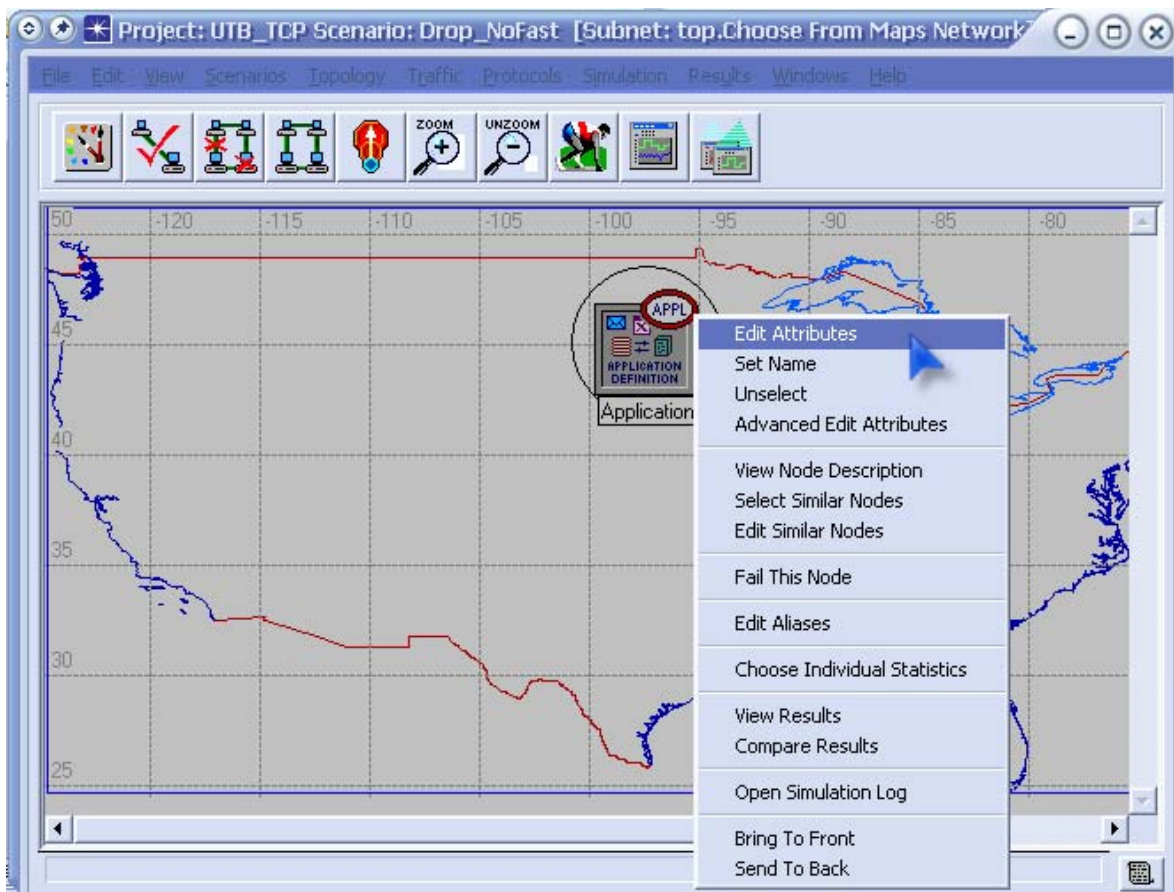


Figura No. 29: Menú desplegable para editar los Atributos de las Aplicaciones.

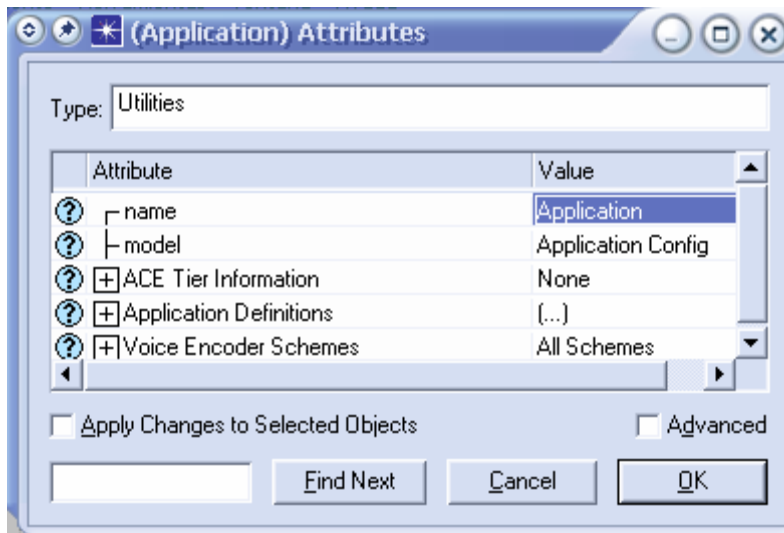


Figura No. 30: Atributos del objeto Application Definition

b. En la tabla de definición de aplicaciones, agregar una nueva fila cambiando el valor de row a 1. Luego se debe darle un nombre descriptivo a la aplicación creada ingresándolo en el campo Name. (Fig. 31).



Figura No. 31: Tabla de Definición de Aplicaciones.

c. Para describir el tipo de aplicación que se quiere crear, se debe realizar doble clic en el campo Description. Para aplicaciones estándar como puede ser e-mail, se puede seleccionar cualquiera de los valores pre-configurados como ser "Low Load", "Medium Load" o "High Load" (baja, media y alta carga). Si estos valores pre-configurados son útiles, este paso ya está listo. En caso contrario se pueden editar estos valores seleccionando Edit. (Fig. 32 y 33).

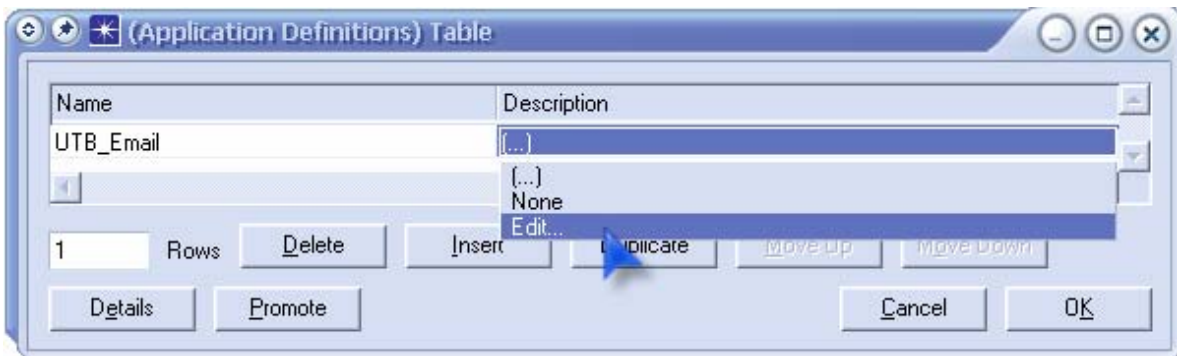


Figura No. 32: Opción para editar la definición de aplicaciones

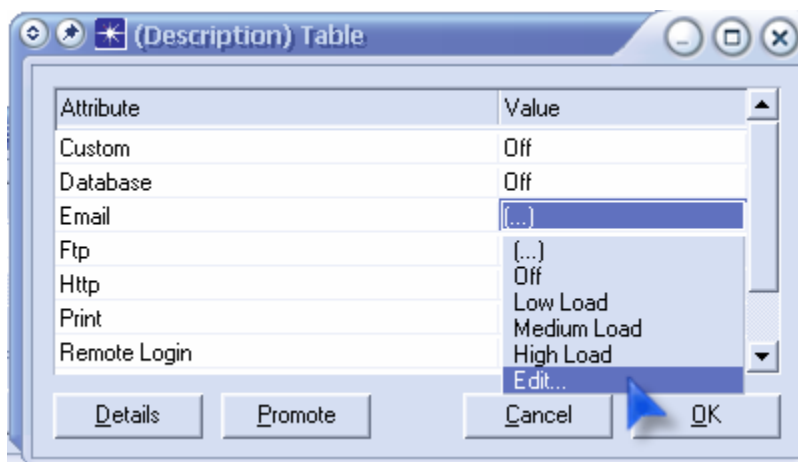


Figura No. 33: Opción para editar las características de email.

d. Si las aplicaciones estándar no sirven y se quiere utilizar aplicaciones personalizadas, se debe utilizar el modelo Custom Application. Este modelo requiere que las tareas de las aplicaciones sean definidas en un objeto separado, el objeto *Task Definition*. Entonces, se debe crear un objeto *Task Definition* utilizando el objetos *Utilities* de la paleta y configurar la definición de las tareas. Una vez que se completo la definición de la tarea, se puede continuar con el proceso de definición de la aplicación y seleccionar la lista de tareas para una aplicación personalizada específica. (Fig. 34, 35 y 36).

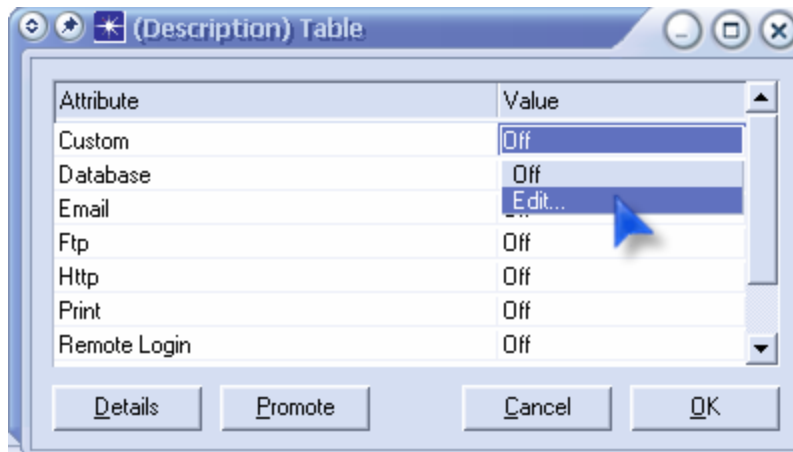


Figura No. 34: Opción para editar las características de las aplicaciones personalizadas.

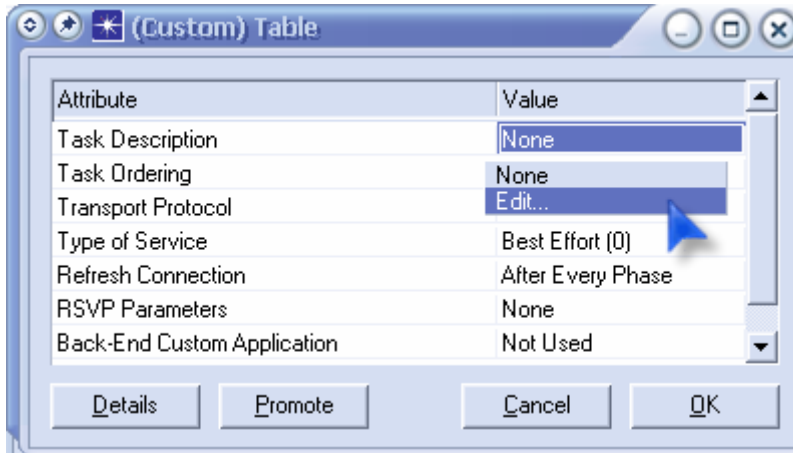


Figura No. 35: Opción para editar las descripciones de tarea.

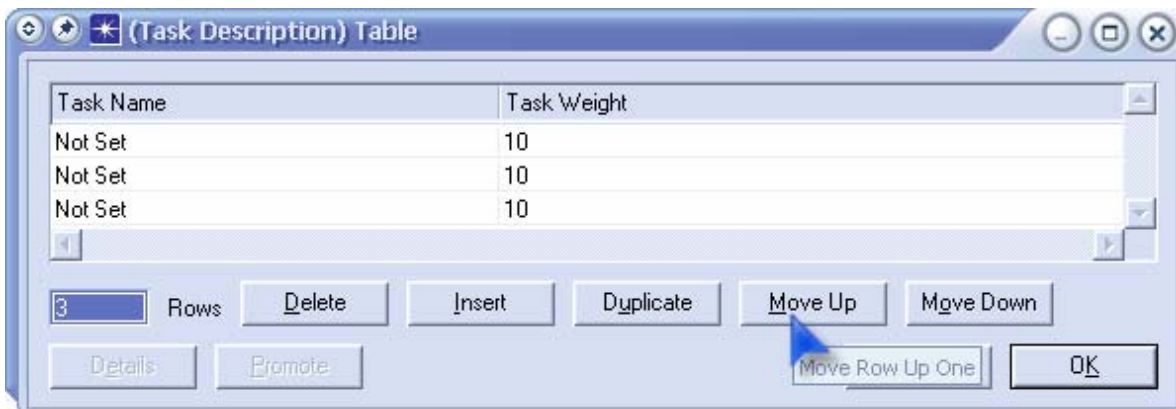


Figura No. 36: Cuadro para escoger las aplicaciones personalizadas.

2.1.5. Construir el perfil

Luego de que la aplicación fue definida, el segundo paso es incluir la definición de aplicaciones en la definición de perfiles, que luego serán utilizadas en las estaciones de trabajo o en las LAN. Este paso utiliza la definición de aplicaciones que fue configurada en el paso 1. (Fig. 37, 38 y 39).

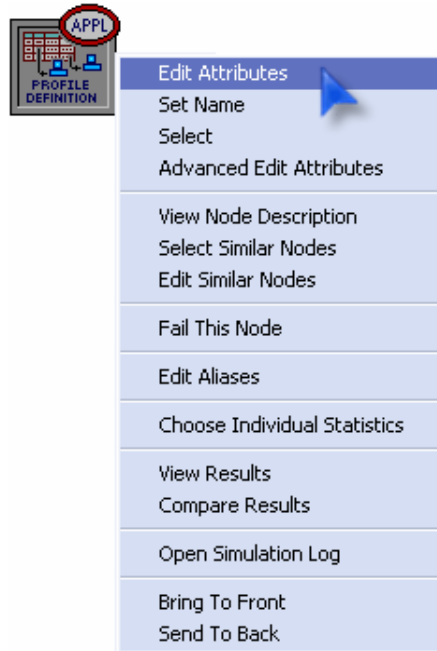


Figura No. 37: Menú desplegable para editar los atributos de los perfiles.

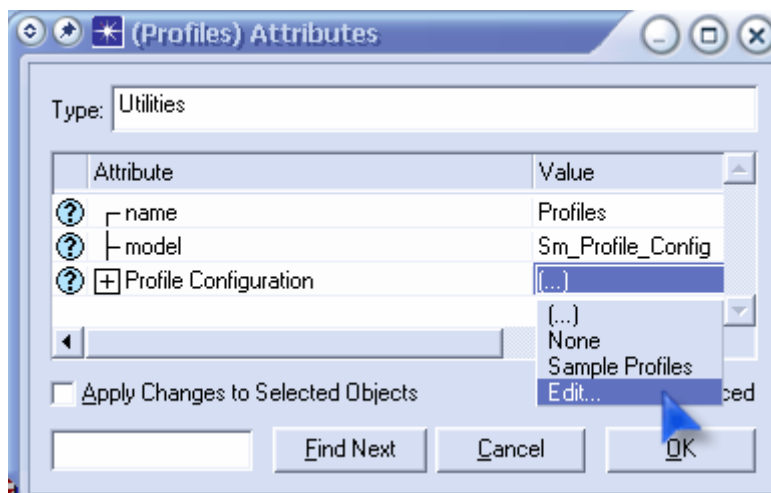


Figura No. 38: Seleccionamos edit para entrar a la configuración del perfil.

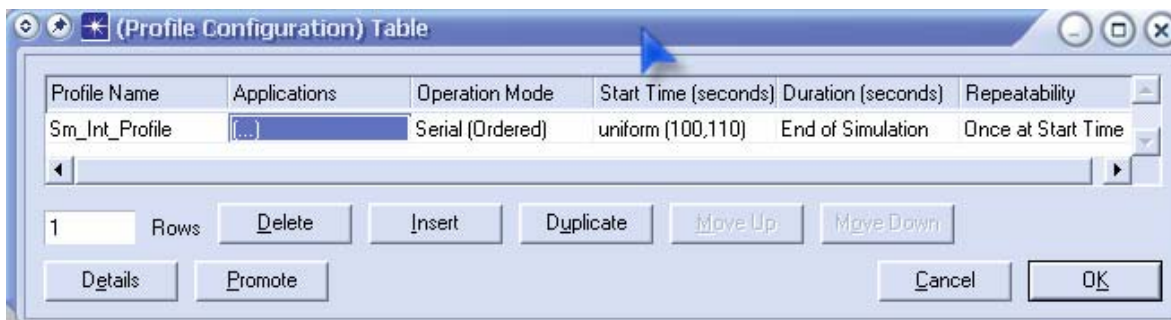


Figura No. 39: Tabla de configuración de perfiles.

e. Agregar un objeto de definición de perfiles al espacio de trabajo del proyecto desde el objeto *Utilities* en la paleta. Realizar un clic con el botón derecho del Mouse sobre este objeto y seleccionar “Edit Attributes”. Editar el valor del campo “Profile Configuration”.

f. Cambiando el valor del campo “Rows” se modificará el número de perfiles del proyecto. Una vez hecho esto, debemos ingresar el nombre del perfil en el campo “Profile Name”. Para cada perfil, se puede configurar la aplicación que soporta, parámetros de utilización como tiempo de inicio, duración, modo de operación y repetibilidad. El modo de operación se refiere al orden en el cual las aplicaciones dentro del perfil son ejecutadas. “Serial (Ordered)” implica que las aplicaciones son ejecutadas una después de la otra en el orden especificado en la tabla. “Serial (Random)” implica que las aplicaciones son ejecutadas serialmente pero el orden de ejecución es aleatorio. “Simultaneous” implica que las aplicaciones son ejecutadas al mismo tiempo.

g. Editar el valor del atributo **Applications**. Se deben agregar tantas filas en *Application Table* como el número de aplicaciones que se quiere que el perfil soporte. En cada fila, se debe especificar el nombre de la aplicación, su offset de tiempo de inicio (relativo al tiempo de inicio del perfil), su duración y su repetibilidad. El campo Application name despliega un menú con la lista de aplicaciones que han sido definidas en el objeto **Application Definition**. El campo

Start Time Offset es el tiempo entre el comienzo del perfil y el comienzo de la aplicación. Para que la aplicación comience junto con el perfil, se debe setear este valor en 0. El campo *Duration* especifica la duración de la aplicación en segundos. Si se setea el campo *Duration* a “End of Profile”, la aplicación finalizara junto con el perfil. El campo *Repeatability* especifica el número de sesiones para esta aplicación dentro del perfil.

2.1.6. Asignar los perfiles a la LAN/Estación de trabajo

Una vez configurado las aplicaciones y los perfiles, ya se puede desplegar estos perfiles en estaciones individuales, servidores o LANs. (Fig. 40)

h. Sobre el objeto que se desea configurar se debe realizar un clic con el botón derecho del Mouse. En el menú desplegable se debe seleccionar la opción Edit Attributes y en este menú, se debe editar el valor de *Application: Supported Profiles*. (Fig. 41 y 42).

i. Agregar el número deseado de filas y seleccionar el perfil que deseamos soportar.



Figura No. 40: Estación de trabajo

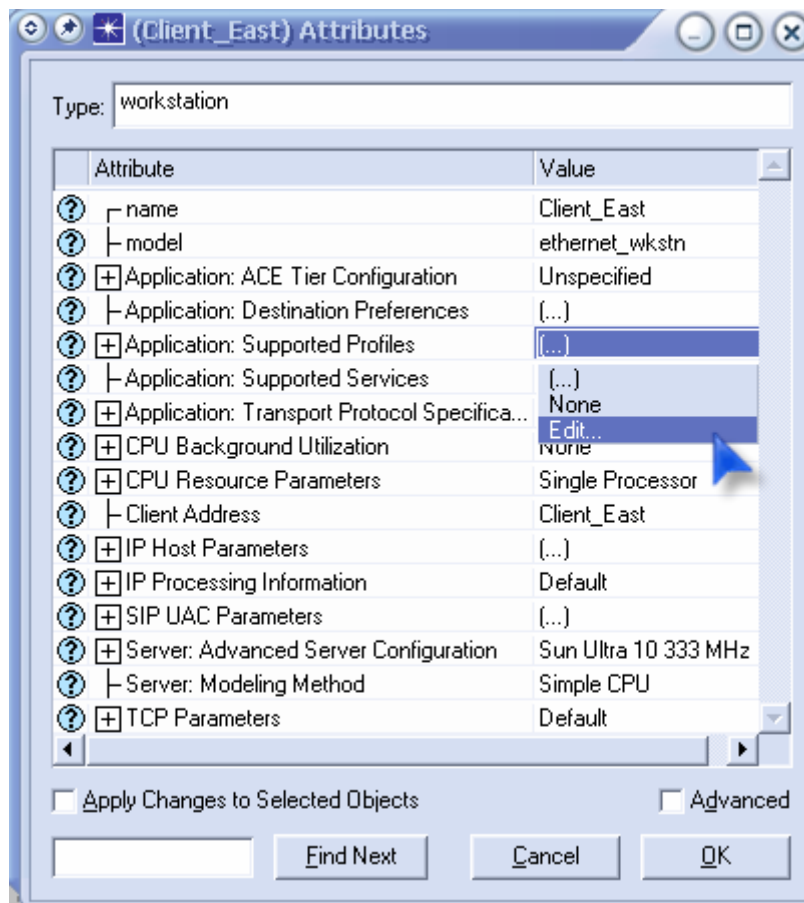


Figura No. 41: Opción para editar los perfiles de la estación de trabajo



Figura No. 42: Tabla de los perfiles de la estación de trabajo

2.1.7. Configurar el servidor para soportar las aplicaciones

Una vez configurado los perfiles en las estaciones de trabajos o en la LAN, se debe configurar el servidor que soportará la aplicación de interés. (Fig. 43)

j. Sobre el servidor que se desea configurar se debe realizar un clic con el botón derecho del Mouse. En el menú desplegable se debe seleccionar la opción Edit Atributes y en este menú, se debe editar el valor de *Application: Supported Services*. (Fig. 44 y 45)

k. Agregar tantas filas como numero de aplicaciones que se requiere que soporte. Editar el campo Name. Este automáticamente desplegará un menú con la lista de aplicaciones que se configuraron en el objeto global *Application Definition*. Seleccionar la aplicación de interés y editar el campo Description para indicar que la aplicación es Soportada.



Figura No. 43: Servidor.

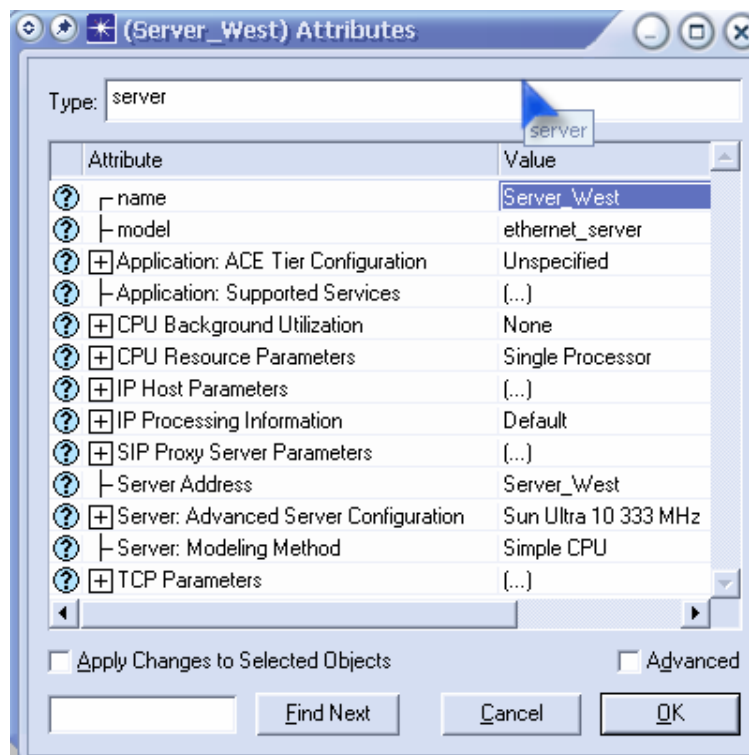


Figura No. 44: Configuración del servidor para soportar la aplicación.



Figura No. 45: Tabla de la configuración del servidor para soportar la aplicación.

2.1.8. Editar las preferencias para las fuentes y los destinos

Cada aplicación utiliza un nombre simbólico para referenciar al servidor. Se deben resolver esas referencias de manera que un nombre simbólico refiera a un objeto servidor actual de la red. El campo *Application: Destination Preferentes* permite mapear un nombre simbólico con el nombre de un servidor actual. Para cada servidor, se puede especificar un peso de selección. También, se puede mapear un nombre simbólico a un conjunto de servidores (más de uno). En este caso, la selección del servidor está basada en el peso de selección especificado.

El atributo de los servidores *Server Address* identifica al servidor por su nombre actual.

Si no se configura ningún destino de preferencia, el servidor será seleccionado aleatoriamente entre todos los servidores que soportan la aplicación de interés.

I. Asignar un nombre único para el servidor o cliente editando el atributo *Server Address*. Este paso es necesario solamente si se quiere que la aplicación seleccione un servidor específico. Si la aplicación puede seleccionar cualquier servidor, se puede dejar este atributo en "Auto-Assigned".

m. Editar el atributo *Application: Destination Preference* en el objeto que esta ejecutando el perfil. Agregar los nombres simbólicos requeridos en la tabla. Las opciones disponibles del menú desplegable *Symbolic Name* corresponden con los nombres simbólicos especificados en el objeto global *Application Definition*. Aquí se debe asignar el nombre actual para cada nombre simbólico. Notar que se puede tener más de un nombre actual para un nombre simbólico. El campo *Name* en la tabla *Actual Name* automáticamente desplegará una lista donde el atributo *Server Address* ha sido especificado. Si este atributo no fue cambiado de su valor por default (*Auto-Assigned*) este servidor no mostrara la lista. (Fig. 46 y 47)

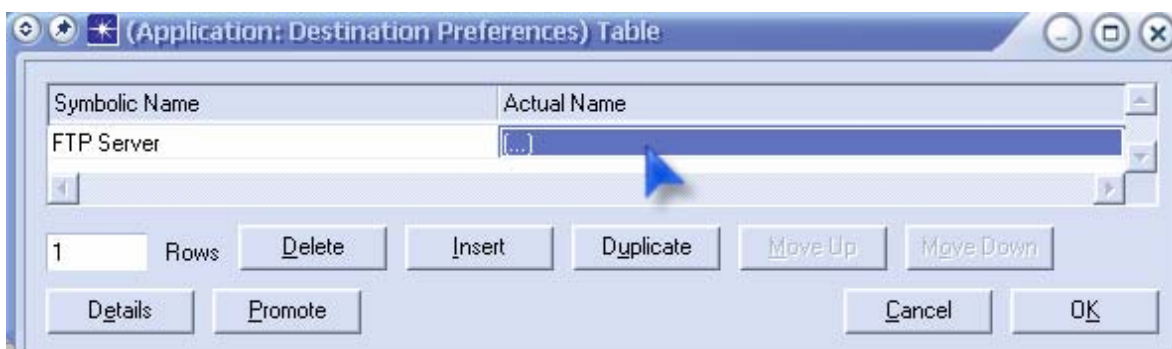


Figura No. 46: Tabla de la configuración del servidor para soportar la aplicación.



Figura No. 47: Tabla de la configuración del servidor para soportar la aplicación.

3. PRÁCTICA No. 1

CARGA SOBRE EL SERVIDOR Y RETARDO ETHERNET

Se trata de modelar una red Ethernet que está ubicada en una Oficina del Campus de Ternera de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, la cual tiene las siguientes características:

- ✦ 30 equipos y un servidor conectados a un switch 3COM, los cuales están distanciados en un área de 100 metros x 100 metros.
- ✦ Las aplicaciones que se ejecutan en la red hacen un uso ligero de la red (solo hay tráfico de datos).
- ✦ Se quiere saber que impacto tendrá sobre el servidor la conexión de 20 equipos nuevos que se compraron, ya que con los 30 anteriores no era suficiente para todo el trabajo que se realiza allí. Se intenta determinar que pasará con:

1. Carga sobre el servidor
2. Retardo Ethernet sobre la red.

Como primer paso creamos un nuevo proyecto al cual lo llamaremos UTB y un nuevo escenario que llamaremos OfficeTernera (*Fig. 48*). Luego en las siguientes ventanas le asignamos los siguientes valores: Oficce con medidas de 100 metros x 100 metros y con tecnología Sm_Int_Model_List (*Fig. 49.a., 49.b., 50, 51 y 52*).

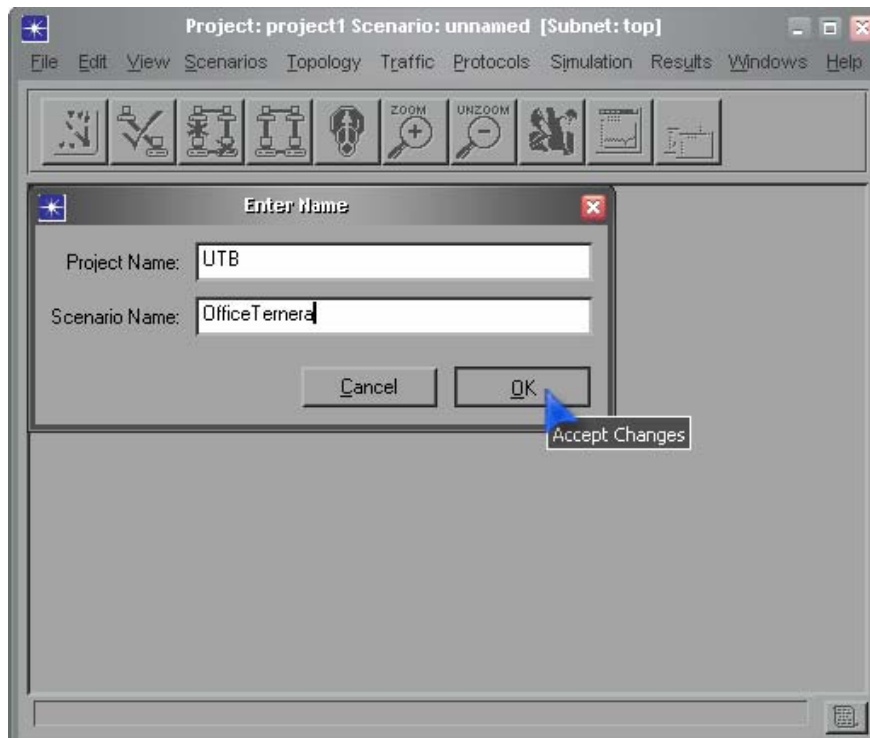


Figura No. 48: Creación del proyecto UTB y del escenario OfficeTenera.

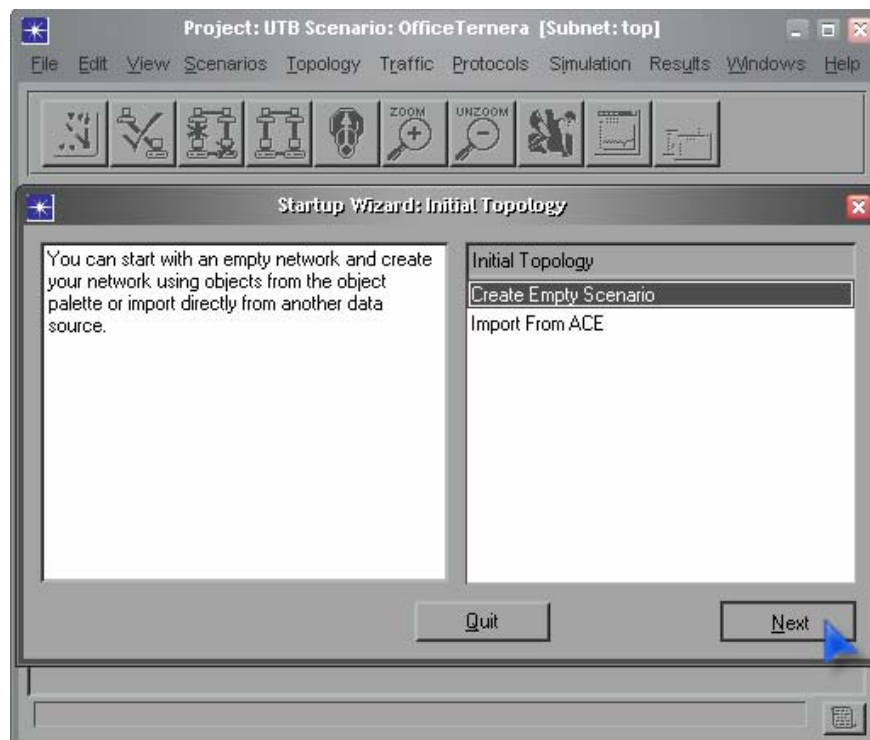


Figura No. 49.a.: Hacemos clic en next para configurar las características del nuevo escenario.

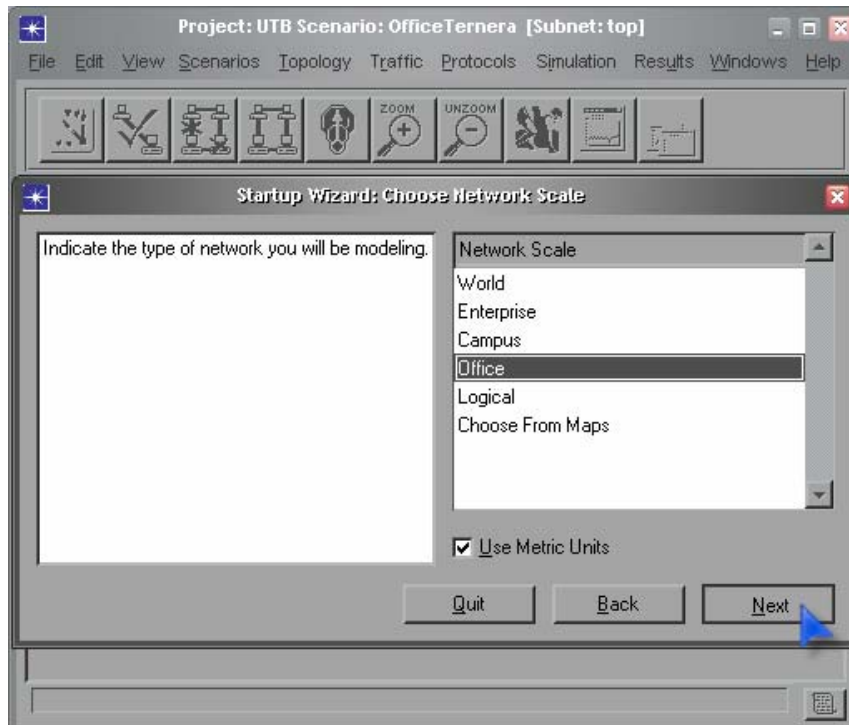


Figura No. 49.b.: Seleccionamos la escala Office.

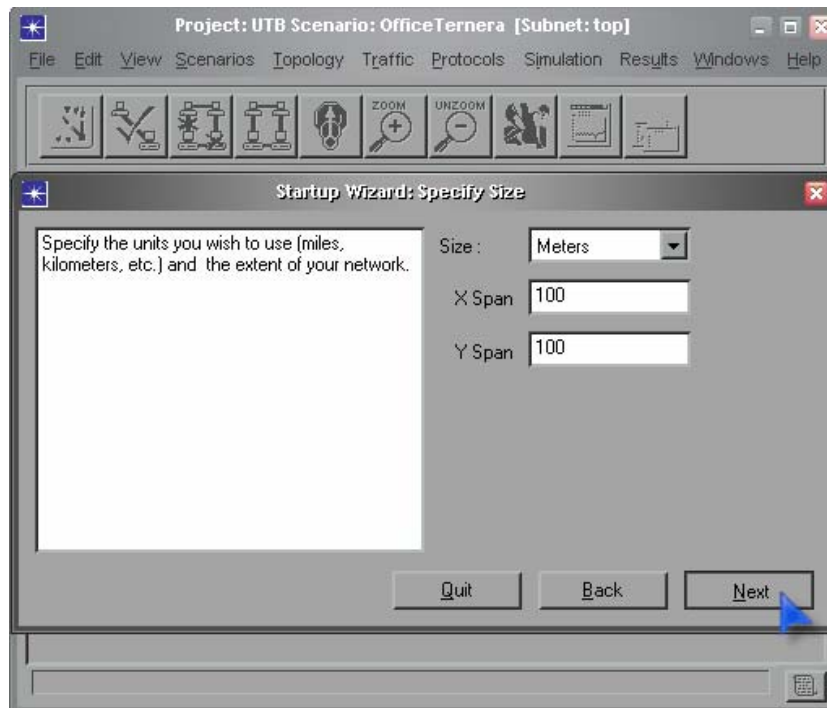


Figura No. 50: Colocamos las medidas de la Oficina.



Figura No. 51: Seleccionamos la tecnología a usar.

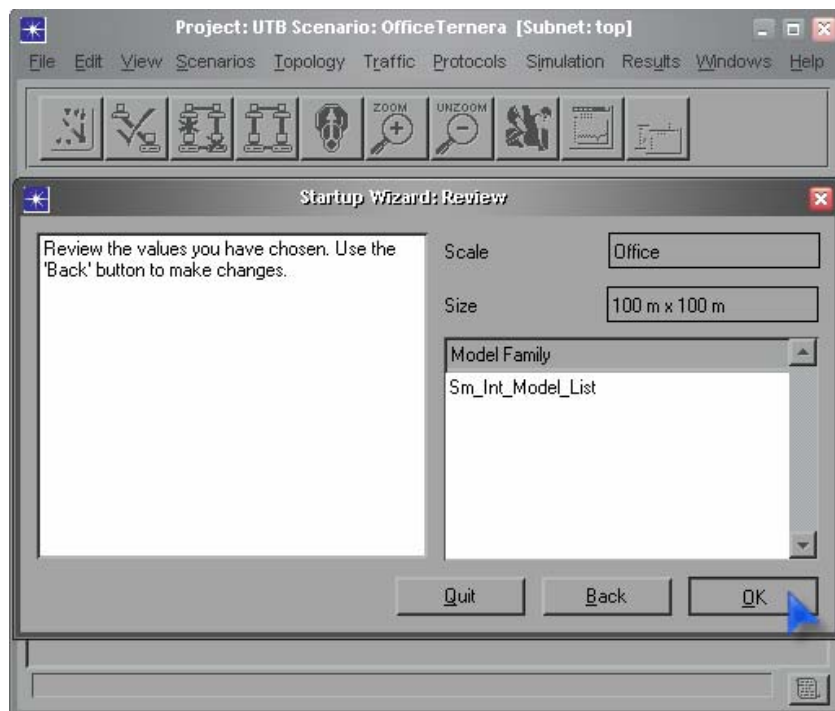


Figura No. 52: Resumen de los parámetros escogidos.

Para crear la red del escenario OfficeTerner que consta de 30 equipos, hicimos lo siguiente:

- ✦ Seleccionamos el menú **Topology > Rapid Configuration** (Fig. 53).
- ✦ Seleccionamos **Star** y pulsamos **OK** (Fig. 54).

Luego se deben especificar los modelos de nodo y modelos de enlace. Los modelos siguen la siguiente nomenclatura:

<protocol1>_..._<protocol/h>_<function>_<mod>

donde:

- ✦ **<protocol>** especifica el protocolo/s soportados por el modelo.
- ✦ **<function>** es una abreviatura de la función general del modelo.
- ✦ **<mod>** indica el nivel de derivación del modelo.

Por ejemplo **ethernet2_bridge_int**: especifica la derivación intermedia (**int**) de un puente (bridge) Ethernet de 2 puertos.

Los modelos de un fabricante determinado tienen prefijos adicionales que especifican el fabricante y el número del producto, por ejemplo, el switch 3Com que se va a utilizar en este ejemplo se llama:

3C_SSII_1100_3300_4s_ae52_e48_ge3

Este nodo se compone dos chasis 3Com SuperStack II 1100 y dos chasis Superstack II 3300 apilados (**3C_SSII_1100_3300**) con cuatro slots (**4s**), 52 puertos Ethernet autosensibles (**ae52**), 48 puertos Ethernet (**e48**), y 3 puertos Ethernet Gigabit (**ge3**).

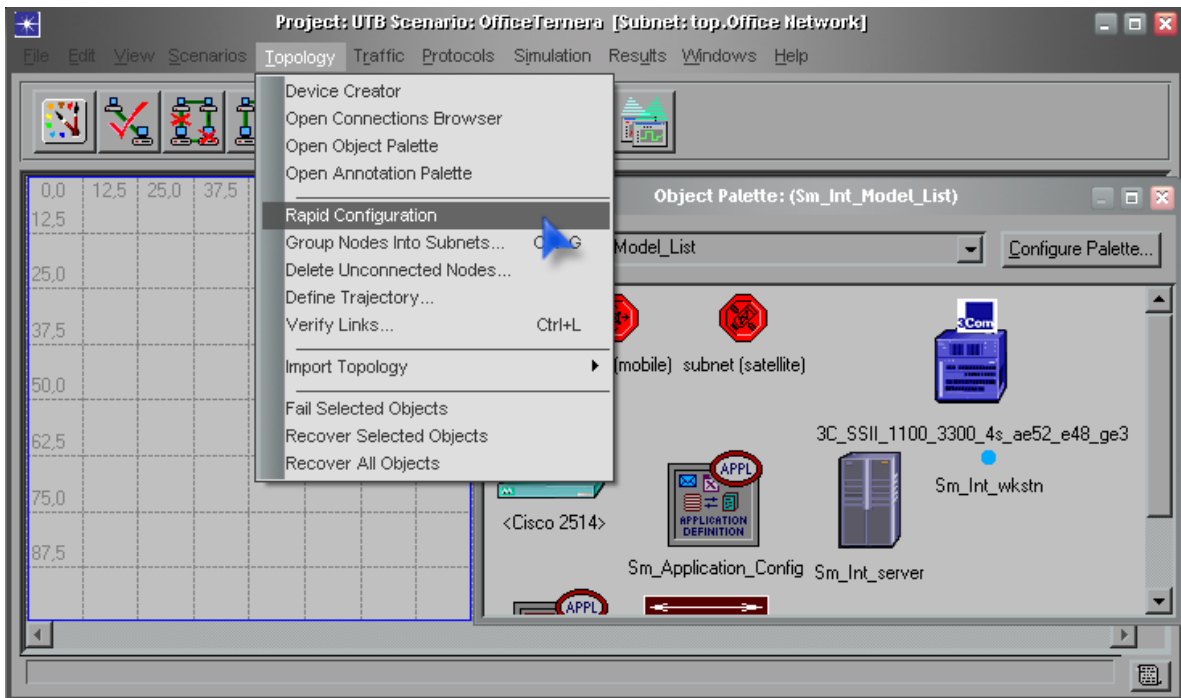


Figura No. 53: Seleccionamos Topology y luego Rapid Configuration.

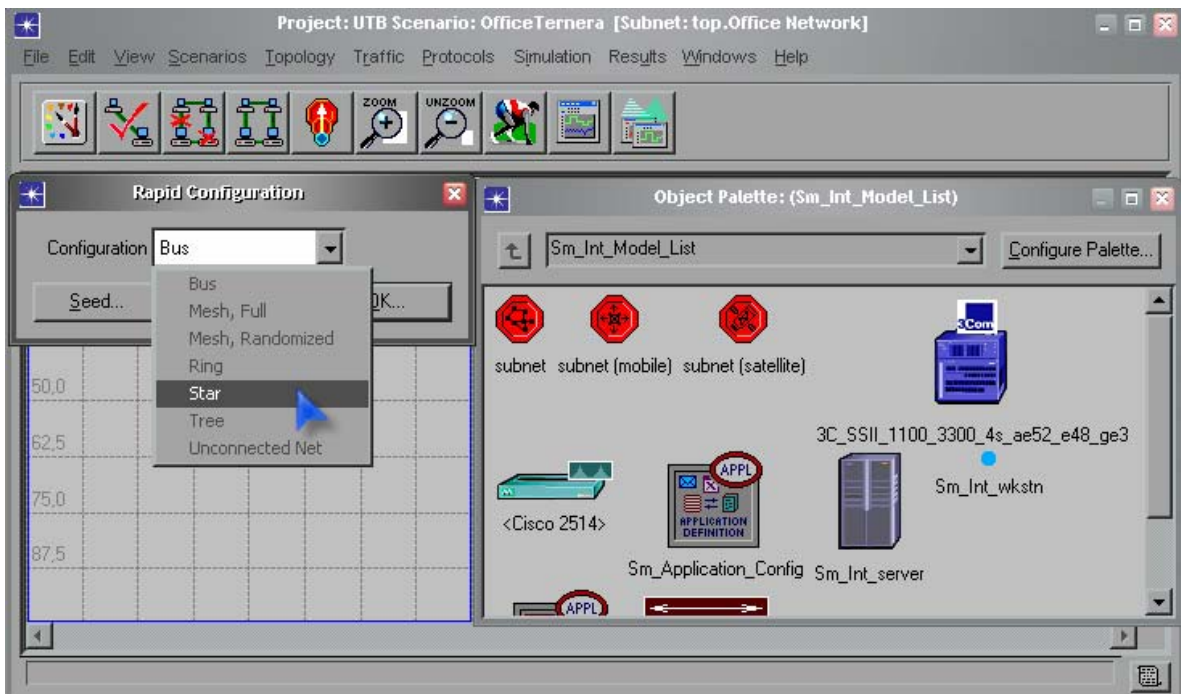


Figura No. 54: Seleccionamos la topología Star.

Luego aparece una ventana donde se especifican los nodos y enlaces que constituyen la red: en este caso serán 30 equipos y un servidor conectados con topología de estrella conectados mediante enlaces 10BaseT a un switch 3COM (Fig. 55 y 56).

- ✦ Para situar el switch en el centro de la estrella asignamos a **Center Node Model** el valor **3C_SSII_1100_3300_4s_ae52_e48_ge3** (esto es un switch 3Com).
- ✦ Para situar los equipos asignamos **Periphery Node Model = Sm_Int_wkstn**, y cambiar el **Number of periphery nodes = 30** (Ya que son 30 equipos).
- ✦ Para establecer los enlaces de las estaciones de trabajo con el switch asignamos a **Link Model = 10BaseT**.
- ✦ A continuación hay que especificar las coordenadas donde se situará la nueva red y el tamaño de la misma (Se puede colocar las coordenadas que deseemos, esto solo ubica la red en una cierta parte del área de trabajo):
 1. Asignamos a **X center = 25 e Y center = 25**
 2. Asignamos **Radius = 20**.
- ✦ Ya tenemos los equipos y el switch conectados, pulsamos **OK** para terminar (Fig. 57).
- ✦ Ahora necesitamos añadir un servidor. Buscamos en la paleta de objetos el objeto **Sm_Int_server** y lo arrastramos al área de trabajo (Fig. 58).
- ✦ Conectamos el servidor a la estrella mediante un enlace **10BaseT** (Fig. 59).

- ✦ Arrastramos el enlace 10BaseT al área de trabajo desde la paleta de objetos y pulsamos en el servidor y en el centro del switch para interconectar ambos objetos (*Fig. 60*).
- ✦ Por último, necesitamos añadir objetos de configuración para especificar el tráfico de aplicación que existirá en la red.
- ✦ La configuración de las aplicaciones y la definición de perfiles puede ser complicada, incluimos una configuración de aplicaciones estándar (node_32) y un perfil que modela un acceso ligero a bases de datos (node_33) (*Fig. 61*).
- ✦ Por último, guardamos el proyecto **File > Save**.

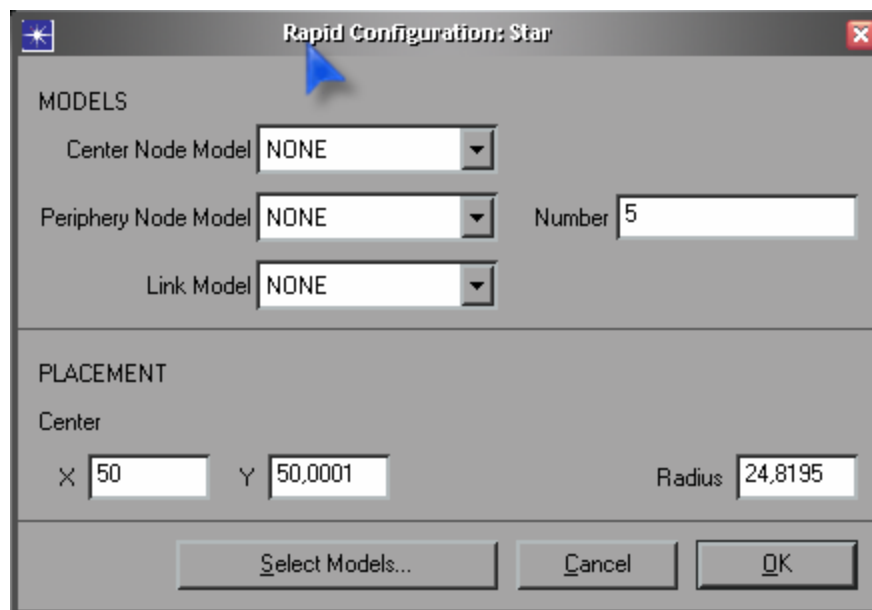


Figura No. 55: Ventana emergente de Rapid Configuration.

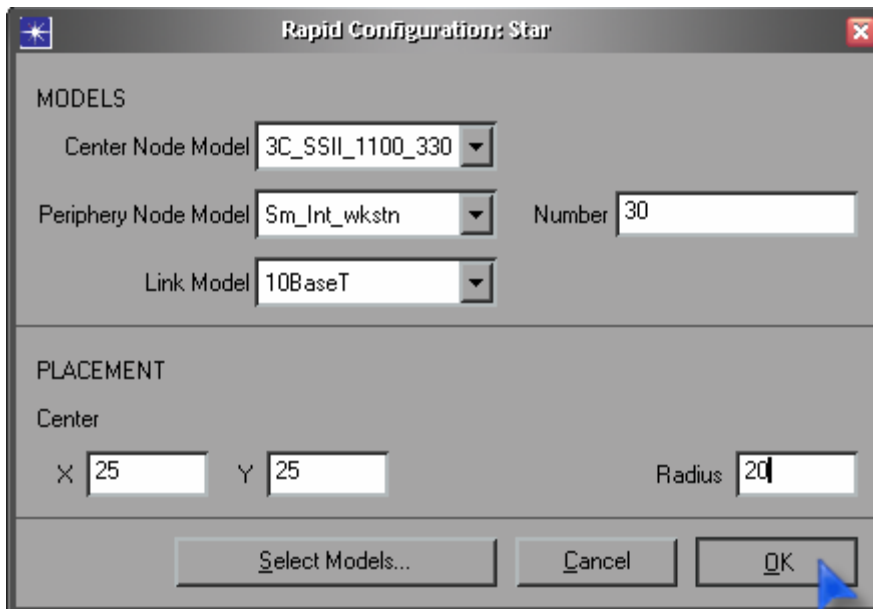


Figura No. 56: Ventana emergente de Rapid Configuration con los valores de la práctica.

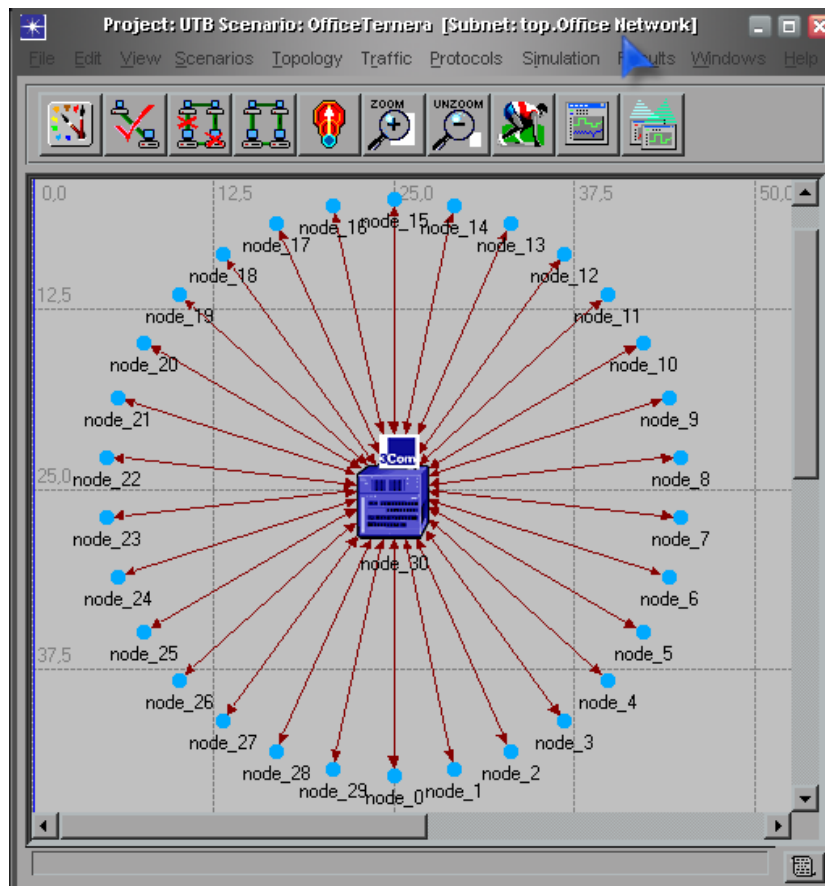


Figura No. 57: Conexión de los 30 equipos con el Switch 3COM.

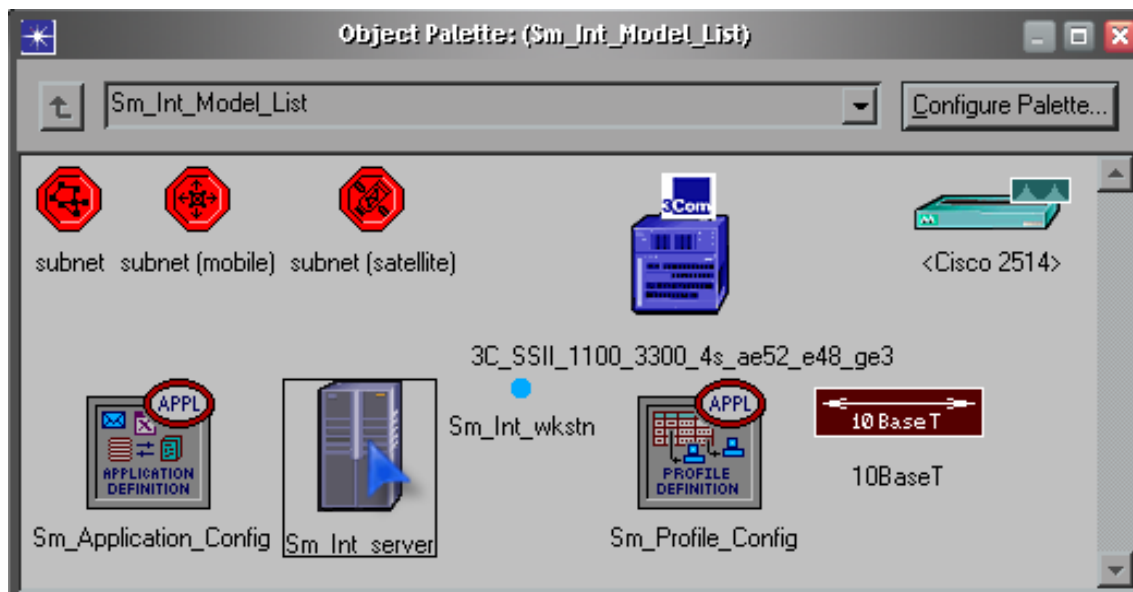


Figura No. 58: Ubicación del servidor en la Paleta de Objetos.

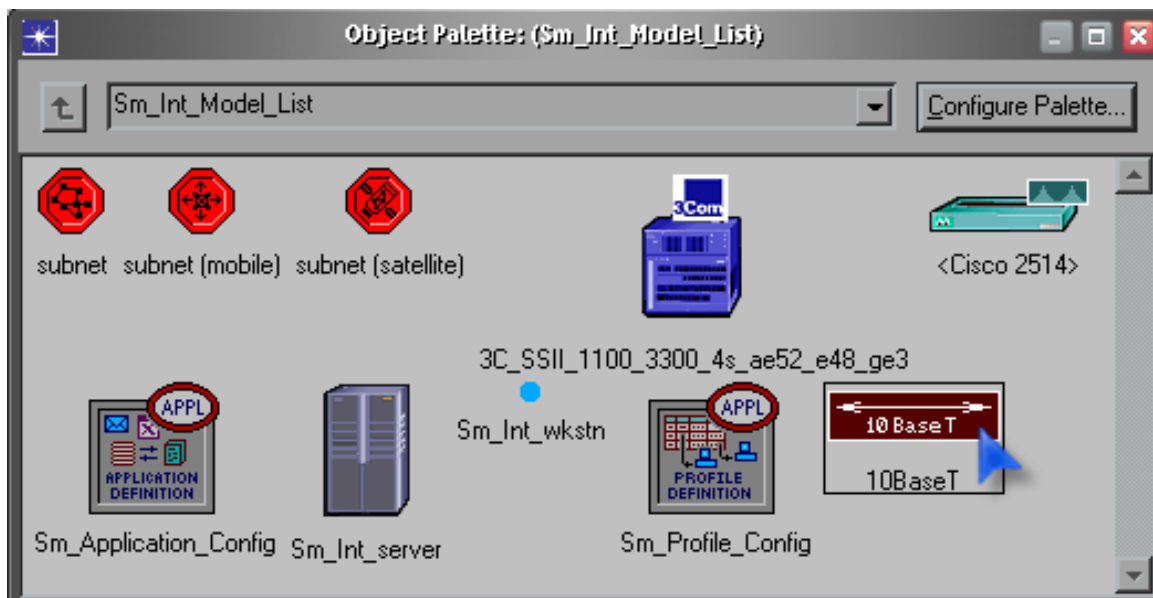


Figura No. 59: Ubicación del enlace 10BaseT en la paleta de objetos.

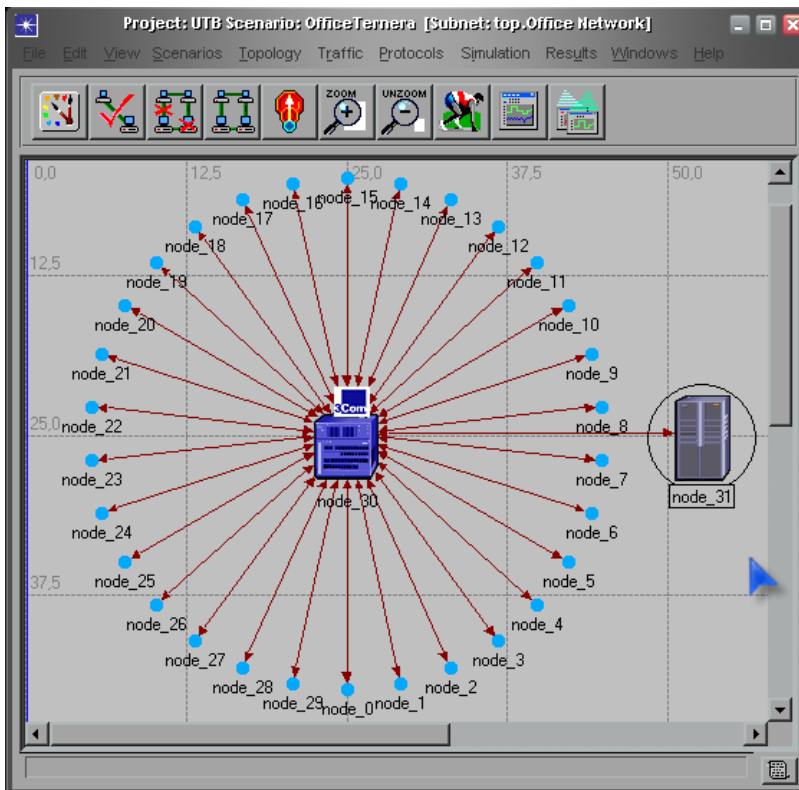


Figura No. 60: Interconexión del Servidor con el Switch.

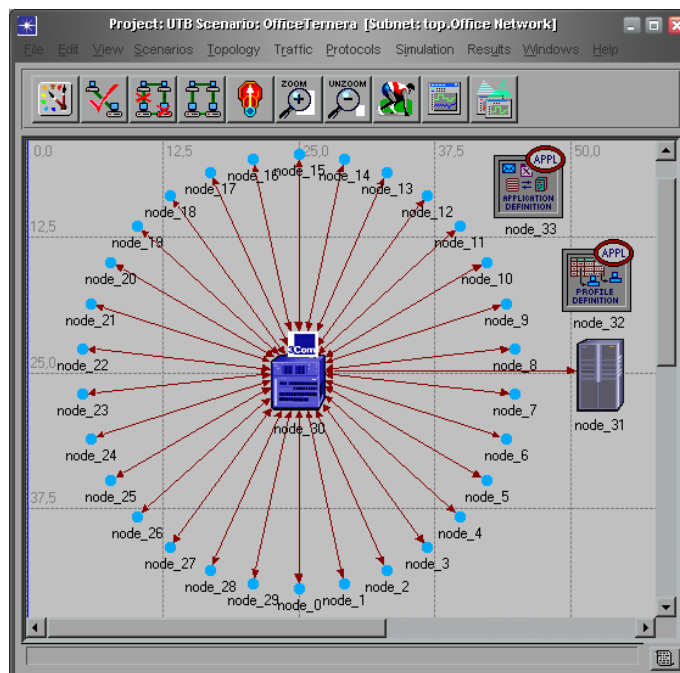


Figura No. 61: Se inserta de la Paleta de Objetos: Sm_Application_Config y Sm_Profile_Config

Después de creada la red se debe decidir que estadísticas se desea recopilar en función de las cuestiones que se planteen. En este caso se pretende dar respuesta a dos cuestiones:

1. ¿podrá el servidor soportar la carga adicional que supone la segunda red, que consta de 20 equipos más?
2. Después de instalar la segunda red ¿será aceptable el retardo total a través de la red?

Para responder a dichas cuestiones, es necesario comparar el rendimiento actual con el futuro una vez instalada la segunda red.

Por lo que necesitamos una estadística para un objeto: la carga del servidor (**Server Load**) y una estadística global: el retardo Ethernet (**Ethernet Delay**). La carga del servidor es una estadística crucial que refleja el rendimiento de toda la red.

Para recopilar estadísticas relacionadas con la carga del servidor seguimos los siguientes pasos:

- ✦ Pulsamos con el botón derecho sobre el nodo servidor (**node_31**) y seleccionamos la opción **Choose Individual Statistics** (*Fig. 62*).
- ✦ Aparece el cuadro de dialogo **Choose Results** para el nodo seleccionado.
- ✦ Seleccionamos los valores de Ethernet y luego Load (bit/sec) que son los valores que nos interesan (*Fig. 63*) y pulsamos **OK**.

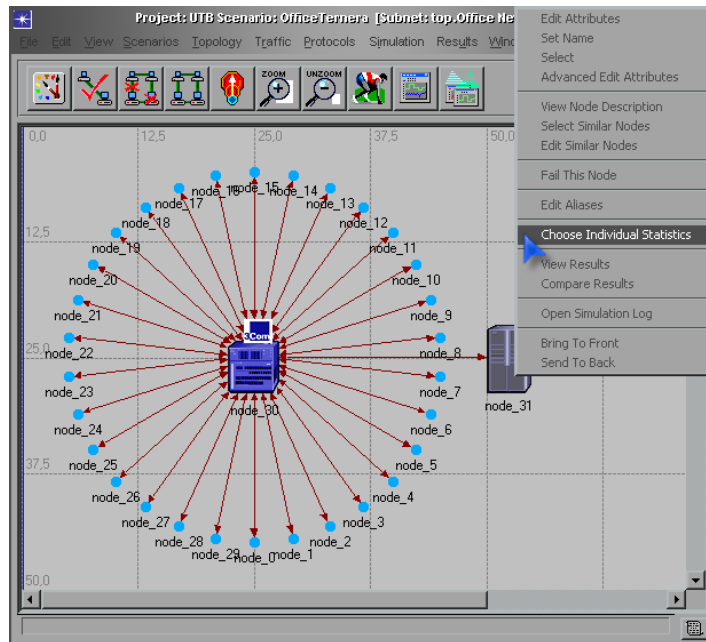


Figura No. 62: Se hace clic secundario sobre el servidor y se escoge Choose Individual Statistics.

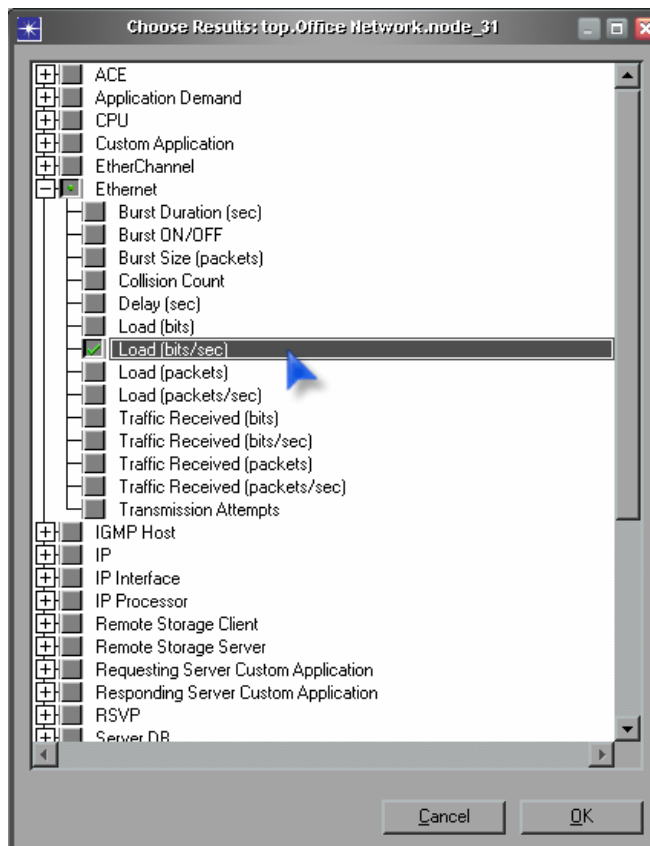


Figura No. 63: Se escoge como parámetro La carga Ethernet en (bits/sec)

Para recopilar estadísticas relacionadas con el retardo (**Delay**) a lo largo de toda la red, seguimos los siguientes pasos:

- ✦ Para ello pulsamos el botón derecho sobre el área de trabajo (workspace) y seleccionamos **Choose Individual Statistics** del menú contextual (Fig. 64.a.).
- ✦ Expandimos la jerarquía **Global Statistics**.
- ✦ Expandimos la jerarquía Ethernet y marcamos **Delay (sec)**. (Fig. 64.b.)
- ✦ Pulsamos **OK** para finalizar

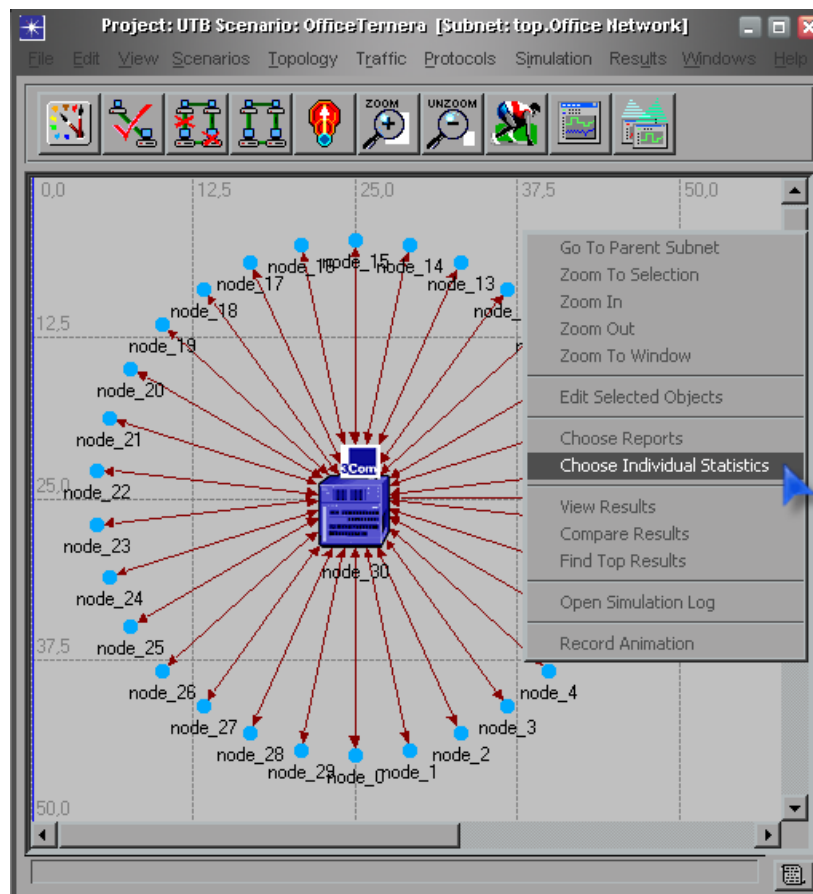


Figura No. 64.a.: Estadísticas globales

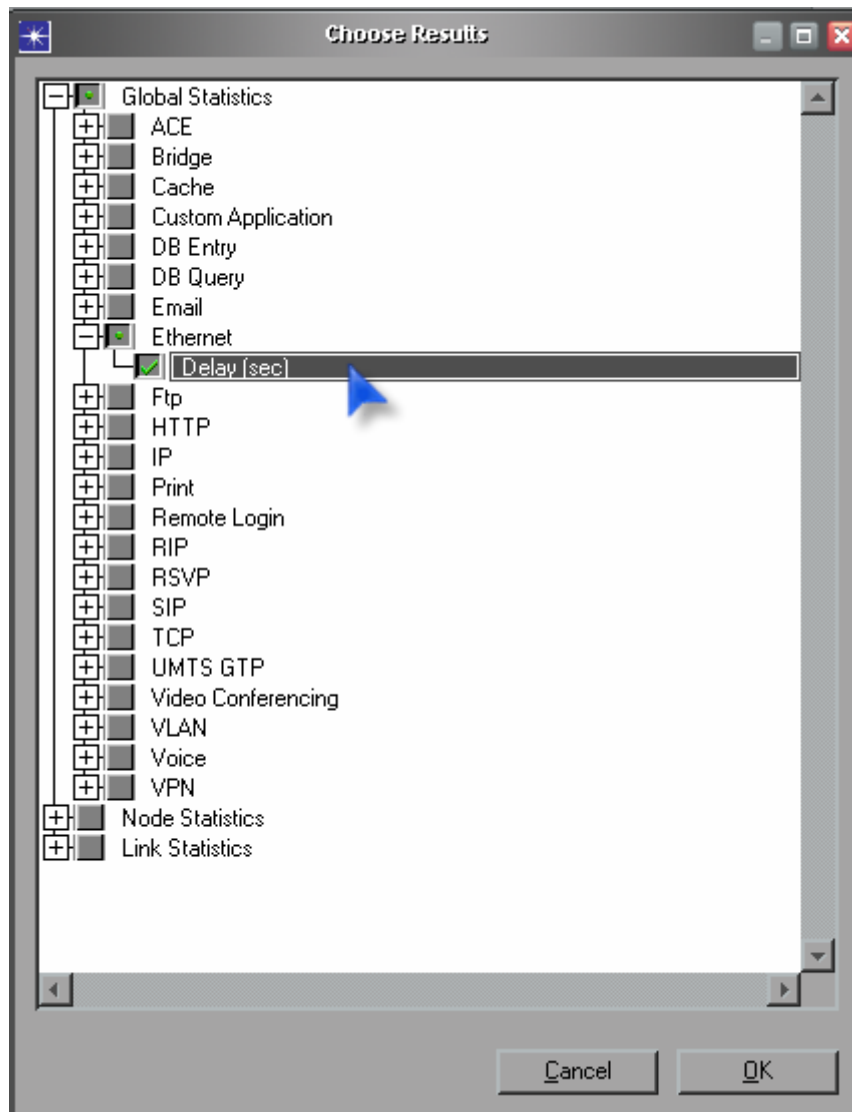


Figura No. 64.b.: Escogemos el Delay Ethernet (Sec)

Después de escoger las estadísticas a simular, procedemos a la simulación. Primero comprobamos en **Edit > Preferentes** que la propiedad **repositories** tiene asignado un valor (Fig. 65 y 66).

El repositorio contiene componentes definidos por el usuario como modelos de proceso que permiten que la simulación tarde menos tiempo en comenzar.

Para ejecutar la simulación, realizamos los siguientes pasos:

- ✦ Seleccionar **Simulation > Configure Discrete Event Simulation** (Fig. 67)
- ✦ Introducimos el valor **0,5** en el campo **Duration** (Fig. 68), (Escogimos media hora de simulación de la red pero puede ser cualquier valor que deseemos).
- ✦ Pulsamos el botón **Run** para iniciar la simulación.

Mientras se ejecuta la simulación aparece un cuadro de diálogo que indica el progreso de la simulación (Fig. 69).

Se pueden visualizar los resultados gráficamente en el Editor de Proyectos seleccionando la opción **View Results** del menú contextual del área de trabajo.

Existen varias formas de visualizar los resultados. Para ver el retardo Ethernet global, hacemos lo siguiente:

- ✦ Pulsamos el botón derecho sobre el área de trabajo, y Seleccionamos **View Results** en el menú contextual (Fig. 70 y 71).
- ✦ Expandimos la jerarquía **Global Statistics** y dentro de esta **Ethernet**, marcamos la casilla **Delay (sec)** para indicar que deseamos mostrar este resultado (Fig. 72).
- ✦ Pulsamos el botón **Show**.

Como se puede observar el retardo máximo oscila en torno a los 0,4 ms. (Fig. 73).

Para ver la carga Ethernet sobre el servidor, realizamos lo siguiente:

- ✦ Pulsamos con el botón derecho sobre el nodo del servidor (**node_31**)

- ✦ Seleccionamos **View Results** del menú contextual del servidor.
- ✦ Expandimos la jerarquía Ethernet en la ventana **Office network.node_31**
- ✦ Marcamos la casilla **Load (bits/sec)** indicar que se desea visualizar este resultado (Fig. 74).
- ✦ Pulsamos el botón **Show** para ver los resultados.

Vemos que la carga del servidor está por debajo de los 6000 bits/segundo (Fig. 75). Este valor se tomará como base para comparaciones posteriores.

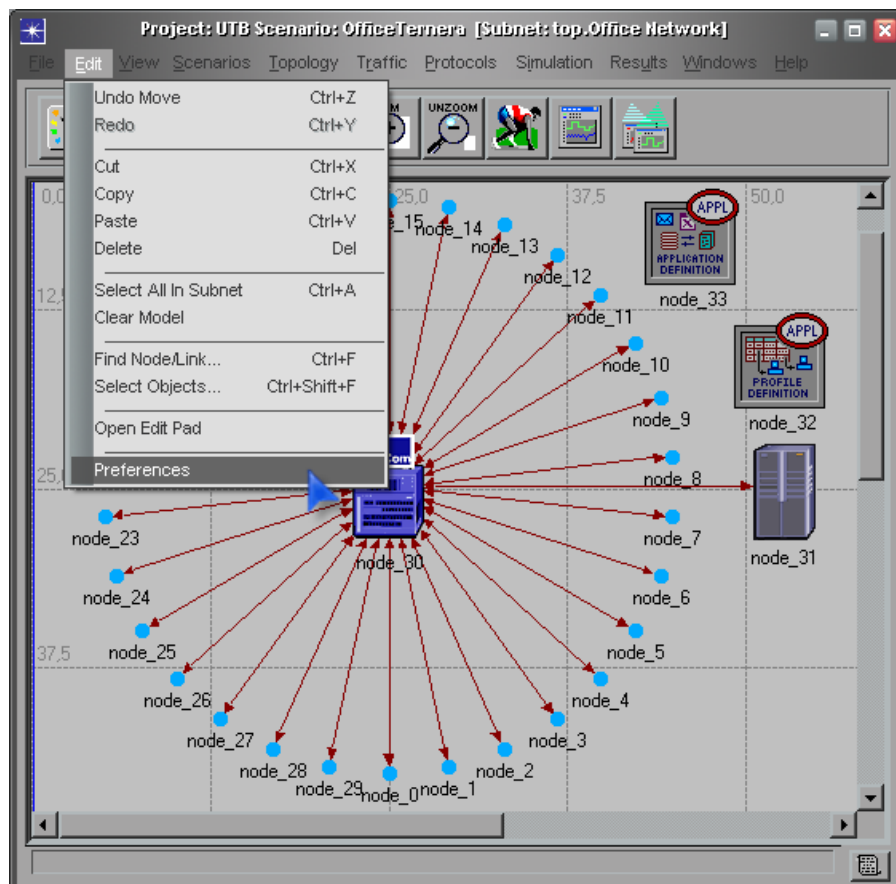


Figura No. 65: Hacemos clic en preferentes para ver si repositories tiene asignado un valor

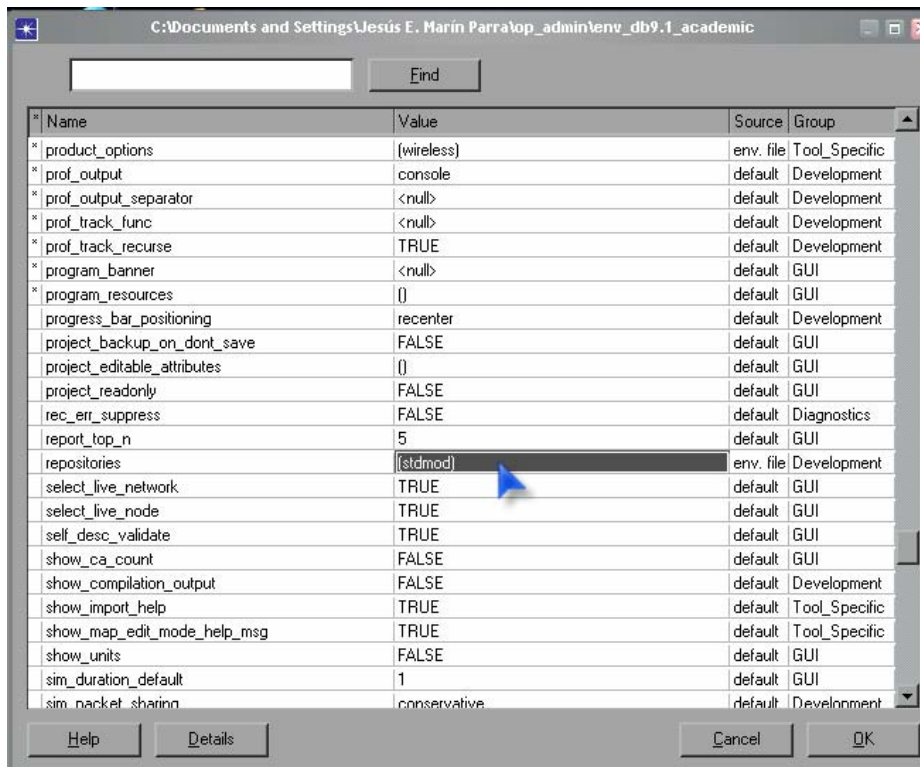


Figura No. 66: Repositories tiene un valor asignado lo que hace que la simulación sea más rápida.

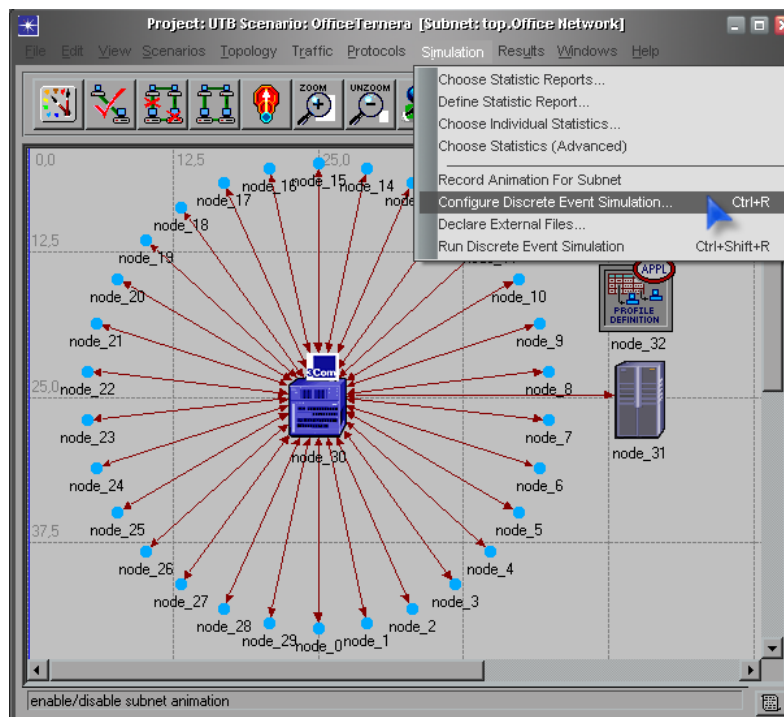


Figura No. 67: Hacemos clic en Configure Discrete Event Simulation.

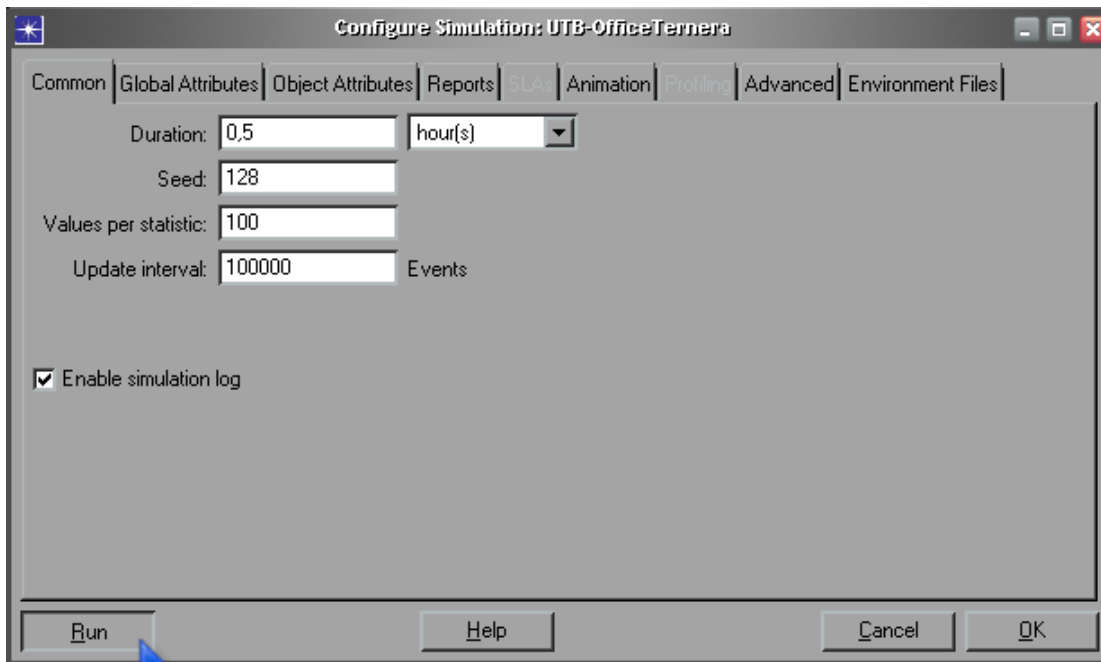


Figura No. 68: Configuramos la simulación a media hora.

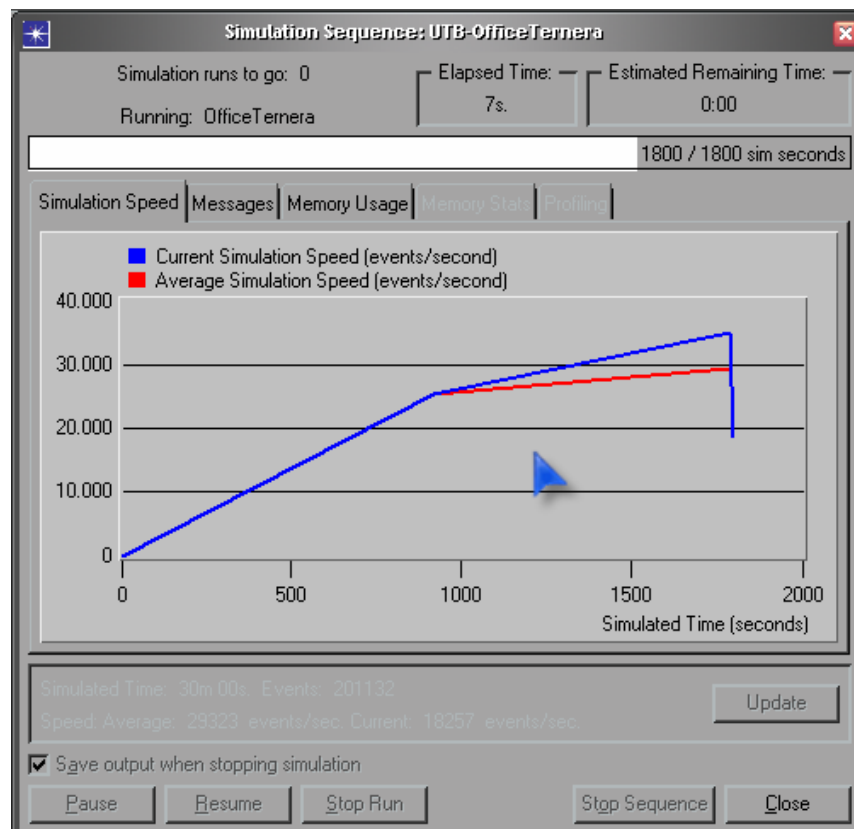


Figura No. 69: Cuadro de diálogo de progreso de la simulación.

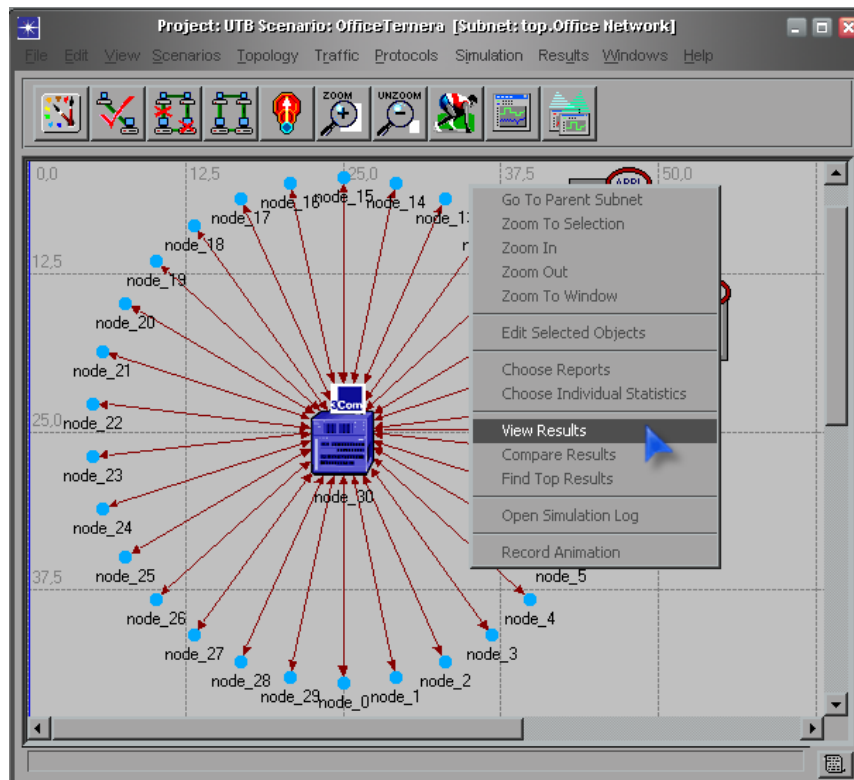


Figura No. 70: Opción para ver los resultados de la simulación.

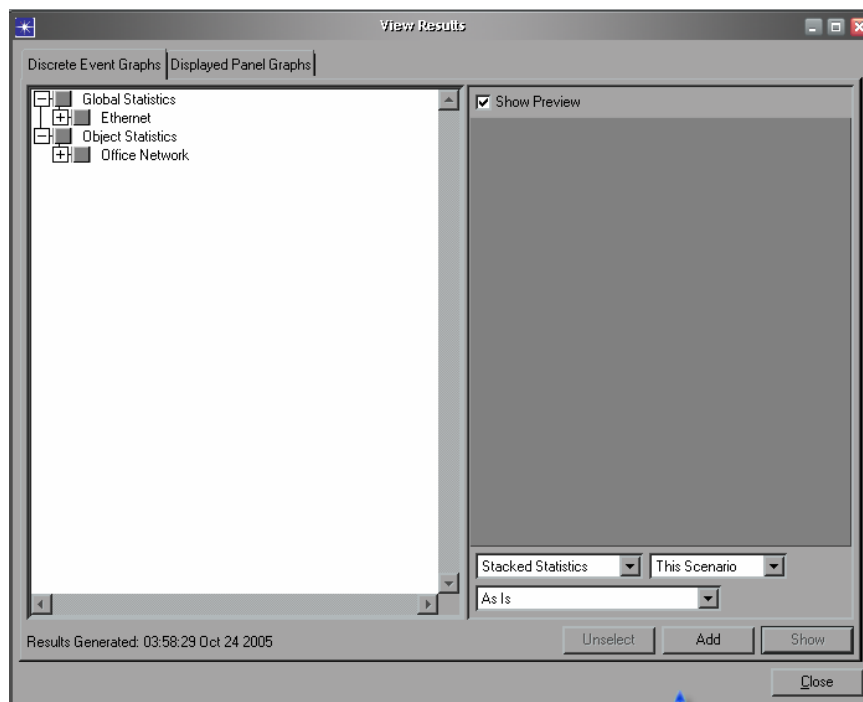


Figura No. 71: Ventana para escoger los datos que se quieren ver de la simulación realizada.

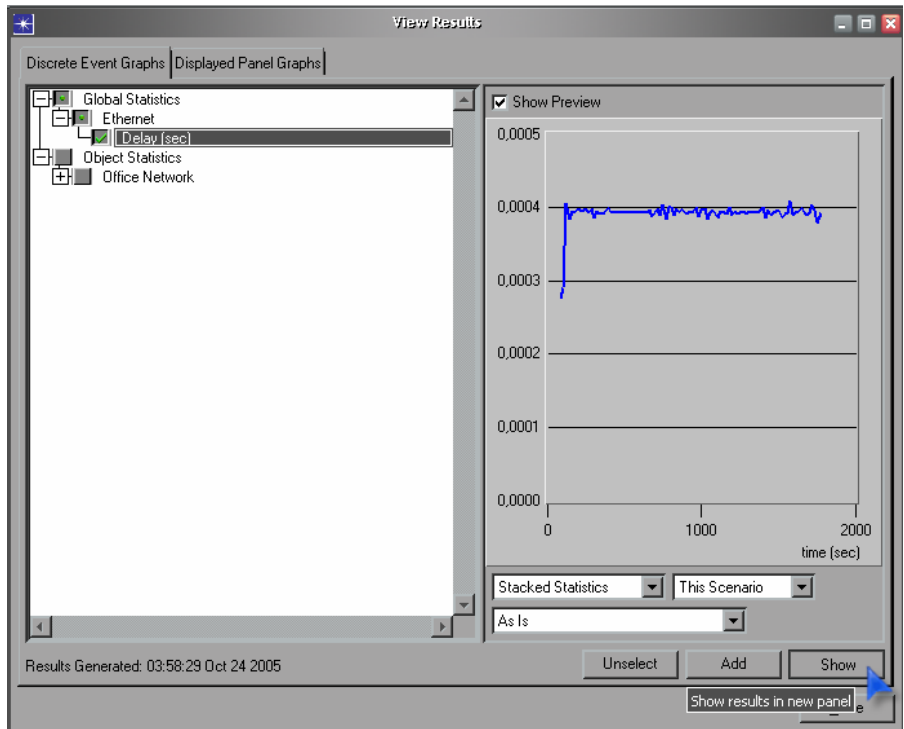


Figura No. 72: Escogemos el Retardo Ethernet y pulsamos Show para ver los resultados.

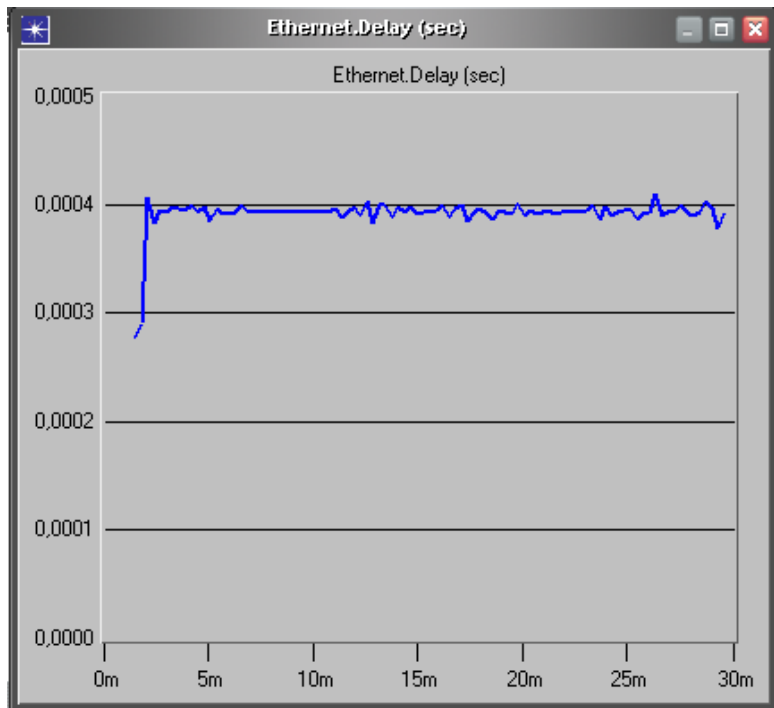


Figura No. 73: Resultado de la simulación del Retardo Ethernet.

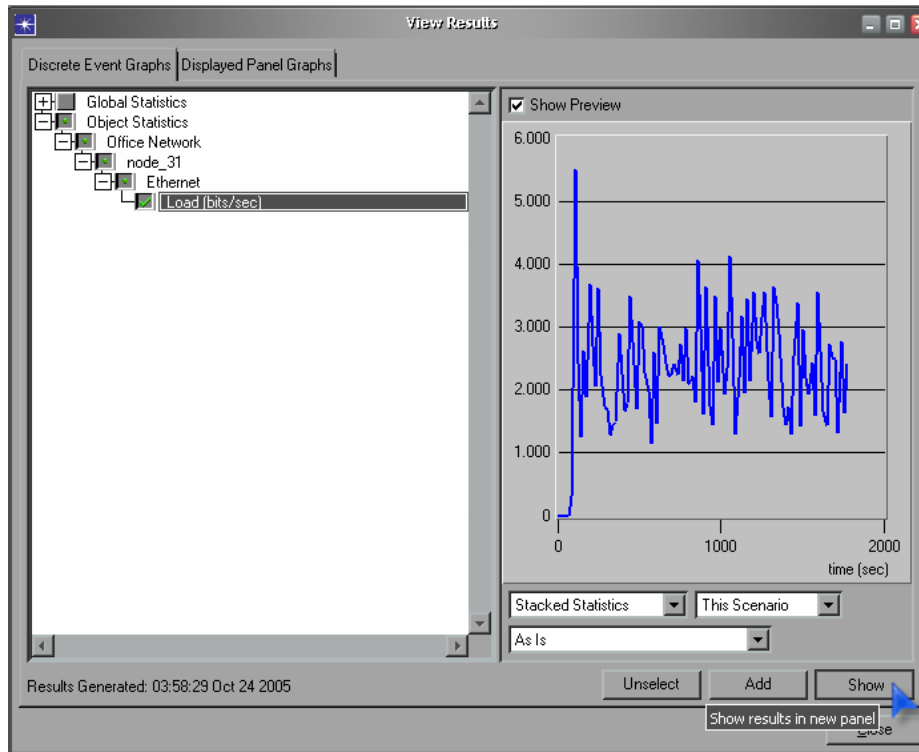


Figura No. 74: Escogemos la Carga de la red y pulsamos Show para ver los resultados.

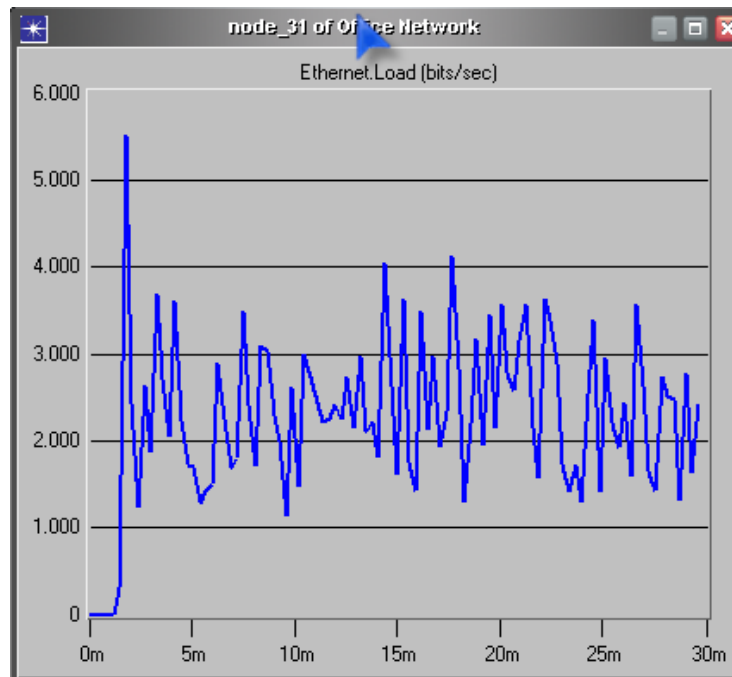


Figura No. 75: Resultado de la simulación de la Carga de la red.

Cuando ya se ha creado un escenario y se han obtenido estadísticas sobre él, se expande la red para comprobar si funciona bien con la carga adicional.

Lo mejor en estos casos es crear un escenario nuevo para realizar los experimentos. Para esto se duplica el escenario, mediante los siguientes pasos.

- ✦ Seleccionamos **Scenarios > Duplicate Scenario** (Fig. 76). El nombre del nuevo escenario será **OfficeTernerNew** (Fig. 77). Pulsamos **OK**.
- ✦ El segmento de la segunda planta será idéntico al de la primera planta pero no tendrá un servidor. Seleccionamos **Topology > Rapid Configuration > Star** y pulsamos **OK**.
- ✦ Completamos la configuración con los siguientes valores (Fig. 78):

1. Center Node Model: **3C_SSII_1100_3300_4s_ae52_e48_ge3**
2. Periphery Node Model: **Sm_Int_wkstn**
3. Number: **20**
4. Link model: **10BaseT**
5. X: **75**, Y: **62.5**, Radius: **20**

Luego se deben unir los dos segmentos de red mediante un router, en este caso Cisco (Fig. 79). Por último se conecta el router a los switch mediante enlaces 10Base-T. Después de tener la red con la carga de los 20 equipos, ejecutamos de nuevo la simulación con los mismos valores anteriores. Seleccionamos **Simulation > Configure Discrete Event Simulation**, con **Duration**: 0,5 hours.

Por último y para finalizar la práctica comparamos los resultados, mediante la opción **Compare Results** (Fig. 80) en el menú contextual del servidor y el área de trabajo.

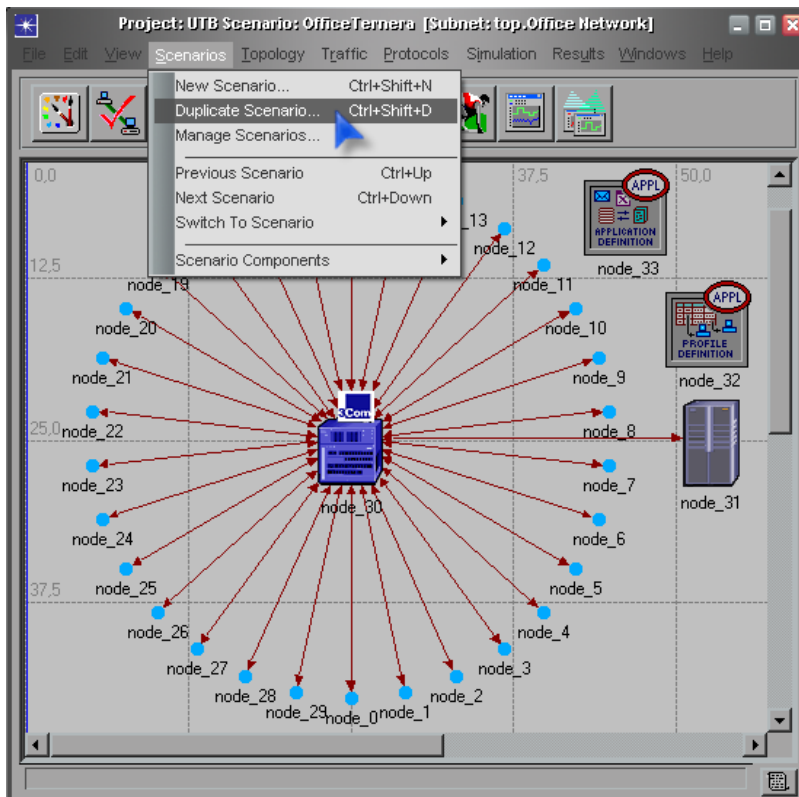


Figura No. 76: Opción para duplicar el escenario.

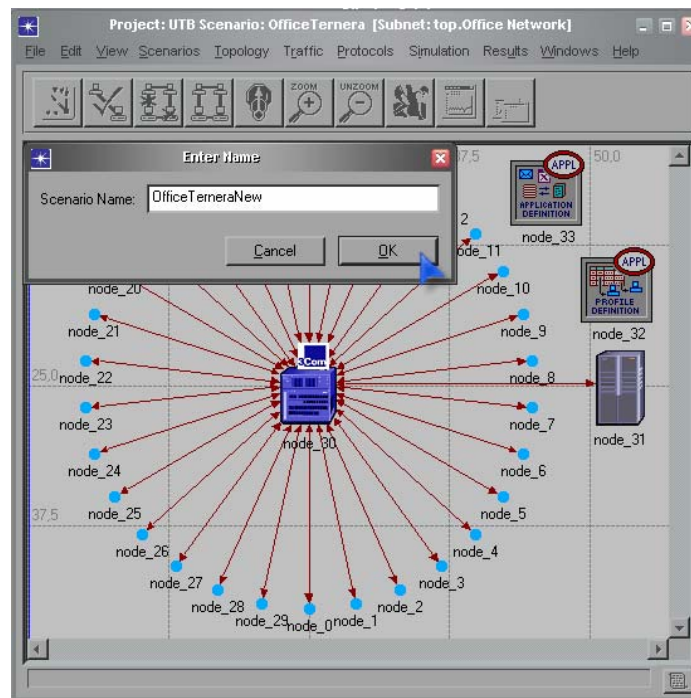


Figura No. 77: Se le asigna como nombre OfficeTerneraNew al nuevo escenario.

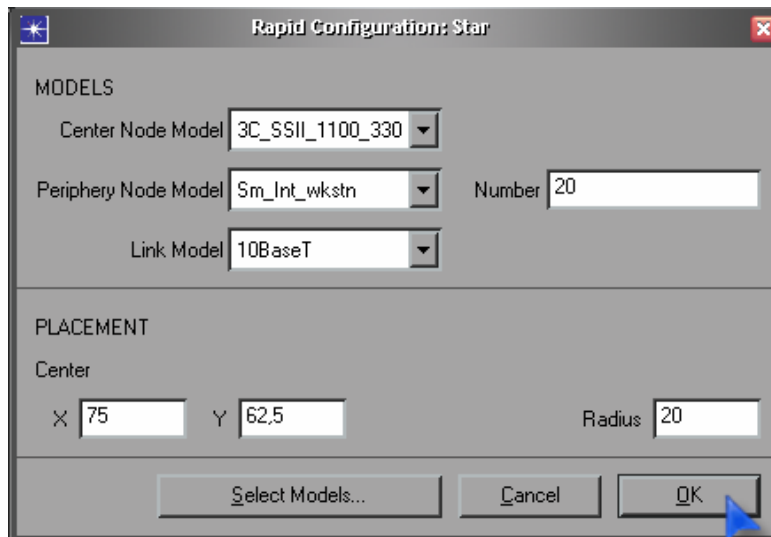


Figura No. 78: Creamos la nueva red de 20 equipos.

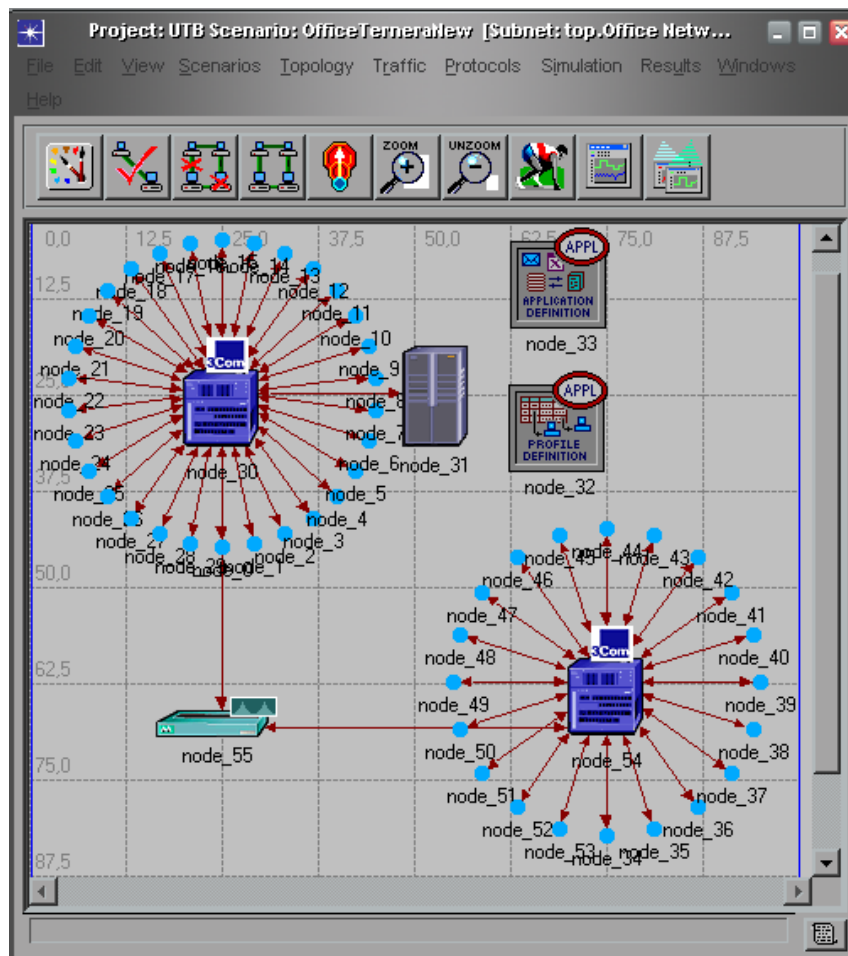


Figura No. 79: Se conectan las dos redes mediante un router Cisco.

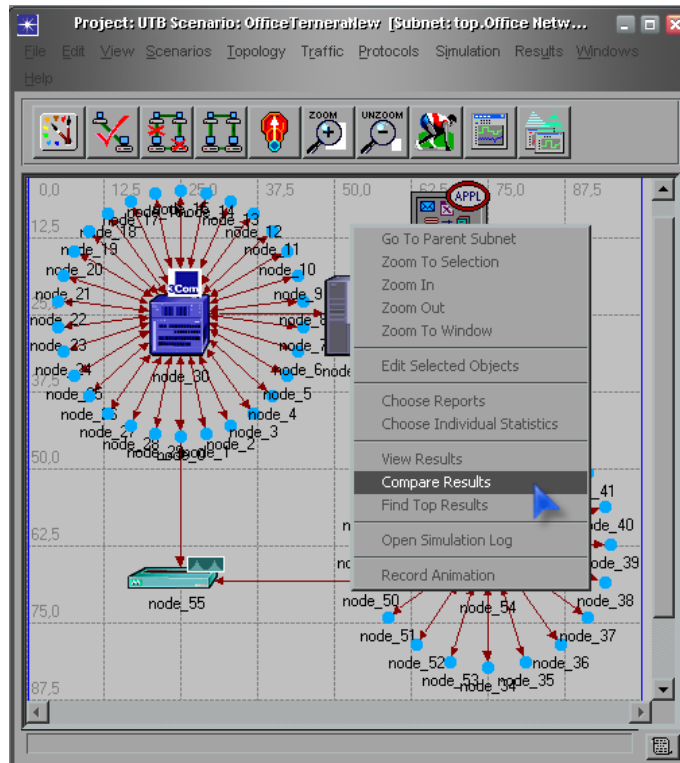


Figura No. 80: Opción para comparar resultados mediante compare results.

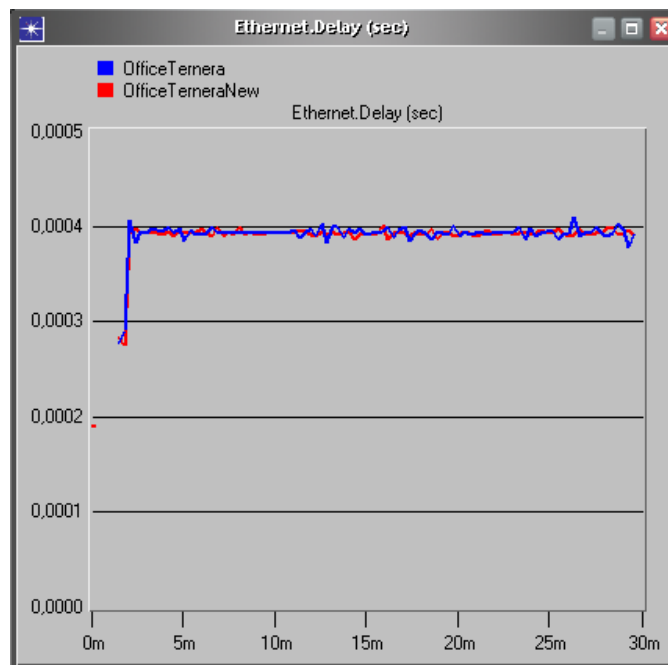


Figura No. 81: Comparación de los resultados del retardo Ethernet.

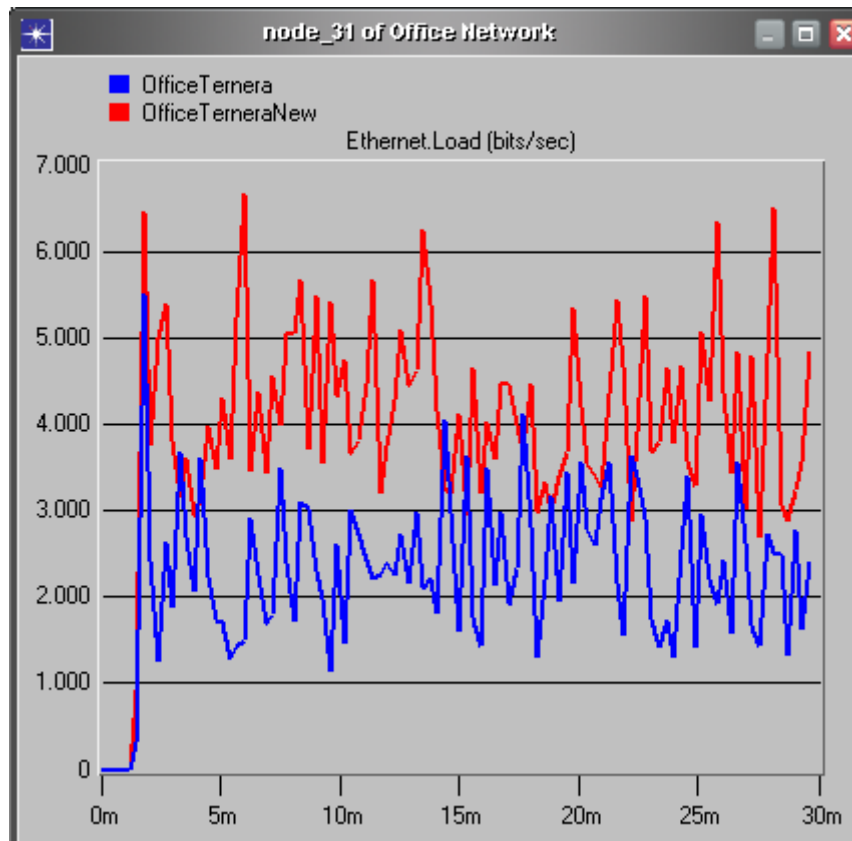


Figura No. 82: Comparación de los resultados de la carga de la red.

Después de realizar esta práctica nos damos cuenta que se pueden instalar los otros 20 equipos, ya que, éstos no generan más retardo y se puede decir que es prácticamente el mismo que se tenía anteriormente (Fig. 81). En cuanto a la carga de la red si hay un aumento pero no es muy considerable, porque pasa de 6500 a 7500 bits/sec aproximadamente (Fig. 82), que sería un aumento de 1000 bits/sec, lo que consideramos que con relación a la cantidad de equipos nuevos no es muy grande el aumento de la carga de la red.

4. PRÁCTICA No. 2

TCP: CONTROL DE CONGESTIÓN.

Un servicio fiable, orientado a la conexión y a la transmisión de un flujo de bytes (*byte-stream*)

Esta práctica se ha diseñado para mostrar los algoritmos de control de congestión implementados en TCP. En la práctica se proporcionan distintos escenarios para simular estos algoritmos. Podremos comparar las prestaciones de los algoritmos a través del análisis de los resultados de las simulaciones.

El protocolo TCP para Internet garantiza la entrega fiable y en orden de un flujo de bytes (*byte stream*). Incluye un mecanismo de control de flujo del stream de bytes que permite al receptor limitar la cantidad de datos que el emisor puede transmitir en un instante determinado. Además, TCP implementa un mecanismo de control de la congestión altamente sintonizable. La idea de este segundo mecanismo es regular la velocidad de envío de datos por parte de TCP, con el fin de evitar que el emisor sobrecargue la red.

En el control de la congestión realizado por TCP, cada fuente determina cual es la capacidad disponible en la red, con el fin de conocer cuantos paquetes puede tener en tránsito de una manera segura. Para esto, TCP mantiene una variable de estado distinta por cada conexión, que se denomina *ventana de congestión*. El host fuente utilizará esta variable para limitar la cantidad de datos que puede tener en tránsito en un momento determinado. TCP utiliza un mecanismo, llamado “incremento aditivo”/”decremento multiplicativo” (*additive increase/ multiplicative decrease*), que reduce la ventana de congestión cuando el nivel de congestión aumenta, y que incrementa la ventana de congestión cuando el nivel de congestión disminuye. TCP interpreta los *timeouts* como signo de congestión.

Cada vez que ocurre un *timeout*, el host origen pone su ventana de congestión a la mitad del valor que tenía previamente. Esta división se corresponde con la parte de “decremento multiplicativo” de este mecanismo. La ventana de congestión no puede caer debajo del tamaño de un único segmento TCP, dado por el parámetro de TCP “tamaño máximo de segmento” (más conocido por su nombre en inglés *Maximum Segment Size* o *MSS*). Cada vez que un host origen envía con éxito todos los paquetes que caben en la ventana de congestión, se incrementa la ventana de congestión en el tamaño equivalente a un paquete. Esta sería la parte de “incremento aditivo” del mecanismo (también llamado algoritmo de Van Jacobson).

TCP usa un mecanismo llamado “arranque lento” (*slow start*) para incrementar la ventana de congestión más rápidamente cuando se efectúa un arranque frío en las conexiones TCP. De esta forma, la ventana de congestión se incrementa exponencialmente en lugar de linealmente. Por último, TCP usa un mecanismo denominado “retransmisión rápida” (*fast retransmit*) y “recuperación rápida” (*fast recovery*). La reconstrucción rápida es un método heurístico que en ocasiones dispara la retransmisión de un paquete antes de que lo haga el mecanismo típico de *timeout* (es decir, antes de que venza el *timeout*).

En esta práctica, vamos a definir una red que utiliza TCP como protocolo de transmisión punto a punto, y analizaremos el tamaño de la ventana de congestión con diferentes mecanismos.

4.1. Creación del nuevo proyecto.

- a. Para empezar la práctica arrancamos **OPNET IT Guru Academic Edition** y Seleccionamos **New** del menú **File**.

- b. Seleccionamos **Project**, pinchamos en **OK**, Llamamos al proyecto **UTB_TCP**, y al escenario **No_Drop**, hacemos clic en **OK**.
- c. En la ventana de diálogo de *Startup Wizard: Initial Topology*, nos aseguramos que esté seleccionado **Create Empty Scenario**, pinchamos en **Next**, seleccionamos *Choose From Maps* en la lista *Network Scale*, hacemos clic en **Next**, escogemos **USA** de la lista de mapas, pinchamos en **Next** dos veces, por último hacemos clic en **OK**.

4.2. Creación y configuración de la red

4.2.1. Creación de la Red.

- a. La ventana de diálogo de la paleta de objetos debería de estar ahora sobre el espacio de proyecto. Si no está, ábrela haciendo clic en el botón No. 1 de los botones de herramientas, nos aseguramos de que *internet_toolbox* está seleccionado en el menú desplegable de la paleta de objetos.
- b. Añadimos al espacio de trabajo del proyecto los siguientes objetos de la paleta: **Application Config**, **Profile Config**, dos subredes (**subnet**) y el nodo **ip32_Cloud1** el cual modela una nube IP con soporte de hasta 32 interfaces serie a una tasa seleccionable mediante la que se puede modelar tráfico IP. Los paquetes IP que llegan a cualquier interfaz se encaminan al interfaz de salida adecuado basándose en la dirección IP destino. El protocolo RIP u OSPF puede ser usado para crear de manera automática y dinámica las tablas de encaminamiento y seleccionar las rutas de manera adaptativa. Esta nube requiere una cantidad fija de tiempo para encaminar cada paquete, determinada por el atributo **Packet Latency** del nodo.
- c. Cerramos la paleta.

- d. Renombramos los objetos que has añadido como se muestra en la *Fig. 83*, y después guardamos el proyecto.

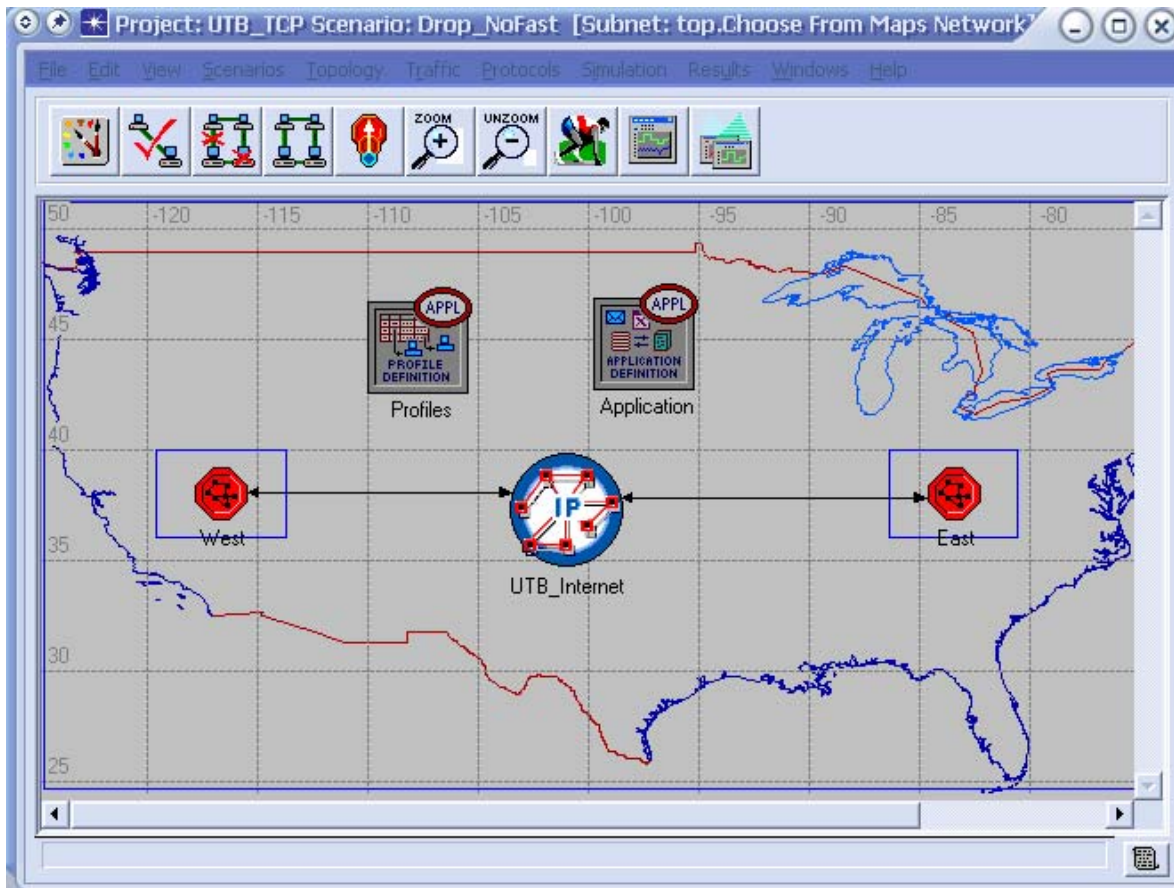


Figura No. 83: Nombres asignados a cada elemento.

4.2.2. Configuración de la red:

4.2.2.1. Configuración de las aplicaciones:

- a. Hacemos clic con el botón derecho del ratón sobre el nodo **Applications**, **Edit Attributes**, expandemos el atributo **Application Definitions** y ponemos **rows** en 1, se expande la nueva fila y llamamos a esa fila **FTP_Application** (*Fig. 84*).

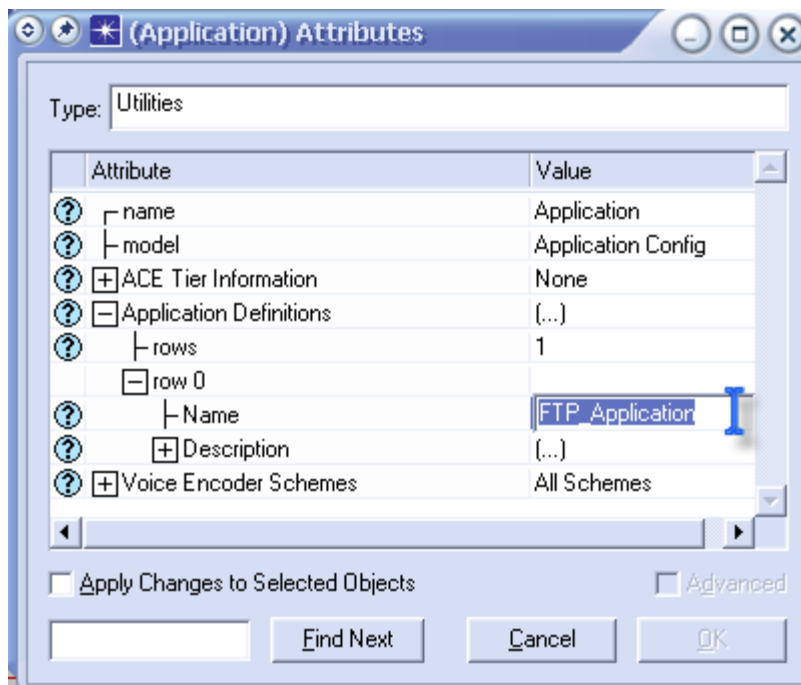


Figura No. 84: Ventana de configuración de las Aplicaciones.

- b. Expandemos el árbol **Description**, Editamos la fila **FTP** como se muestra en la Fig. 86 (se tiene que poner **Spacial Value** en **Not Used** (Fig. 85) en cada atributo que se edite):

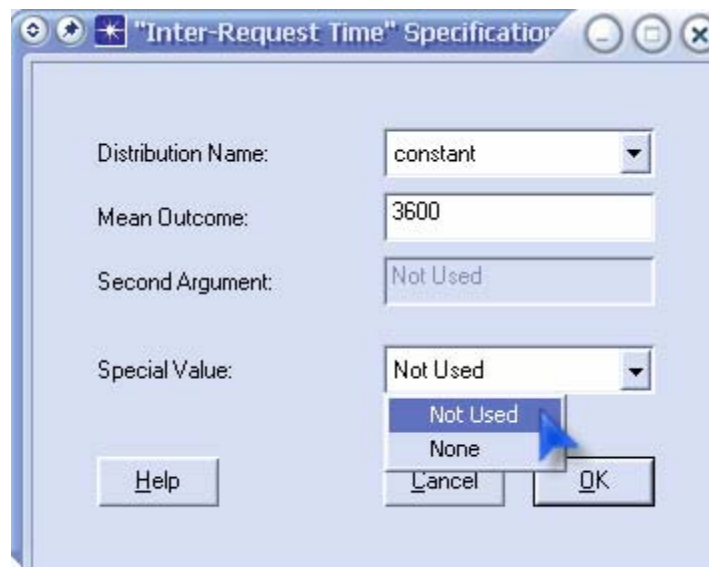


Figura No. 85: Se cambia Spacial Value a Not Used para poder modificar las especificaciones

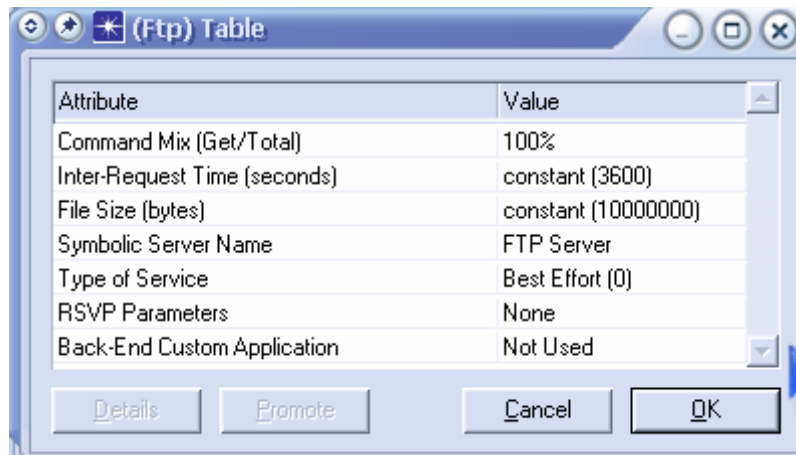


Figura No. 86: Ventana de configuración de las Aplicaciones.

- c. Hacemos clic en OK dos veces y guardamos el proyecto.

4.2.2.2. Configuración de los perfiles:

- a. Hacemos clic con el botón derecho del ratón sobre el nodo **Profiles, Edit Attributes**, expandimos el atributo **Profile Configuration** y le asignamos el valor de 1 a **rows**.
- b. Para **row 0**, ponemos los atributos con los valores que se muestran en la *Fig. 87*, luego hacemos clic en OK.

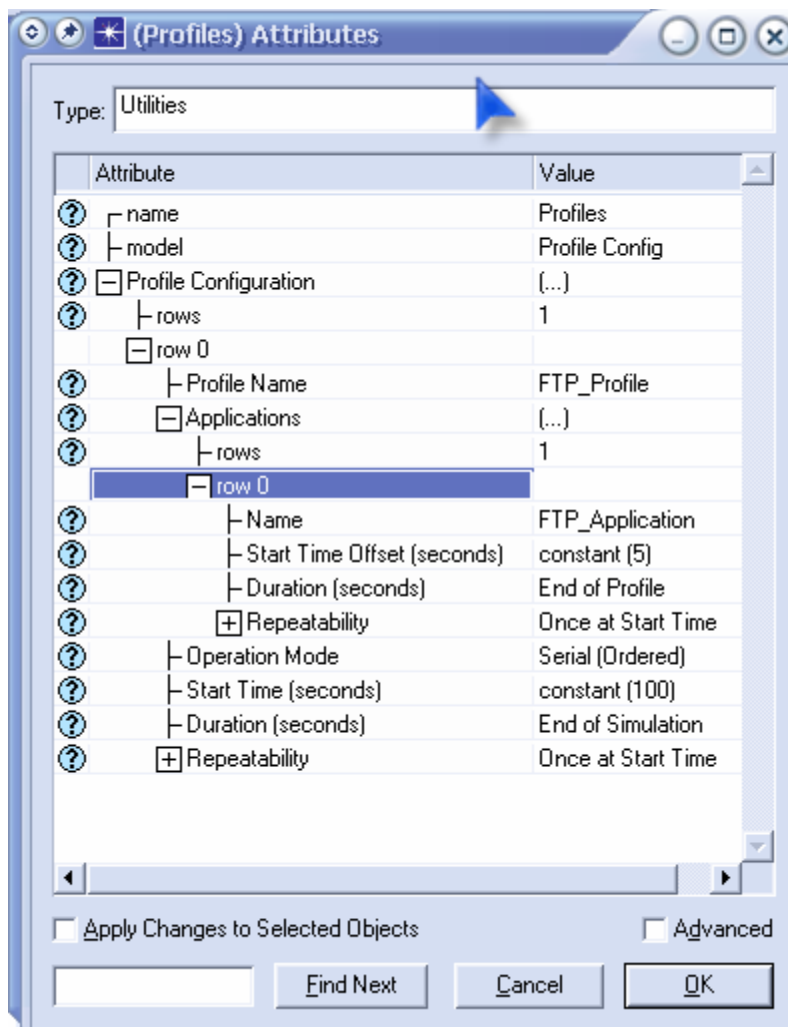


Figura No. 87: Atributos asignados a los perfiles para descargar un fichero de tamaño constante.

Con esto hemos configurado unos perfiles en los que se utiliza la aplicación FTP para realizar una única descarga de un fichero de tamaño constante.

4.2.2.3. Configuración de la subred oeste (West Subnet): configuración de un servidor FTP.

- a. Hacemos doble clic en el nodo de subred **West**. Aparecerá un espacio de trabajo (*workspace*) vacío, lo que indica que la subred no contiene objetos.

- b. Abrimos la paleta de objetos y nos aseguramos que esté seleccionado el elemento **internet_toolbox** del menú desplegable.
- c. Añadimos los siguientes elementos al espacio de trabajo de la subred: un **ethernet_server**, un router **ethernet4_slip8_gtwy** (el nodo **ethernet_slip8_gtwy** modela una pasarela basada en IP que soporta cuatro hubs Ethernet y ocho líneas serie), se conecta con un enlace bidireccional **100_baseT**, luego Cerramos la paleta y renombra los objetos como se muestra en la *Fig. 88* :

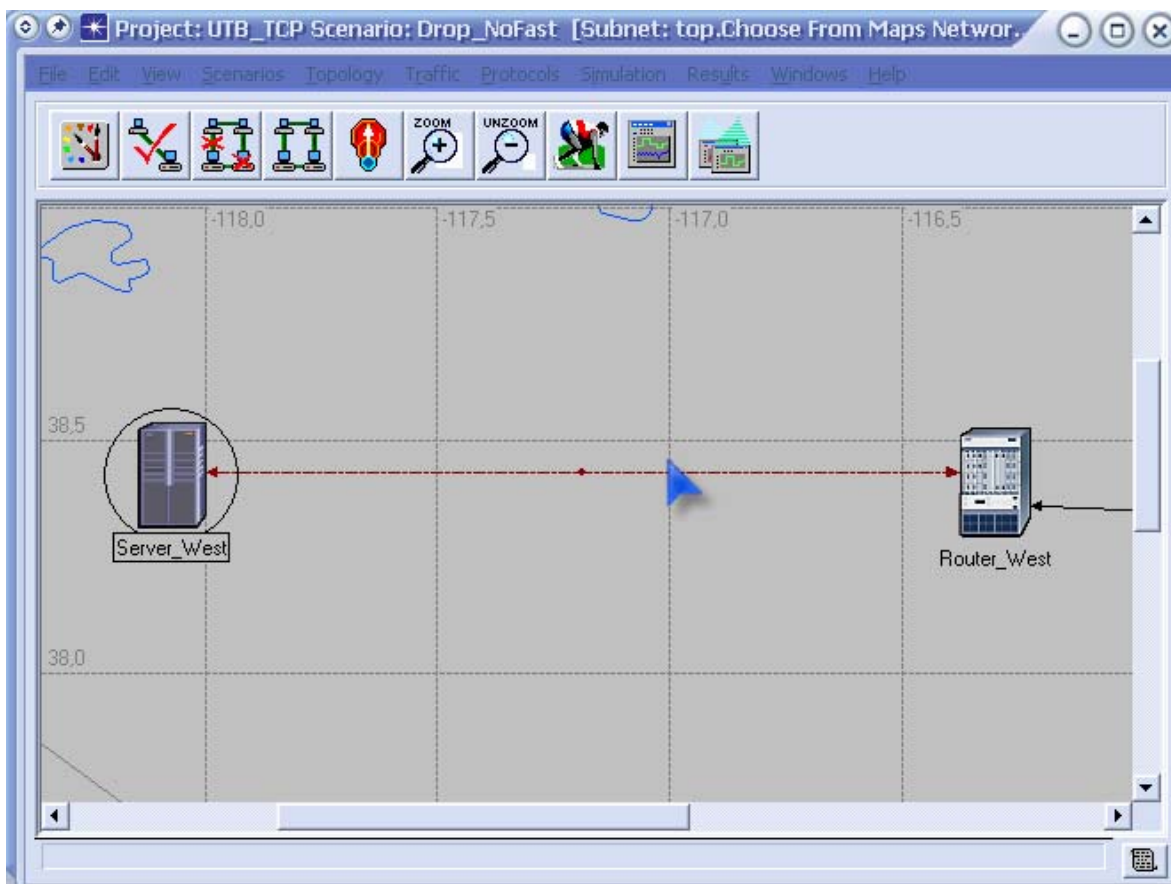


Figura No. 88: Elementos de la subred west.

- d. Hacemos clic en el nodo **Server_West**, **Edit Attributes**, Editamos **Application: Supported Services**, Ponemos **rows** a 1, Seleccionamos de la columna **Name** la opción **FTP_Application**, Hacemos clic en **OK**
- e. Editamos el valor del atributo **Server Address** y escribimos **Server_West**.
- f. Expandimos el árbol **TCP Parameters**, Ponemos **Fast Retransmit** y **Fast Recovery** en disabled.
- g. Hacemos clic en **OK** y guarda el proyecto.

Ahora hemos terminado la configuración de la subred **West**. Para volver al proyecto anterior, haz clic en el botón **Go to next higher level**, que es el botón No. 5 de los botones de herramientas.

4.2.2.4. Configuración de la subred este (East Subnet): configuración de un cliente FTP:

- a. Hacemos doble clic en el nodo de subred **East**. Aparecerá un espacio de trabajo vacío, lo que indica que la subred no contiene objetos.
- b. Abrimos la paleta de objetos y nos aseguramos que esté seleccionado el elemento **internet_toolbox** del menú desplegable.
- c. Añadimos los siguientes elementos al espacio de trabajo de la subred: un **ethernet_wkstn**, un router **ethernet4_slip8_gtwy**, y los conectamos con un enlace bidireccional **100_baseT**, Cerramos la paleta y renombramos los objetos como se muestra en la *Fig. 89*:

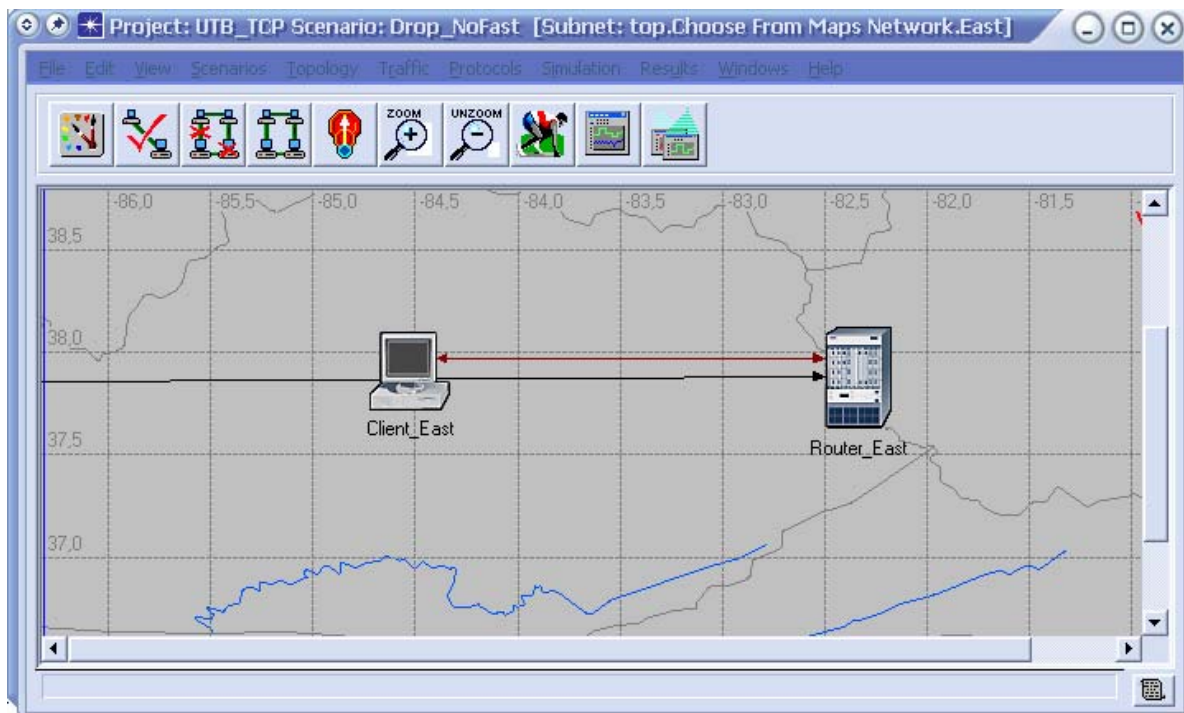


Figura No. 89: Elementos de la subred East.

- d. Hacemos clic en el nodo **Client_East**, **Edit Attributes**: Expandimos el árbol **Application: Supported Profiles**, Ponemos **rows** en 1, se expande el árbol **row 0**, Ponemos **Profile Name** en **FTP_Profile**, Asignamos **Client_East** a los atributos **Client Address**.
- e. Editamos el atributo **Application: Destination Preferences** como sigue: Ponemos **rows** en 1, ponemos **Symbolic Name** en **FTP Server**, editamos **Actual Name**, ponemos **rows** en 1, en la nueva fila, asignamos **Server_West** a la columna **Name**.
- f. Hacemos clic en **OK** tres veces y guardamos el proyecto.

Acabamos de completar la configuración de la subred **East**. Para volver al proyecto anterior, haz clic en el botón **Go to next higher level**.

4.2.2.5. Conectar las subredes a la nube IP:

- a. Abrimos la paleta de objetos.
- b. Usamos dos enlaces bidireccionales **PPP_DS3**, conectamos la subred **East** con **IP Cloud** y la subred **West** también con **IP Cloud**. En este momento aparece una ventana de diálogo preguntando con qué quieres conectar la subred a la **IP Cloud**, nos asegurate de seleccionar los routers.
- c. Cerramos la paleta.

4.3. Selección de las estadísticas

- a. Hacemos clic con el botón derecho del ratón en **Server_West** que está dentro de la subred **West** y selecciona **Choose Individual Statistics** del menú desplegable.
- b. En la ventana de diálogo *Choose Results*, seleccionamos las siguientes estadísticas: **TCP Connection: Congestion Window Size (bytes)** y **Sent Segment Sequence Number**.
- c. OPNET proporciona tres modos de captura:
 - All values: recoge cada punto de datos de una estadística.
 - Simple: recoge datos según un intervalo especificado por el usuario (o según una cuenta de muestras).
 - Buckets (cubos): recoge todos los puntos en el intervalo de tiempo (o cuenta de muestras) y los mete en un “cubo de datos”, generando un resultado distinto para cada cubo de datos (este es el modo por defecto)

En esta práctica utilizaremos la opción All values, para esto hacemos clic con el botón derecho del ratón sobre las estadísticas **Congestion Window Size (bytes)**, Seleccionamos **Change Collection Mode** en la ventana de diálogo activa **Advanced**, del menú desplegable, asignamos **all values** a **Capture mode** como se muestra en la *Fig. 90*, Hacemos clic en **OK**.

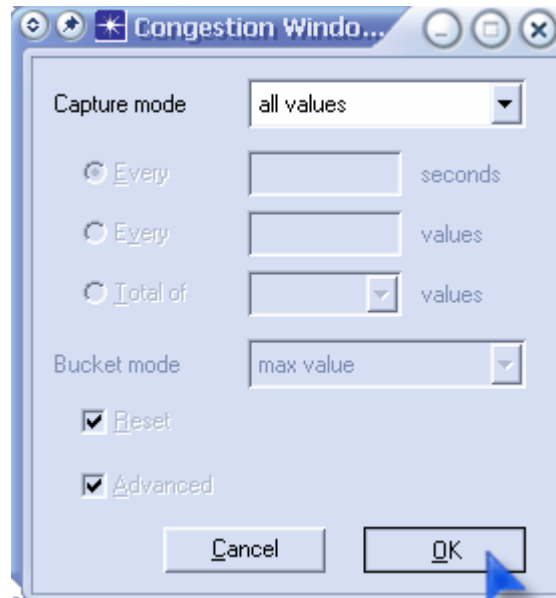


Figura No. 90: Modo de recolección de estadísticas.

- d. Hacemos clic con el botón derecho sobre las estadísticas de **Sent Segment Sequence Number**, Seleccionamos **Change Collection Mode**, en la ventana de diálogo activa **Advanced**, del menú desplegable, asigna **all values** a **Capture mode**.
- e. Hacemos clic en OK dos veces y guarda el proyecto.
- f. Pulsamos el botón **Go to next higher level**.

4.4. Configuración de la simulación

- a. Pulsamos en el botón configure/run simulation y a continuación aparece la ventana *Configure Simulation*.
- b. Ponemos la duración de la simulación a **10** minutos.
- c. Pulsamos **OK** y guardamos el proyecto.

Una vez finalizada la simulación, habremos simulado el proceso de transmisión de un único fichero por FTP a través de Internet, desde un servidor situado en la costa Oeste de los Estados Unidos, hacia un cliente localizado en la costa Este.

4.5. Duplicamos el escenario

En la red que acabamos de crear, asumimos que la red es perfecta y no descarta paquetes. También hemos deshabilitado las técnicas de retransmisión rápida y recuperación rápida de TCP, Como hemos mencionado, con la retransmisión rápida (*fast retransmit*) TCP lleva a cabo retransmisiones de los segmentos que parece que se han perdido, sin esperar a que expire el temporizador de las retransmisiones. Después de reenviar este segmento, se aplica las técnicas para evitar la congestión (*congestion avoidance*) reduciendo la ventana de congestión a la mitad del tamaño de la ventana de transmisión. Tanto *fast retransmit* como *fast recovery* se implementan normalmente de manera conjunta, según el RFC 2001.

Para analizar los efectos que ocurren cuando se descartan paquetes y cómo funcionan las técnicas de control de congestión, vamos a crear dos escenarios adicionales.

- a. Selecciona **Duplicate Scenario** del menú **Scenarios**, y lo llamamos **Drop_NoFast**, Hacemos clic en **OK**.
- b. En el nuevo escenario, hacemos clic con el botón derecho del ratón en **IP Cloud**, **Edit Attributes**, Asignamos **0,05%** al atributo **Packet Discard Ratio**.
- c. Pincha en **OK** y guarda el proyecto.
- d. Desde el escenario **Drop_NoFast**, selecciona nuevamente **Duplicate Scenario** del menú **Scenarios**, y llama al nuevo escenario **Drop_Fast**.
- e. En el nuevo escenario **Drop Fast**, hacemos clic con el botón derecho del ratón sobre **Sever_West**, que está dentro de la subred **West**, **Edit Attributes**, Expandimos el árbol **TCP Parameters**, Ponemos el atributo **Fast Retransmit** a **Enable** y asignamos **Reno** al atributo **Fast Recovery**.
- f. Hacemos clic en **OK** y guardamos el proyecto.

4.6. Ejecutamos la Simulación

Podemos ejecutar la simulación de los tres escenarios de manera simultánea, siguiendo las siguientes instrucciones:

- a. Vamos hacia el menú **Scenarios**, Seleccionamos **Manage Scenarios**.
- b. Cambiamos los valores que están debajo de la columna **Results** a **<collect>** para los tres escenarios. Como aparece en la *Fig. 91*.
- c. Haz clic en **OK** para ejecutar las tres simulaciones.

- d. Después de que se hayan completado las tres simulaciones, una por cada escenario, pinchamos en **Close** y guardamos el proyecto.

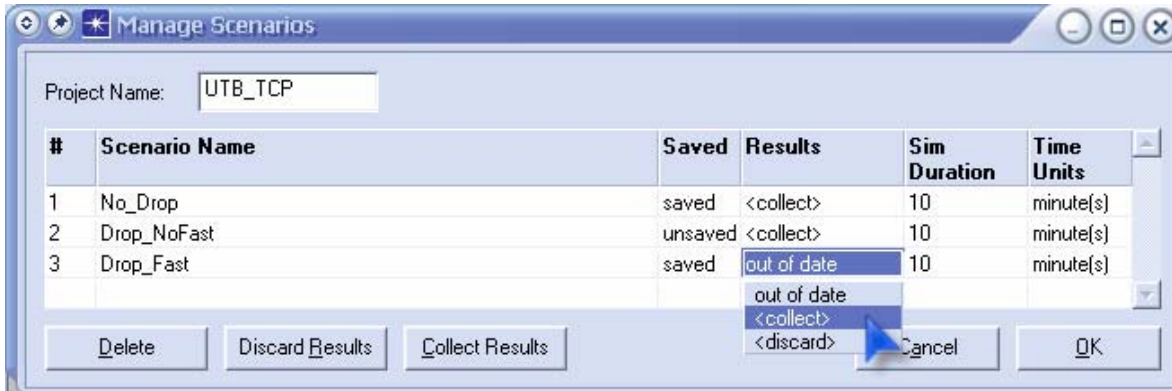


Figura No. 91: Ventana de Manage Scenarios.

4.7. Ver los resultados:

Para ver y analizar los resultados:

- Cambiamos al escenario **Drop_NoFast** y seleccionamos **View Results** del menú **Results**. Para cambiar a un escenario, selecciona **Switch to Scenario** desde el menú **Scenarios** o simplemente pulsa Ctrl + <número de escenario>, en este caso sería Ctrl+2.
- Expandimos completamente el árbol **Object Statistics** y seleccionamos los siguientes resultados: **Congestion Window Size (bytes)** y **Sent Segment Sequence Number**.
- Pinchamos en Show. Los gráficos resultantes deberían de parecerse a los que se muestran en la Fig. 92.
- Observa que el **Segment Sequence Number** es casi plano (no se incrementa) cuando ocurre un descenso de la ventana de congestión.

- e. Cierra la ventana de diálogo *View Results*, y selecciona **Compare Results** del menú **Result**.

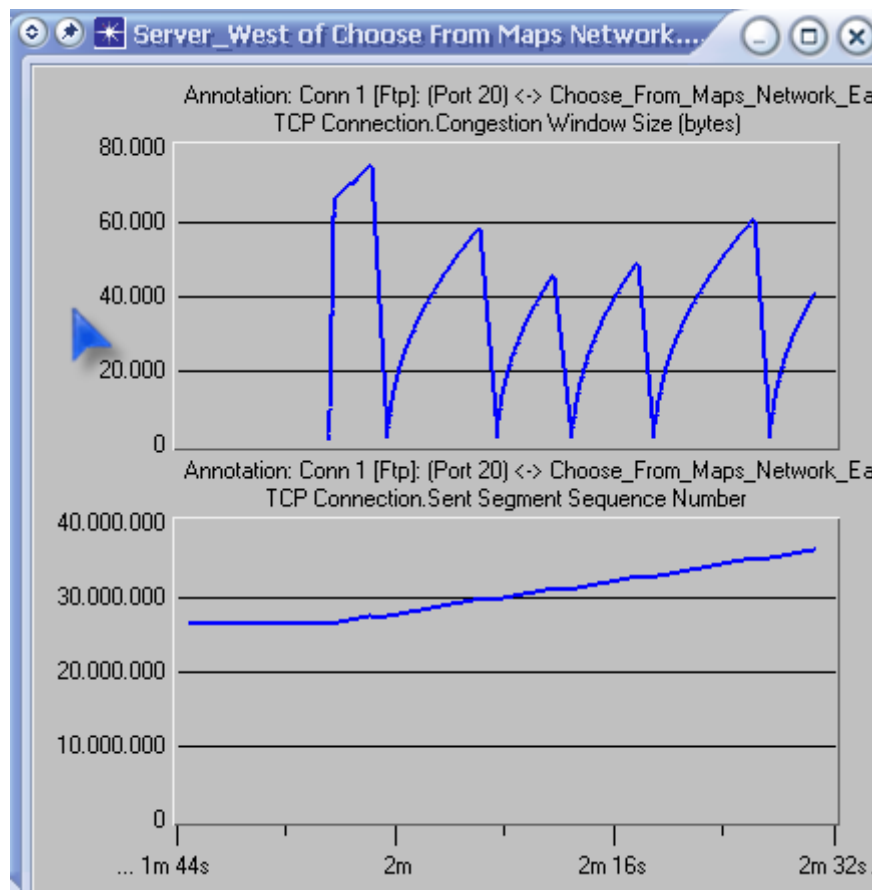


Figura No. 92: Resultados de la simulación del escenario *Drop_NoFast*

- f. Expandimos por completo el árbol **Object Statistics**, y seleccionamos el resultado: **Sent Segment Sequence Number**.

Es importante ver que en la implementación que estamos simulando (escenario **Drop_NoFast**), no se aplica *fast recovery*, y por tanto la ventana de congestión se reduce completamente cuando ocurre una pérdida de un segmento, quedándose con el tamaño de un segmento (un MSS de valor 1460 en el caso de redes Ethernet). Esto difiere de otras implementaciones. Por ejemplo, en algunas

implementaciones TCP, como la que hemos visto en teoría, una pérdida de segmento implica reducir el tamaño de la ventana de congestión a la mitad. Otras implementaciones (por ejemplo, la simulada en el escenario **Drop_Fast**) sí usan la estrategia *fast recovery*, en la que tras una supuesta pérdida de un paquete, el tamaño de la ventana de congestión se reduce a la mitad del tamaño de la ventana de recepción indicado por el otro extremo.

Otra particularidad que se observa en la implementación de TCP que estamos simulando es que, después de una retransmisión (por supuesta pérdida de un paquete), no se aplica *slow start* (que se reserva exclusivamente para el arranque de conexión), sino que directamente se usa *additive increase* (también conocido como Algoritmo de Van Jacobson).

- g. Hacemos clic en Show. Después de hacer zoom, el gráfico resultante debería de ser parecido al de la *Fig. 93*.

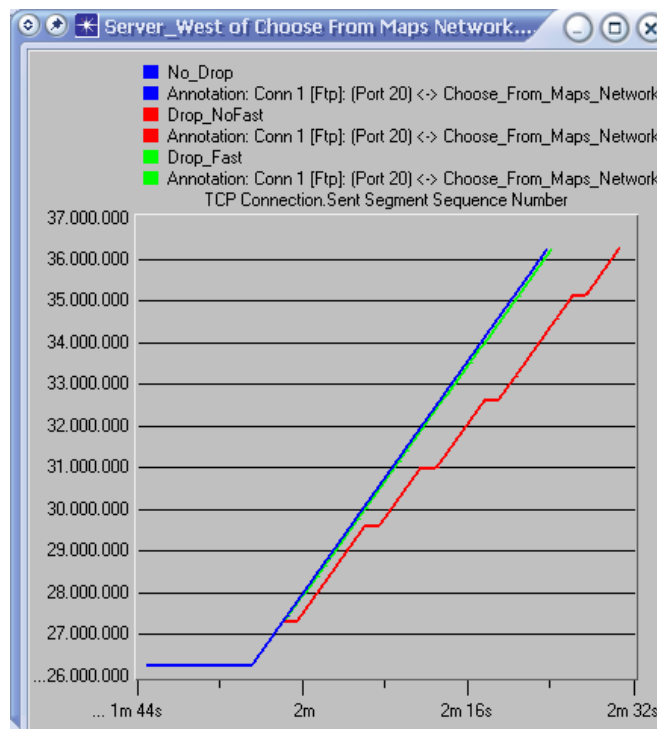


Figura No. 93: Comparación de los tres escenarios.

5. CONCLUSIONES

- El programa OPNET IT Guru AE nos demostró ser una herramienta muy útil y versátil para la simulación de redes.
- Nos dimos cuenta que el programa OPNET es una excelente herramienta, ya que nos permite simular cualquier clase de protocolo y topologías, a la hora de diseñar y prever cualquier clase de modificaciones y ampliaciones futuras.
- Esta herramienta nos permitió ver la performance de cualquier tipo de red a implementar, y poder tener un criterio claro para tomar una buena decisión como ingeniero. Además, con este programa se pueden afianzar todos los conocimientos obtenidos durante la carrera acerca de las telecomunicaciones, ya que, nos permite visualizar toda la teoría aprendida, a través de las simulaciones y las prácticas que queramos realizar en dicho programa.
- Hasta donde sabemos no se la utiliza en nuestro país. En nuestra opinión sería interesante difundir su uso tanto como herramienta educativa como para planificación de redes pequeñas. Dada la impresión favorable que nos dejó la Edición Académica cabe esperar que las versiones comerciales de OPNET sean herramientas muy poderosas como ayudas en la planificación de redes y/o la investigación académica.
- Con el programa OPNET se pueden realizar prácticas de laboratorio en la UTB, para afianzar los conocimientos teóricos obtenidos durante el semestre académico, lo que ayudaría a que los estudiantes salieran con más competencias y con más visión acerca de lo que son las redes de comunicaciones en la práctica.

6. BIBLIOGRAFÍA

- “¿Qué es OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1 “
<http://www.redes.upv.es/redesfi/pract/Introduccion.pdf>
- “Introducción a OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1”
http://www.redes.upv.es/redesfi/pract/Home_LAN.pdf
- “Prácticas realizadas”
<http://www.it.uniovi.es/contenidos/ars.html>
http://www.opnet.com/services/university/itg_panko.html
- “Tutorial en flash de OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1”
<http://www.etsi.urv.es/EngInf/assig/xcii/itguru.html>

7. ANEXOS

Anexo No. 1: ¿Cómo conseguir la versión free para universidades?

Si desean obtener la versión free IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1 para universidades solo tienes que entrar a la página web www.opnet.com y allí mediante un registro donde colocas tus datos personales y tu dirección electrónica, te suministran un nombre de usuario y contraseña, que debes introducir a la hora de la instalación del programa.

La dirección exacta para bajar el programa es: http://www.opnet.com/services/university/itguru_academic_edition.html (Fig. 94)

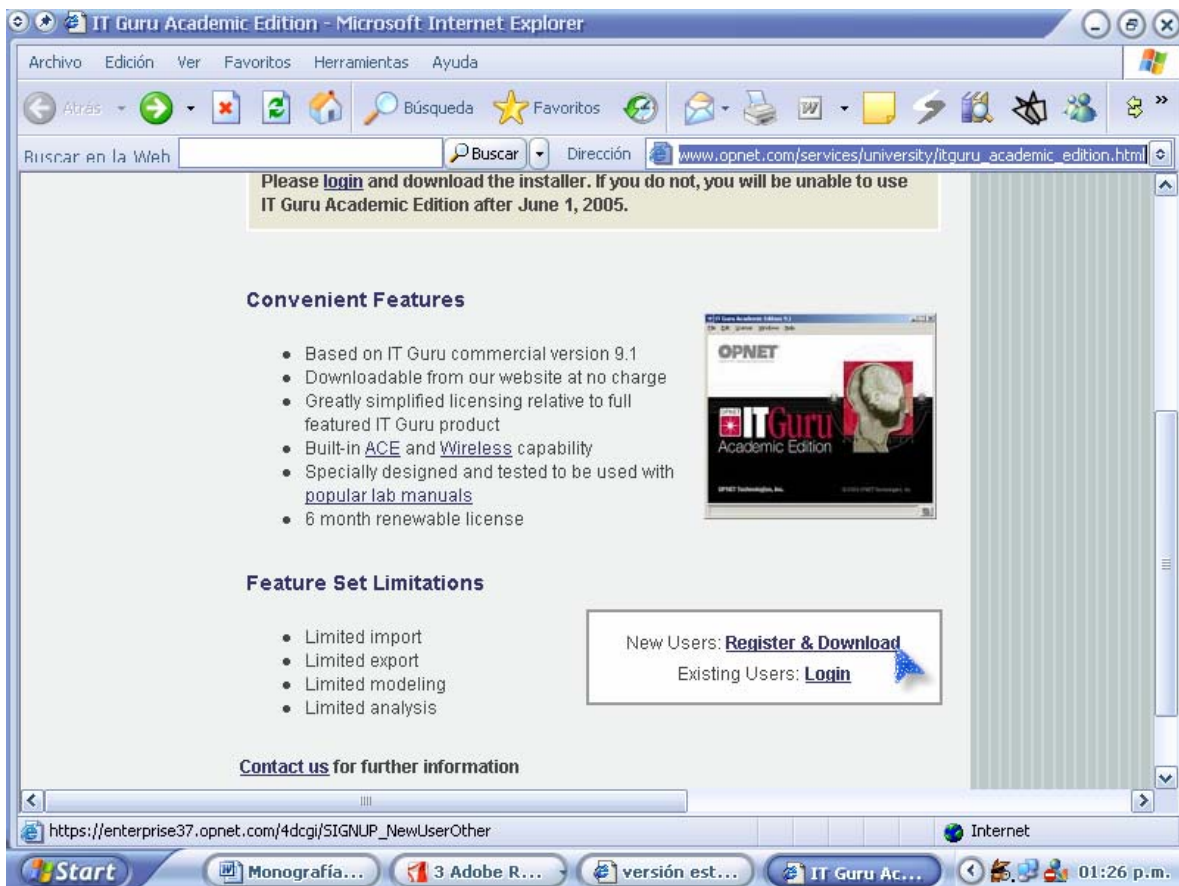


Figura No. 94: Página para descargar la versión free OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1.

Anexo No. 2: Tutorial en flash para OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1

Si no eres amante de aprender leyendo, aprende con animaciones, descárgate el tutorial de OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1 en la siguiente página:

<http://www.etse.urv.es/EngInf/assig/xcii/itguru.html>

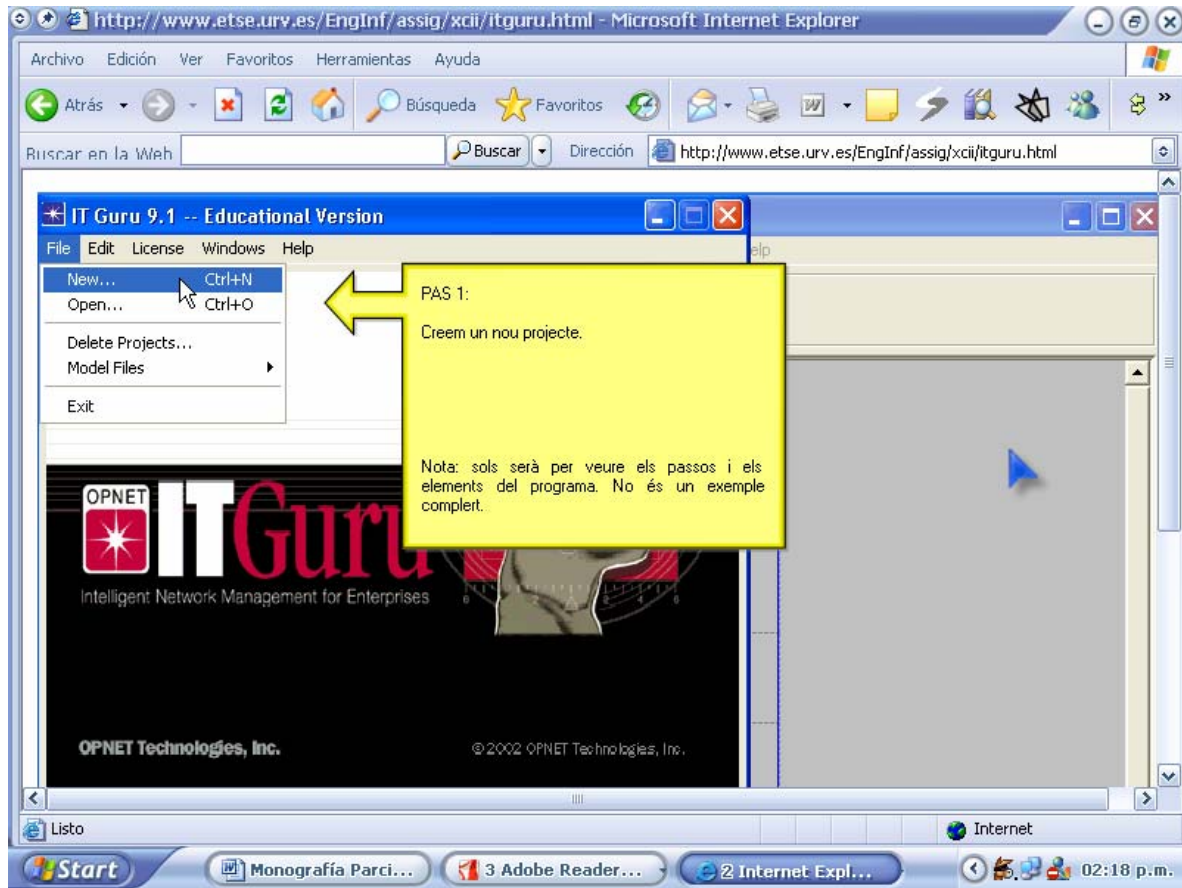


Figura No. 95: Tutorial en Flash para OPNET IT GURU ACADEMIC EDITION 9.1