

Universidad Politécnica del Estado de Morelos



Upemor
Universidad **Politécnica**

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA CONECTIVIDAD E INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO DE DATOS DE LA MINIGRID UAEM-UPEMOR

T E S I S

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

P r e s e n t a

MIGUEL ANGEL CÒRDOVA SERRANO

Directores de Tesis

Dra. Irma Yazmín Hernández Báez

Dr. Marco Antonio Cruz Chávez



DIRECCIÓN DE POSGRADOS Y EDUCACIÓN CONTINUA

JIUTEPEC, MORELOS A 12 de Agosto del 2014

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

Los abajo firmantes, miembros de la comisión revisora de tesis designada por la Dirección de Posgrado y Educación Continua de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos para la evaluación de la tesis del alumno Miguel Ángel Córdova Serrano, manifiestan que después de haber revisado su tesis: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA CONECTIVIDAD E INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO DE DATOS DE LA MINIGRID UAEM-UPEMOR" desarrollada bajo la dirección del Dr. Marco Antonio Cruz Chávez y Dra. Irma Yazmín Hernández Báez el trabajo se ACEPTA para proceder a su impresión.

ATENTAMENTE

DRA. IRMA YAZMÍN HERNÁNDEZ BÁEZ
DIRECTOR
Cédula Profesional: 8508209

DR. MARCO ANTONIO CRUZ CHÁVEZ
CO - DIRECTOR
Cédula Profesional: En trámite

DR. JUAN PAULO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ
VOCAL UNO
Cédula Profesional: En trámite

MII. JOSÉ MANUEL PÉREZ LEANA
VOCAL DOS
Cédula Profesional: 7679777

M.I.E. JOSEFINA PATIÑO SALCEDA
DIRECTORA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA
Cédula Profesional: 7287312

DEDICATORIAS

A Dios que abrió los caminos y puertas para que pasara este momento. No tengo duda que fuiste Tú, espero como lo mencione al inicio de la maestría impactar al desarrollo académico y tecnológico de mi municipio, estado y país.

A mi Esposa que le tengo que agradecer el apoyo incondicional, sin ti no lo hubiera logrado flaka. Gracias por ser el pilar mas fuerte de mi vida y permitirme haberles robado tiempos de ustedes para realizar este posgrado.

A mis hermosos hijos Daniela mi princesa, Saíd mi flako y Diego mi chaparrito:

Mi tesoro mas valioso, nada vale mas que estén presente en este momento de mi vida, así como el que Dios me permita darles este ejemplo ahora que son muy jóvenes, no me daría mas gusto que ustedes mis hijos cumplieran sus metas de vida y académicas con éxito.

A mis Madres Doña Carmelita y Doña Eladía quienes formaron mis valores como persona, se que las dos donde quieran que estén en este momento estarán contentas pues siempre me inculcaron estudiar, esforzarme y ser un persona de bien. Las voy amar toda a vida.

AGRADECIMIENTOS

A la UPEMOR y la UAEM por permitirme realizar este trabajo de tesis.

*A mis Directores de tesis Dr. Marco Cruz Chávez y Dra. Irma Yazmín Hernández Báez.
Gracias por siempre tener tiempo para atender mis dudas y dirigir mi trabajo.*

Al Mtro. José Manuel Pérez Leana por ser parte fundamental en que haya finalizado este trabajo.

A la Dra. Silvia Gaona por motivar a iniciar y seguir en el proyecto.

Al M.C. Pedro Moreno por su apoyo.

RESUMEN

La implementación de la Mini Grid Morelense surge en el año 2009 de la necesidad de ejecutar aplicaciones informáticas que demandan una gran cantidad de poder de cómputo y almacenamiento, las cuales no podrían ejecutarse mediante equipo monousuario o PC. Debido a ello, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, la Universidad Politécnica del Estado de Morelos e Instituto Tecnológico de Veracruz han desarrollado un proyecto tecnológico con la finalidad de sumar esfuerzos en términos de infraestructura, con el objetivo de implementar una Grid que haga posible que sistemas y aplicaciones heterogéneas compartan recursos de cómputo y almacenamiento de manera transparente ayudando a obtener los mejores resultados, con la mayor eficiencia y menor tiempo de respuesta posible.

El presente trabajo de tesis se centra en resolver las limitantes de conectividad en redes mediante soluciones que usen redes académicas de alta velocidad (RNEI), redes dedicadas WAN interestatales (Redes de Área Amplia), tecnologías LAN (Redes de Área Local), redes lógicas Capa2 (VLANs) de las instituciones que participan en la MiniGrid Morelense, con el fin de aprovechar la ventajas de tecnologías de sumar poder de cómputo de múltiples clusters para cálculo numérico, reduciendo tiempos de respuesta e incrementando la velocidad de transmisión de datos. Así mismo, se realiza un enfoque de implementación de los centros de datos de UAEM y UPEMOR alineados a las mejores prácticas definidas por Norma Internacional para la construcción de centros de procesamiento de datos ICREA-Std-131-2007, Sala de Cómputo en Ambiente Certificado (QADC), Nivel I para un 95% de disponibilidad.

ABSTRACT

The implementation of the Morelos Mini-Grid arose in 2009 due to the need to run computer programs requiring a lot of computer power and storage, which could not be run on single user equipment or a PC. Based on this need, the Autonomous University of Morelos (UAEM), the Polytechnic University of the State of Morelos (UPEMOR), and the Veracruz Technological Institute developed a technological project that resulted from the combination of infrastructural efforts, with the goal of implementing a grid that makes it possible for heterogeneous systems and programs to share computer resources and storage in a transparent way to achieve the best results in terms of efficiency and response time.

This thesis is focused on resolving the constraints of network connectivity via solutions that use high velocity academic networks (HVAN), dedicated interstate WAN networks (Wide Area Networks), LAN technology (Local Area Networks), and Capa2 logic networks (VLAN) from the institutions participating in the Morelos Mini-Grid to take advantage of technologies to combine the computing power of multiple clusters to perform numerical calculations with reduced response times and increased data transmission rates. Moreover, a focused implementation of the UAEM and UPEMOR databases aligned according to the best practices defined by the international standard for building processing centers, ICREA-Std-131-2007, of the Computer Lab Environment Certificate (QADC), at Level I for a 95% availability, was performed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Primera versión de la Grid Tarántula	15
Figura 1.2. Versión actual de la Minigríd Morelense	16
Figura 1.3 Principales actividades de uso Internet en usuarios en México	20
Figura 1.4 Gráfico del consumo de ancho de banda promedio de Internet comercial en la UAEM durante el periodo 20 de Marzo al 19 de Abril del 2012	21
Figura 1.5 Gráfico del consumo de ancho de banda de Internet comercial por aplicación en la UAEM durante el periodo 10 de Abril al 10 de Mayo del 2012	21
Figura 1.6 Gráfico del consumo de ancho de banda promedio de Internet2 - CUDI en la UAEM durante el periodo 10 de Abril al 10 de Mayo del 2012	22
Figura 1.7 Gráfico del consumo de ancho de banda de Internet comercial en la UPEMOR	22
Figura 1.8 Gráfica de comportamiento semanal de latencia entre cluster's "sin carga"	26
Figura 1.9 Gráfica de comportamiento semanal de latencia entre clusters "con carga"	27
Figura 1.10 Comunicación de la MiniGrid mediante internet comercial.....	27
Figura 1.11 Esquema arrendamiento de enlace con un ISP	30
Figura 2.1 Delimitación del concepto Grid	38
Figura 2.2 Intragrid, Extragrid e Intergrid	43
Figura 2.3 Iniciativa Grid EELA, E- Science Grid for Europe and Latin America	44
Figura 2.4 Esquema de interconexión de la iniciativa de Grid Nacional	45
Figura 2.5 Grid Morelos (comunicación mediante internet comercial)	47
Figura 2.6 Arquitectura del Grid	50
Figura 2.7 Modelo TCP/IP	54
Figura 2.8 Capas del Modelo TCP/IP	55
Figura 2.9 Comparación entre el modelo OSI y el modelo TCP/IP	58
Figura 2.10 Elementos de una red típica	58
Figura 2.11 Símbolos comunes de interconexión de redes	59
Figura 2.12 Cableado de Backbone o Campus	69
Figura 2.13 Cableado Horizontal	70

Figura 2.14 Geografía de los estándares de sistemas de transporte de redes cobre y fibra óptica	71
Figura 2.15 Estándares TIA según su aplicación	72
Figura 2.16 Cable par trenzado.	73
Figura 2.17 Cable de fibra óptica.	75
Figura 2.18 Cable Coaxial.....	78
Figura 2.19 Estándares de Redes Inalámbricas según su tamaño	79
Figura 2.20 Bandas de frecuencia no licenciadas (ISM)	80
Figura 2.21 Topologías de red	81
Figura 2.22 Zona de Fresnel	84
Figura 2.23 Redes de Área Amplia	86
Figura 2.24 Arquitectura Empresarial para el diseño de redes	90
Figura 3.1 Estructura metodología de la tesis.....	99
Figura 4.1 Ventana de inicio del estudio de factibilidad en Pathloss 4.0.	105
Figura 4.2 Calculo de la altura de las antenas.....	106
Figura 4.3 Ventana que muestra el perfil final del enlace.....	106
Figura 4.4 Resultado software LYNX TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1	108
Figura 4.5 Trayectoria y distancia del enlace WAN(UAEM - UPEMOR).	109
Figura 4.6 Diagrama a bloques de los componentes de la Red WAN.....	110
Figura 4.7 Diagrama de la implementación de la Red WAN Inalámbrica punto a punto entre la UAEM – UPEMOR.	111
Figura 4.8 Pantalla de Log On para el radio 10.0.0.1.	112
Figura 4.9 Ventana de ficha Admin.....	113
Figura 4.10 Ventana de ficha SysCfg.	113
Figura 4.11 Ventana muestra el RSL del enlace WAN mediante grafico de barras. ..	114
Figura 4.12 Ventana muestra el estado del enlace WAN configurado.	115
Figura 4.13 Resumen de la implementación del enlace inalámbrico PTP entre UPEMOR – UAEM.	116
Figura 4.14 Modelo de interconexión para cableado horizontal	117
Figura 4.15 Topología estrella física.....	118
Figura 4.16 Método de prueba tipo canal.	118
Figura 4.17 Estándar de código de colores T568B.....	119
Figura 4.18 Resumen de la implementación de las LAN.	122

Figura 4.19 Muestras fotográficas de la implementación de la red LAN.....	122
Figura 4.20 Esquema general de backbone entre edificios	124
Figura 4.21 Plano arquitectónico enlace óptico extremo UAEM.	125
Figura 4.22 Esquema de la conectividad en el extremo UPEMOR.	126
Figura 4.23 Resumen implementación de enlace de fibra óptica.	126
Figura 4.24 Resumen a bloques del diseño de la red lógica de la Minigrad Morelense.	128
Figura 4.25 Implementación VLAN's de la Grid Morelense.	129
Figura 5.1 Modelo interconexión –ST.	132
Figura 5.2 Método de prueba de cableado de red horizontal.	134
Figura 5.3 Certificado de prueba realizado a cada salida de telecomunicaciones LAN con resultado de PASA.	135
Figura 5.4 Certificado de prueba realizado a enlace óptico entre Edificios 44 Torre Universitaria – Ed.48. Centro de datos Grid con resultado de PASA en prueba RX-TX.	138
Figura 5.5 Certificado de prueba realizado a enlace óptico entre Edificios 44 Torre Universitaria – Ed.48. Centro de datos Grid con resultado de PASA en prueba TX-RX.	139
Figura 5.6 Certificado de prueba realizado a enlace óptico Edificios UD1-LT1 Centro de datos Grid con resultado de PASA en prueba TX-RX.	140
Figura 5.7 Certificado de prueba realizado a enlace óptico Edificios UD1-LT1 Centro de datos Grid con resultado de PASA en prueba RX-TX.	141
Figura 5.8 Resultados ideales esperado en el enlace de microondas mostrados por herramienta LYNX TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1.	150
Figura 5.9 Ventana muestra el RSL del enlace WAN mediante grafico de barras.	152
Figura 5.10 Ventana muestra el estado del enlace WAN configurado.	153
Figura 5.11 Pruebas de velocidad de la conectividad de la MiniGrid Morelense utilizando software JPERF.	155
Figura 5.12 Resultado de prueba de conectividad usando el comando Ping UAEM- >UPEMOR.	156
Figura 5.13 Resultado de prueba de conectividad usando el comando Ping UAEM- >UPEMOR.	156
Figura 5.14 Resultado de la prueba JPERF del lado del servidor.	157

Figura 5.15 Resultado de la prueba JPERF del lado del cliente.....	157
Figura 5.16 Resumen de resultados de la prueba JPERF en los extremos cliente y servidor.....	158
Figura 5.17 Pruebas de velocidad de la conectividad de la MiniGrid Morelense utilizando software QCHECK.	159
Figura 5.18 Comportamiento semanal de latencia promedio con carga, anterior a la implementación de la conectividad de la MiniGrid Morelense (Chávez, 2013).	160
Figura 5.19 Comportamiento semanal de latencia promedio con carga actual, posterior a la implementación de la conectividad de la MiniGrid Morelense (Chávez, 2013).	160
Figura 5.20 Resultados del centro de datos CIICAP – UAEM de acuerdo al CheckList ICREA.	165
Figura 5.21 Resultados del centro de datos UPEMOR de acuerdo al CheckList ICREA.	165
Figura 5.22 Problema de decisión	169
Figura 5.23 Problema de optimización.....	170
Figura 5.24 Método AGHCGrid propuesto y su ejecución en ambiente Grid	172
Figura 5.25 Ejecución de la aplicación en ambiente Grid	173
Figura 5.26 Media de tiempos de la cooperación de procesos para FFS_140x4x4x25	175
Figura 5.27 (línea azul)Aceleración (Speedup) real vs (línea roja)aceleración ideal .	177
Figura 6.1Dorsal Red NIBA.....	181

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Componentes que conforman el cluster UAEM.	17
Tabla 1.2 Componentes que conforma el cluster UPEMOR.....	18
Tabla 1.3 Costo del uso de lada enlaces Ethernet (Referencia de costo julio 2012)....	30
Tabla 2.1 Clases de direcciones IP públicas.	63
Tabla 2.2 Clasificación de las redes según su tamaño.....	64
Tabla 2.3 Clasificaciones de cableado equivalente de TIA e ISO (Maguire, 2013).	74
Tabla 2.4 Aplicaciones según la categoría de cableado par trenzado.....	75
Tabla 2.5 Distancias y tecnologías soportadas según el tipo de fibra óptica	76
Tabla 2.6 Comparación técnica entre los principales y más grandes sistemas de comunicación inalámbrica	80
Tabla 2.7 Subsistemas Centro de Datos según Estándar TIA/942.....	95
Tabla 2.8 Niveles de disponibilidad de Centro de Datos según Estándar TIA/942.....	95
Tabla 2.9 Check List ICREA-Std-131-2007 (Tier1).....	98
Tabla 4.1 Lectura de GPS de los extremos del enlace de microondas	105
Tabla 4.2 Lista de requerimientos de la red LAN – Cableado Horizontal.	120
Tabla 4.3 Tecnologías, longitud de onda y distancias soportadas según el tipo de fibra óptica.....	124
Tabla 4.4 Direccionamiento IP de los dispositivos de la Minigrad Morelense.....	130
Tabla 5.1 Aplicaciones soportadas usando cableado de fibra óptica	137
Tabla 5.2 Recursos de la MiniGrid Morelense	174
Tabla 5.3 Resultados de la aceleración (Speedup) y eficacia del algoritmo para FFS_80x4x4x25	176

INDICE GENERAL

DEDICATORIAS	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABLAS.....	10
INDICE GENERAL	11
CAPÍTULO 1.INTRODUCCIÓN	15
1.1 Antecedentes.....	15
1.2 Planteamiento del problema	19
1.3 Justificación	29
1.4 Objetivos Generales	31
1.5 Objetivos específicos.....	31
1.6 Hipótesis	33
CAPÍTULO 2.MARCO TEÓRICO.....	34
2.1 Tecnologías Grid	34
2.2 Conceptos e historia de Tecnologías Grid.....	35
2.3 Interpretación comercial de Grid y su posterior delimitación	37
2.4 Clasificación de las Grid.	38
2.4.1 Grid según su finalidad funcional	39
2.4.2 Clasificación según el ámbito organizativo.....	41
2.5 Iniciativas de Grid Internacionales.....	43
2.6 Iniciativa Grid en México.....	44
2.7 Grid Morelos	45
2.8 Funcionamiento de la Grid.....	48
2.9 La arquitectura del Grid	49
2.10 Teoría de Redes.....	52

2.10.1	Concepto de Red y los modelos de referencia	52
	El modelo TCP/IP	53
2.10.2	Elementos de una Red	58
2.10.3	Direccionamiento IP (Protocolo de Internet)	61
2.10.4	Direcciones IP públicas y privadas	62
2.10.5	Enrutamiento.....	63
2.10.6	Clasificación de la redes según su tamaño	64
2.10.7	Definición de una LAN	65
2.10.8	Arquitectura de una LAN	68
2.10.9	Interred.....	82
2.10.10	Información General sobre Enlaces.....	85
2.10.11	Concepto de VLAN (Virtual LAN).	87
2.10.12	La arquitectura empresarial de redes.....	89
2.10.13	Internet.....	91
2.10.14	Internet 2.....	92
2.10.15	Internet 2 en México	93
2.10.16	Centro de Datos.....	93
CAPÍTULO 3. CONGRUENCIA METODOLOGICA		99
3.1	Fases de Desarrollo.....	99
CAPÍTULO 4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....		103
4.1	Diseño e implementación de la Red física.....	104
4.1.1	Diseño e implementación de la red inalámbrica PTP enlace UPEMOR –UAEM. ..	104
4.1.2	Diseño e implementación de la red LAN (cableado horizontal) y Backbobone	117
4.2	Diseño e implementación de la red lógica	127
CAPÍTULO 5. RESULTADOS		131
5.1.	Resultados de prueba de las redes LAN cluster's UAEM – UPEMOR.....	132
5.2.	Pruebas y Resultados Red CAN (Campus Área Network) o Backbone de fibra óptica.	136

5.3. Pruebas y resultados de enlace WAN inalámbrico entre las instituciones implementado mediante enlace de microondas punto a punto con bandas de frecuencia ISM.....	149
5.4. Pruebas y resultados de velocidad y latencia extremo a extremo de la Minigrad Morelense.	154
5.5. Resultados de las pruebas de latencia de la MiniGrid Morelense UAEM – UPEMOR	160
5.6. Pruebas de Traceroute	161
5.7 Resultados de Centro de datos.	164
5.8 Caso de prueba en la Grid Morelos.....	166
CAPÍTULO 6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	179
6.1 Conclusiones	179
6.2 Recomendaciones	180
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	183
ANEXO.....	189
Anexo1 Referencia costo enlace dedicado E1 Punto-multipunto entre UAEM - UPEMOR de 2.048 Mbps (ISP).....	189
Anexo 2 CheckList Norma ICREA -Std-131-2013 del centro de datos UAEM	190
Anexo 3 CheckList Norma ICREA -Std-131-2013 del centro de datos UPEMOR .	193
Anexo 4. Reporte fotográfico de la conectividad e infraestructura de centro de datos de la UPEMOR	195
Anexo 5 Reporte fotográfico de la conectividad e infraestructura de centro de datos de la UAEM.....	197
Anexo 6 Reporte fotográfico de la infraestructura de centro de datos de la MiniGrid Morelense Extremo UAEM	198
Anexo 7 Reporte fotográfico de la infraestructura de centro de datos de la MiniGrid Morelense Extremo UPEMOR.....	203
Anexo 8 Archivos de configuración de los switches de la Minigrad Morelense.....	207

GLOSARIO DE TERMINOS..... 211

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Grid es una tecnología nueva que proporciona acceso transparente a potencia de cálculo o procesamiento y capacidad de almacenamiento distribuida por más de una institución o por todo el mundo.

(Lukas Nellen, ICN-UNAM, JRU-MEX, 2009) menciona que no se tiene que olvidar la conectividad cuando se diseñan o implementan Grids nacionales e internacionales, la conectividad en México es muy limitada: backbone sin crecimiento, instituciones no contratan ancho de banda suficiente debido al alto precio de los mismos.

En el año 2008, con la colaboración de los cuerpos académicos de optimización y software de la UAEM(UAEMOR-CA-87) y de cómputo intensivo aplicado a la ingeniería (ITVER-CA-1), se llevó acabo la participación para desarrollar un proyecto para el uso de Internet 2 patrocinado por la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI), donde se planteaba el estudio de modelos teóricos de tipo NP-completos en el laboratorio Nacional de Grids de súper cómputo, utilizando algoritmos evolutivos de optimización con técnicas de procesamiento distribuido, pero debido a dificultades técnicas para la integración de dicho laboratorio, se determinó implementar una Grid entre las dos instituciones académicas, dando origen a la primera versión de la miniGrid Tarántula (ver Figura 1.1).

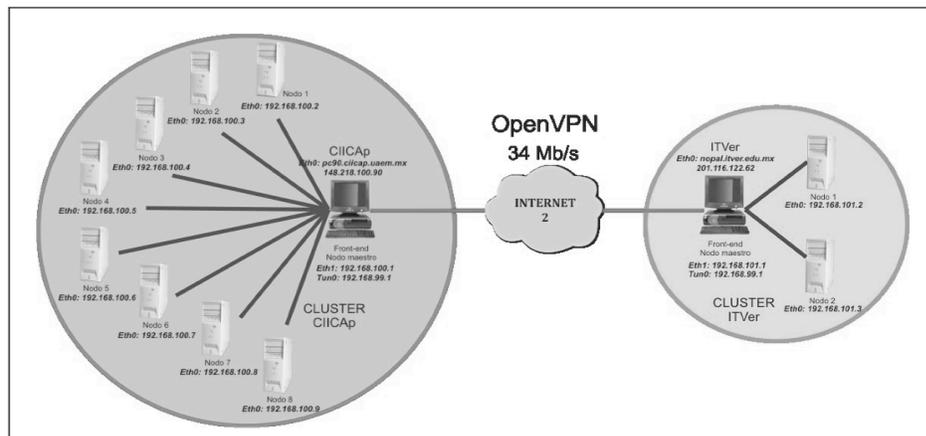


Figura 1.1 Primera versión de la Grid Tarántula (CIM 2011, 2011).

En el año 2009 se integra, a los trabajos de la Grid Tarántula, la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (ver Figura 1.2.), formando así lo que ahora se denomina Minigrad Morelense.

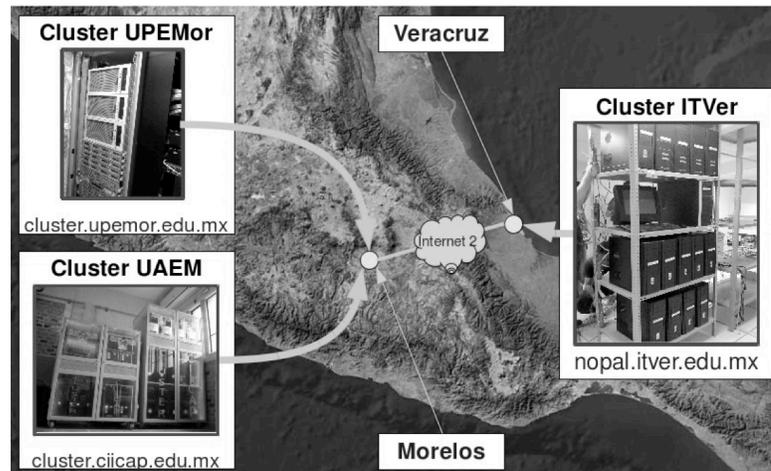


Figura 1.2. Versión actual de la Minigrad Morelense (CIM 2011, 2011).

El escenario para la integración de los clusters de una Grid es que se encuentran alejados geográficamente, además de ser administrados localmente y, por si mismos son entidades independientes. Este panorama de integración presentó múltiples dificultades, la de mayor complejidad, fue como resolver la comunicación entre los diferentes nodos que no pertenecen el mismo dominio, esto es, que no pertenecen al mismo cluster y Red LAN. El objetivo es ver en forma transparente los clusters unidos como uno solo, y poder ejecutar programas MPI en esta MiniGrid. Los clusters que se conectan a la Minigrad Morelense son: el cluster Texcal de la UPEMOR ubicado en el edificio LT1; cluster Cuexcomate UAEM, ubicado en el edificio CIICAP; y cluster Nopal del Instituto Tecnológico de Veracruz.

En la Tabla 1.1 y Tabla 1.2 muestra los componentes que conforman cada uno de los clusters UPEMOR – UAEM, los cuales conforman los elementos que se interconectaron en el presente trabajo:

Infraestructura Hardware y Software del Cluster de Cuexcomate CIICAp UAEM	
ELEMENTO	HARDWARE
<p>Nodo maestro CPU 1 Total 12 cores Total 24 GB RAM Total 12 TB HD</p>	<p>1 Motherboard: 2 procesadores Intel Xeon Six Core a 3.06 GHz, 12 MB cache. 2 HD Enterprise, 7200 RPM de 500GB (para S.O.). 6 HD Enterprise, 7200 RPM, 12 TB en total. 6 modulos RAM de 4GB 1333MHZ DDR3. Total de 24 GB RAM. 1 tarjeta Infiniband 40Gb/s</p>
<p>Nodos de procesamiento CPU 01 al 04 Total 48 cores Total 96 GB RAM Total 2 TB HD</p>	<p>1 Motherboard: 2 procesadores Intel Xeon Six Core a 3.06 GHz, 12 MB cache. 1 HD Enterprise, 7200 RPM de 500GB. 6 módulos RAM de 4GB 1333MHZ DDR3. Total de 24 GB RAM. 1 tarjeta Infiniband 40Gb/s</p>
<p>Nodo de procesamiento GPU 05 Total 896 cores Total 36 GB RAM Total 1 TB HD</p>	<p>1 Motherboard: 1 procesador Intel Xeon Six Core a 3.06 GHz, 12 MB cache. 2 HD Enterprise, 7200 RPM de 500GB. 9 modulos RAM de 4GB 1333MHZ DDR3. Total de 36 GB RAM. 2 tarjetas NVIDIA TESLA C2070, arquitectura Fermi, con 6 GB RAM DDR5 c/u. 448 cores c/u. DVD/RW Lector de memoria 1 tarjeta Infiniband 40Gb/s</p>
Total 956 Cores Cluster Cuexcomate UAEM	

Tabla 1.1 Componentes que conforman el cluster UAEM.

Infraestructura Hardware y Software del Cluster Texcal -UPEMOR.	
ELEMENTO	HARDWARE
<p>Nodo maestro CPU</p> <p>1</p> <p>Total 12 cores</p> <p>Total 24 GB RAM</p> <p>Total 12 TB HD</p>	<p>1 Motherboard:</p> <p>2 procesadores Intel Xeon Six Core a 3.06 GHz, 12 MB cache.</p> <p>2 HD Enterprise, 7200 RPM de 500GB (para S.O.).</p> <p>6 HD Enterprise, 7200 RPM, 12 TB en total.</p> <p>6 módulos RAM de 4GB 1333MHZ DDR3. Total de 24 GB RAM.</p> <p>1 tarjeta Infiniband 40Gb/s</p>
<p>Nodos de procesamiento CPU</p> <p>01 al 04</p> <p>Total 48 cores</p> <p>Total 96 GB RAM</p> <p>Total 2 TB HD</p>	<p>1 Motherboard:</p> <p>2 procesadores Intel Xeon Six Core a 3.06 GHz, 12 MB cache.</p> <p>1 HD Enterprise, 7200 RPM de 500GB.</p> <p>6 módulos RAM de 4GB 1333MHZ DDR3. Total de 24 GB RAM.</p> <p>1 tarjeta Infiniband 40Gb/s</p>
<p>Nodo de procesamiento GPU</p> <p>5</p> <p>Total 896 cores</p> <p>Total 36 GB RAM</p> <p>Total 1 TB HD</p>	<p>1 Motherboard:</p> <p>1 procesador Intel Xeon Six Core a 3.06 GHz, 12 MB cache.</p> <p>2 HD Enterprise, 7200 RPM de 500GB.</p> <p>9 módulos RAM de 4GB 1333MHZ DDR3. Total de 36 GB RAM.</p> <p>2 tarjetas NVIDIA TESLA C2070, arquitectura Fermi, con 6 GB RAM DDR5 c/u. 448 cores c/u.</p> <p>DVD/RW</p> <p>Lector de memoria</p> <p>1 tarjeta Infiniband 40Gb/s</p>
Total 956 Cores Cluster Texcal UPEMOR	

Tabla 1.2 Componentes que conforma el cluster UPEMOR.

La presente tesis de investigación es una propuesta de solución a las áreas de oportunidad existentes en términos de conectividad de redes e infraestructura de centros de datos, los cuales son elementos fundamentales para asegurar el flujo de información entre los cluster Cuexcomate y Texcal, disminuyendo los tiempos de latencia e incrementando la disponibilidad del servicio de los recursos que forman la Grid de las instituciones educativas involucradas, en lo que a partir de ahora se denomina MiniGrid Morelense UPEMOR (Universidad Politécnica del Estado de Morelos) - UAEM (Universidad Autónoma del Estado de Morelos), con el objetivo de hacer eficiente el uso de los recursos tecnológicos y financieros de las universidades en mención. Es importante mencionar que ambas instituciones se encuentran ubicadas geográficamente en la zona conurbada de Cuernavaca, y Jiutepec Morelos.

Debido a que el proyecto MiniGrid Morelense ha despertado gran interés en instituciones de educación superior, dentro y fuera del estado de Morelos, como Instituto Tecnológico de Zacatepec, La Universidad Tecnológica Emiliano Zapata y el Instituto Tecnológico de Iguala; La presente Tesis de investigación dejará las bases (Diseño) de conectividad de redes y centros de datos las instituciones antes mencionadas como trabajos futuros.

1.2 Planteamiento del problema

El *Grid Computing* es más que una idea ambiciosa, ya que no sólo se trata de compartir ciclos de CPU (Unidad Central de Procesamiento) para realizar cálculos complejos, sino que se busca la creación de una infraestructura distribuida. Esta ardua tarea involucra labores de definición de la arquitectura general de interconexión de diferentes redes, definición de estándares, desarrollo de procedimientos para la construcción de aplicaciones, entre otros (T. Durniak P. Herman J. Karuturi C. Woods C. Gilman J. Barry, 1998).

La problemática de la comunicación en los Sistemas Distribuidos según la ley de Gilder (Gilder, 2002) predice que el ancho total de las comunicaciones se triplica cada doce meses. La asociación Mexicana de Internet (A.M.I.P.C.I, 2011) muestra estudios que indican que la mayoría de los usuarios consumen el tráfico de la red de Internet en aplicaciones que no son de ámbito académico (ver Figura 1.3), así que si bien es cierto que la capacidad que se posee de conectar y transferir información entre recursos compartidos puede ser muy grande, también existen requerimientos de difícil cumplimiento, puesto que la competencia por el uso del ancho de banda es muy concurrido y con cierto grado de saturación en ciertas horas del día.

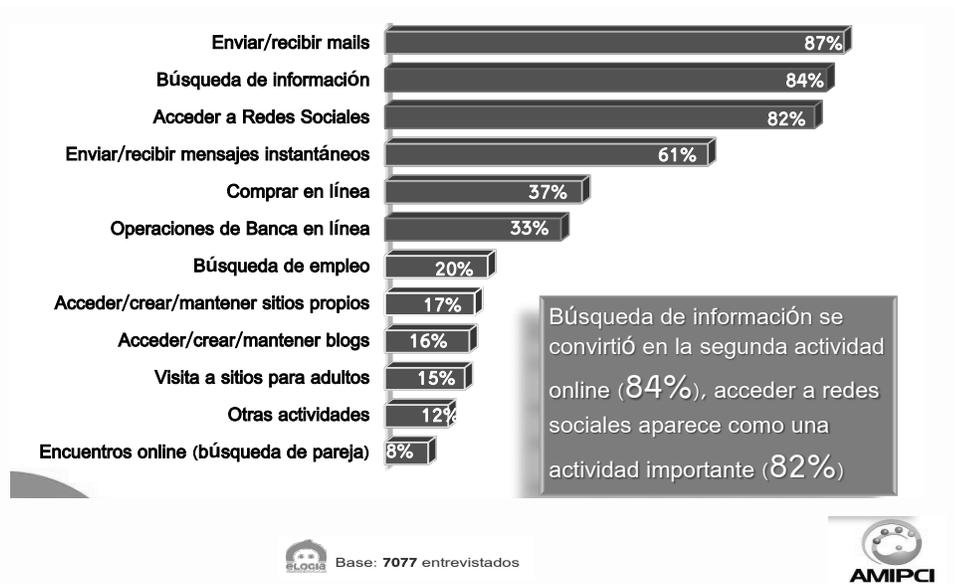


Figura 1.3 Principales actividades de uso Internet en usuarios en México (A.M.I.P.C.I, 2011).

(Lukas Nellen, ICN-UNAM, JRU-MEX, 2009) menciona que no se tiene que olvidar la conectividad cuando se diseñan o implementan *Grids* nacionales e internacionales, la conectividad en México es muy limitada: *backbone* sin crecimiento, instituciones no contratan ancho de banda suficiente debido al alto precio de los mismos.

Cabe mencionar que lo anterior no es ajeno al tráfico presente de las Redes UPEMOR y UAEM (ver Figuras 1.4. y 1.5).

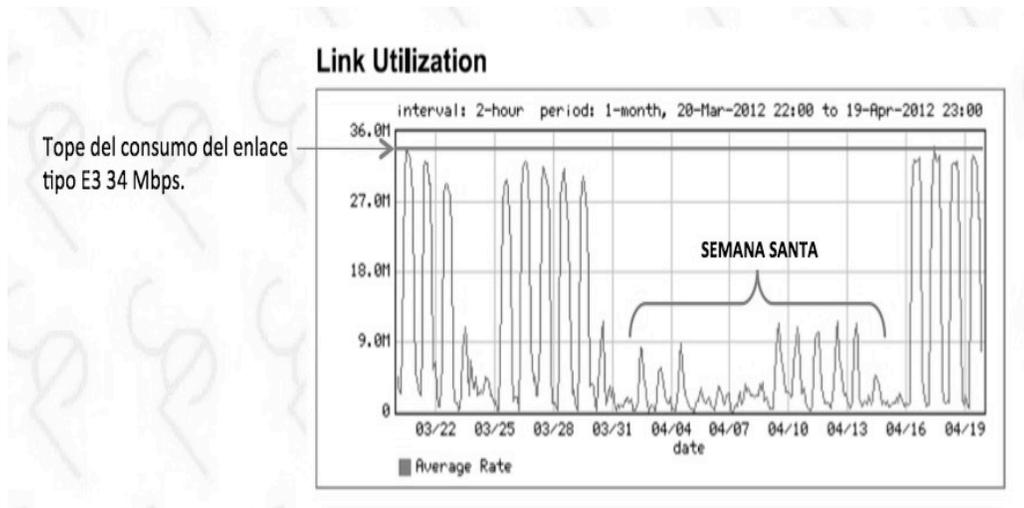


Figura 1.4 Gráfico del consumo de ancho de banda promedio de Internet comercial en la UAEM durante el periodo 20 de Marzo al 19 de Abril del 2012 (Fuente: elaboración propia).

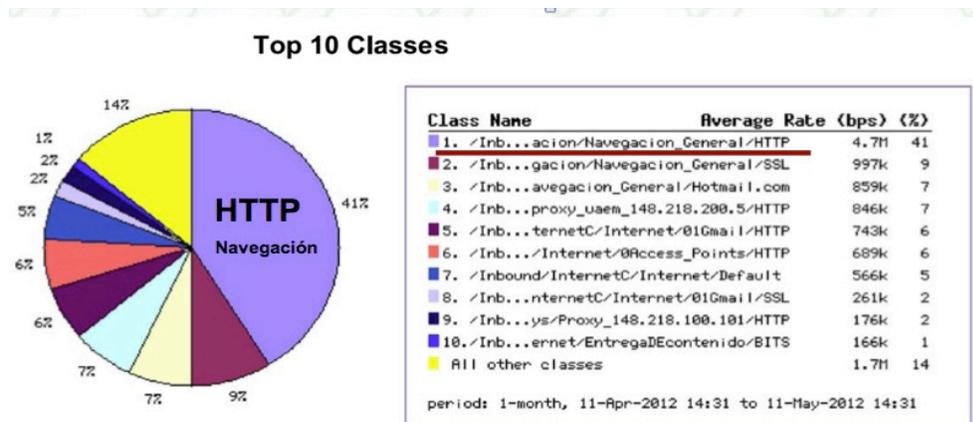


Figura 1.5 Gráfico del consumo de ancho de banda de Internet comercial por aplicación en la UAEM durante el periodo 10 de Abril al 10 de Mayo del 2012 (Fuente: elaboración propia).

Las figuras 1.4 y 1.5, muestran que enlace de internet de la UAEM, con capacidad de máxima de 34 Mbps, se encuentra con niveles de saturación del 100% en promedio, lo cual demuestra que existe poca capacidad para el uso del ancho de banda para otras aplicaciones como la Grid Morelense.

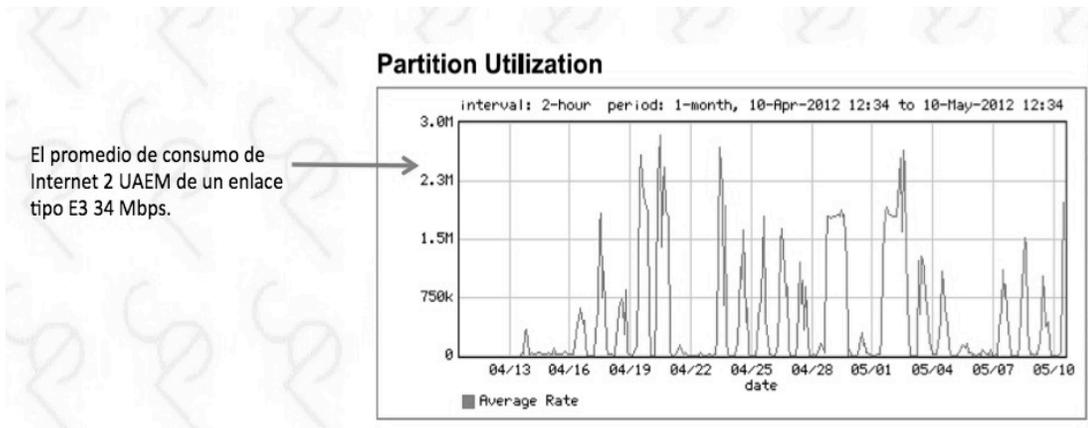


Figura 1.6 Gráfico del consumo de ancho de banda promedio de Internet2 - CUDI en la UAEM durante el periodo 10 de Abril al 10 de Mayo del 2012 (Fuente: elaboración propia).

La Figura 1.6 caso contrario al consumo de internet comercial, en enlace tipo E3 de 34 Mbps de Internet2 – CUDI, solo tiene como consumo promedio mensual de máximo 3Mbps. menos del 10% del enlace total, restando mas del 90% del mismo para el tráfico de aplicaciones como Grid, videoconferencia, acceso a recursos digitales entre universidades, entre otras.

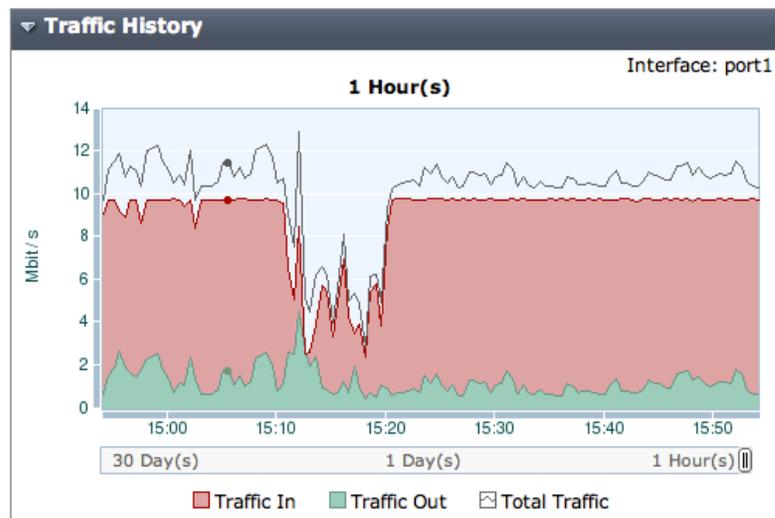


Figura 1.7 Gráfico del consumo de ancho de banda de Internet comercial en la UPEMOR (Fuente: elaboración propia).

La Figura 1.7 muestra que el enlace de Internet comercial de la UPEMOR con capacidad de máxima de 10 Mbps se encuentra con niveles de saturación del 100% en promedio al día, lo cual demuestra que existe poca capacidad para el uso del ancho de banda para otras aplicaciones como la Grid Morelense.

(Harold Castro, 2008) menciona que las redes académicas de alta velocidad son la tecnología apropiada para ser el soporte de infraestructura para satisfacer la necesidad de compartir recursos con el objetivo de encontrar una solución económica y escalable para la implementación de computación de alto rendimiento, colaboración y optimización. Estas redes permiten que las comunicaciones no sean una limitante para el diseño de Grid's, siempre y cuando en todo el camino de comunicación entre los dos extremos solo haya dispositivos incorporados a la RNEI (Red Nacional de Educación e Investigación), si en algún momento pasa por el Internet tradicional, se perderán todas las garantías de utilizar la RNEI. Debido a ello se hacen más necesarias soluciones que garanticen independencia de la red actual de Internet comercial, como por ejemplo las propuestas de las redes académicas de Internet2 en U.S.A. (Internet2, 2011), Geant en Europa (Geant, 2011) y CUDI en Mexico (CUDI, 2011).

La implementación de la Mini Grid Morelense surge en el año 2009 de la necesidad de ejecutar aplicaciones informáticas que demandan una gran cantidad de poder de cómputo y almacenamiento, las cuales no podrían ejecutarse mediante equipo monousuario o PC. Debido a ello, la Universidad Politécnica del Estado de Morelos, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y el Instituto Tecnológico de Veracruz han desarrollado un proyecto tecnológico con la finalidad de sumar esfuerzos en términos de infraestructura, con el objetivo de implementar una Grid que haga posible que sistemas y aplicaciones heterogéneas compartan recursos de cómputo y almacenamiento de manera transparente que ayuden a obtener mejores resultados, con la mayor eficiencia y menores tiempos de respuesta posibles.

El principal problema a resolver es minimizar las limitantes de conectividad en redes mediante soluciones que usen las redes RNEI y tecnologías WAN (Redes de Área Amplia) interestatales e infraestructura de centro de datos de las dependencias que participan en la MiniGrid Morelense, con el fin de aprovechar la ventajas de tecnologías de sumar poder de cómputo de múltiples clusters para cálculo numérico reduciendo tiempos de respuesta, transmisión de datos y asegurar niveles de disponibilidad de servicio mayores al 95%, es el principal problema a resolver del presente documento.

Es importante mencionar que el estado anterior a la conectividad implementada en ambas instituciones, para los espacios donde físicamente se encuentran los Clusters que formarán la MiniGrid (Figura 1.10), presentan limitantes que se describen a continuación:

Limitantes Cluster UAEM:

- Se encuentra ubicado en el CIICAP (Centro de Investigación de Ingeniería y Ciencias Aplicadas), dicho centro de investigación está incorporado a la infraestructura de la Red UAEM dentro de la estructura, jerárquica de redes en el nivel de capa de acceso, es decir, dicha infraestructura, por su misma naturaleza, no es apropiada para el alojamiento de servidores e implementación de Grid Computing.
- LAN (Red de Área Local) al interior del edificio basado en infraestructura de conectividad de redes a no más de 100 Mbps o también llamado Fast Ethernet con Sistema de transporte físico de cobre UTP (Par trenzado sin blindaje) Categoría5 (recomendado cable de cobre UTP Categoría 6 o superior para alcanzar velocidades de 1000 Mbps).
- Dicho edificio cuenta con una conexión al *Backbone* de la Red UAEM utilizando tecnología ATM155 (155 Mbps) y en el cual se mezcla diferentes tipos de tráfico como aplicaciones de Web, Telefonía IP, acceso a bases de datos institucionales, correo electrónico y transferencia de archivos para los más de 100 usuarios la misma dependencia (recomendado una conexión independiente para el uso de tráfico de servidores a 1000Mbps).
- Infraestructura de espacio físico para Servidores y Cluster's (Centro de Datos) con áreas de oportunidad en elementos de soporte ambiental, seguridad física, instalación eléctrica, respaldo de energía, cableado estructurado horizontal y de *backbone*.
- La Red CIICAP cuenta con acceso a la Red de Internet Comercial mediante una conexión WAN (Redes de Área Amplia) tipo E3 con velocidad máxima de 34 Mbps. dicho enlace WAN utilizado de manera centralizada para abastecer de dicho servicio a más de 6000 dispositivos ubicados en toda la UAEM, con una utilización promedio al día mayor al 90% (Ver imagen 1.10).
- En este escenario, la Comunicación entre Clusters se efectuaría mediante el uso de Internet comercial a velocidades de no más de 1 Mbps y en función de la disponibilidad del ancho de banda que permitan las instituciones. Debido a lo antes mencionado y a las necesidades de la implementación del cluster en dicho espacio físico, es necesario el diseño de una infraestructura integral de centro de datos y de conectividad de redes que

permitan tener un espacio con las condiciones adecuadas para el alojamiento de servidores, basado en las mejores prácticas y normalización nacional e internacional, que garanticen el mejor funcionamiento de los componentes de hardware, software, así como evitar que el flujo de datos de la implementación de la Mini Grid tenga limitantes provocadas por la saturación en los enlaces LAN y WAN descritos anteriormente.

Limitantes Cluster UPEMOR:

- Cluster UPEMOR se encuentra ubicado en el LT1, dicho edificio está incorporado a la infraestructura de la Red UPEMOR dentro de la estructura jerárquica de redes en el capa de acceso, es decir dicha infraestructura por su misma naturaleza, no es apropiada para el alojamiento de servidores e implementación de Grid Computing.
- El edificio LT1 cuenta con una conexión LAN al Backbone de la Red UPEMOR, utilizando tecnología Gigabit Ethernet, en el cual se mezcla tráfico IP para las aplicaciones de Web, Telefonía IP, acceso a bases de datos institucionales, correo electrónico y transferencia de archivos de los más de 100 usuarios entre centros de cómputo, usuarios académicos, administrativos y alumnos.
- En la actualidad la UPEMOR cuenta con conexiones a Internet Comercial (10 Mbps) Axtel con índices de ocupación del enlace mayor al 90% en horas pico (ver Figura 1.7).
- Se propone enlace WAN entre UPEMOR - UAEM (30 Mbps. – Bridge Ethernet) mediante *wireless broadband* punto a punto, el cual tiene como objetivo interconectar ambos clusters y en etapas futuras la distribución de flujo de tráfico de Internet2 al interior de la red LAN de la UPEMOR.
- Infraestructura de espacio físico para Servidores y Cluster's (Centro de Datos) con áreas de oportunidad soporte ambiental, seguridad física, instalación eléctrica, respaldo de energía, cableado estructurado horizontal y de *backbone*.

Latencia de la conectividad de la Minigríd utilizando Internet comercial

Debido a las limitantes mencionadas en los párrafos de la sección anterior, se muestra en la parte inferior la problemática de latencia entre cluster's Cuexcomate y Texcal cuando se utiliza como vía de comunicación internet comercial.

Las Figuras 1.8 y 1.9 muestra el tiempo de latencia existente durante las pruebas realizadas durante una semana, pruebas realizadas utilizando ping, enviando 10 repeticiones para cada prueba (paquete de 64 bytes), durante los días 30, 31 de septiembre y 1,2 y 3 de octubre del 2009 entre los clusters UPEMOR – UAEM mediante el uso de internet comercial de las instituciones. Las pruebas se desarrollaron sin tráfico entre cluster's lo cual se denomina "sin carga" y con tráfico usando la ejecución de algoritmo distribuido, lo cual se denomina "con carga", esto durante las horas pico de uso de internet de las instituciones participantes.

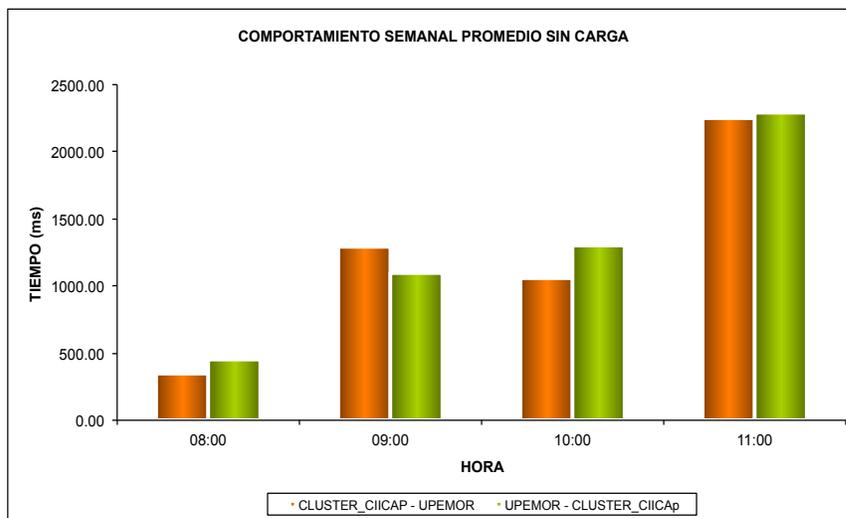


Figura 1.8 Gráfica de comportamiento semanal de latencia entre cluster's "sin carga" (Fuente: elaboración propia).

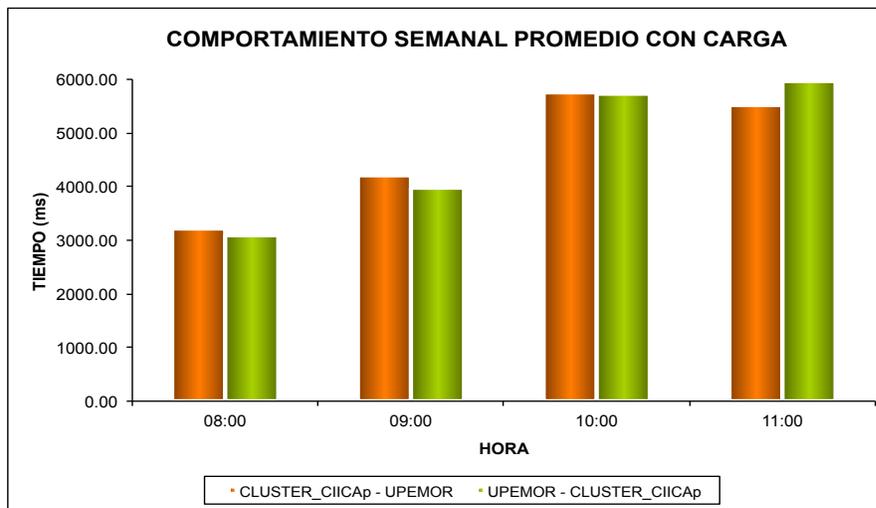


Figura 1.9 Gráfica de comportamiento semanal de latencia entre clusters “con carga” (Fuente: elaboración propia).

En la Figura 1.8. muestra 2291.53 *ms.* como tiempos máximos de latencia y, en la Figura 1.9 se muestran 5966.73 *ms.* como tiempos máximos de latencia.

(Citycloud, 2012) menciona que los tiempos de latencia aceptables son entre 50 y 500 *ms.* para la comunicación entre servidores basados en Linux y administración remota basa en Shell; por lo que los tiempos de latencia mostrados en la Figuras anteriores indican que los tiempos existentes en internet comercial son demasiado altos y no adecuados para la implementación de la MIniGrid Morelense.

El presente proyecto conjunta los esfuerzos entre importantes instituciones educativas, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), el Instituto Tecnológico de Veracruz y la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR), sinergia que representa la punta de lanza para la construcción de una Grid interinstitucional para proyectos de Investigación en e-Ciencia.

Conectividad de la Grid Morelense segmento UPEMOR-UAEM (comunicación mediante Internet comercial)

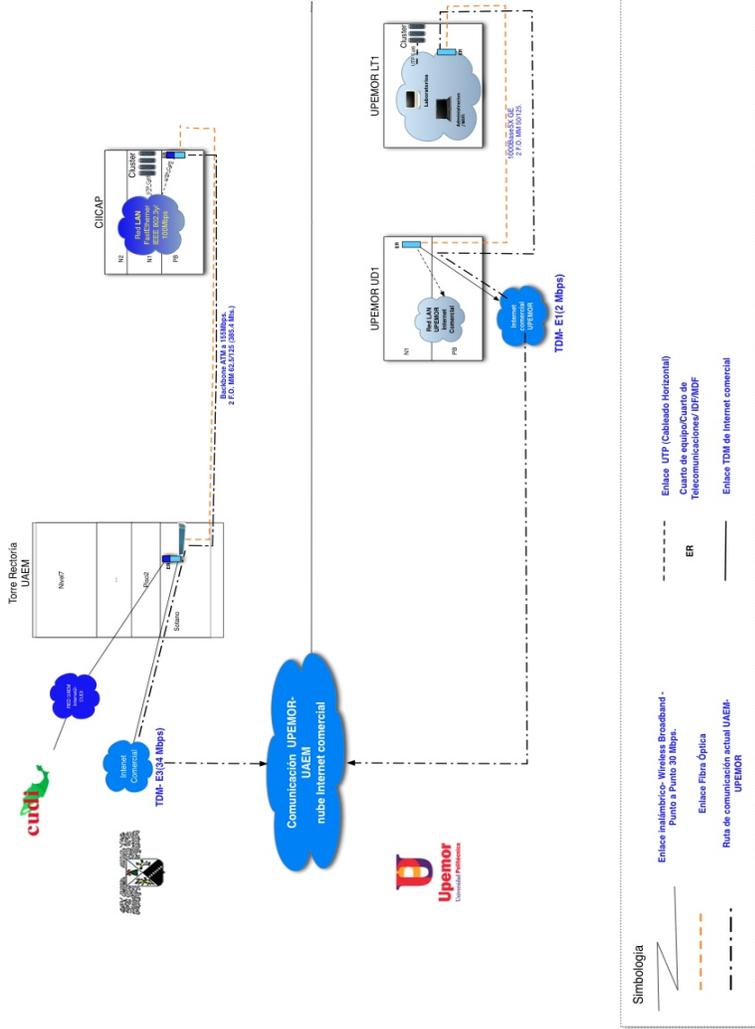


Figura 1.10 Coomunicacion de la MiniGrid mediante internet comercial.

1.3 Justificación

La MiniGrid Morelos es la primera Grid en su tipo en el país a nivel laboratorio que se encuentra en funcionamiento. Esta MiniGrid permite la ejecución de un programa computacional en el total de los clusters que la componen, mediante el diseño de procesos distribuidos con paso de mensajes y en paralelo, que se pueden repartir en el total de los núcleos de procesamiento de la MiniGrid (Marco Antonio Cruz Chávez, 2013).

El poder implementar la tecnología de Grid en ambas instituciones proporcionará a los académicos herramientas tecnológicas para el desarrollo e implementación de algoritmos que demanden gran cantidad de recursos de cómputo, mejorando los tiempos en sus resultados y evitando cuellos de botella en los anchos de banda utilizados en la transmisión de datos.

Con base en el planteamiento del problema mencionado en la sección anterior, la presente tesis plantea la mejora de la eficiencia de los recursos existentes en ambas instituciones, así como el tratamiento en las áreas de oportunidad identificadas en la conectividad de redes y centro de datos, dicho planteamiento proporcionará un impacto en el incremento de velocidad de transmisión y disminución de latencia de la comunicación entre clusters UAEM-UPEMOR, provocando con ello, que las aplicaciones y algoritmos a ejecutarse en Grid se vean directamente beneficiados al poderse ejecutar en un tiempo menor. Adicional a ello, ambos grupos de servidores se podrán interconectar con la red de Internet2 (CUDI) a velocidades soportadas de hasta de 30 Mbps, proporcionando una conexión al poder de cómputo de otras iniciativas como Grid México.

La incorporación de la red de la UPEMOR a la red de la UAEM permitirá, en etapas futuras además de la implementación la MiniGrid, enrutar tráfico de tal manera que cualquier host dentro de la VLAN (red de área local virtual) de la red UPEMOR de Internet2 pueda acceder a los recursos de CUDI, tales como videoconferencias, acceso a bibliotecas digitales, entre otros, beneficiando de manera directa a académicos y alumnos de la UPEMOR.

La propuesta utiliza la infraestructura de conectividad de redes de alta velocidad entre ambas instituciones mediante un enlace de microondas punto a punto usando bandas de frecuencia que no requiere del pago de licencia por el uso del espectro radio eléctrico, enlaces de fibra óptica y redes de cobre Cat6 lo cual es factible. De otra manera a lo antes mencionado, para poder obtener velocidades de por lo menos 10Mbps entre ambas universidades, se requiere el arrendamiento de enlaces mediante terceros también llamados proveedores de servicios de Internet o ISP (ver Figura 1.11) .

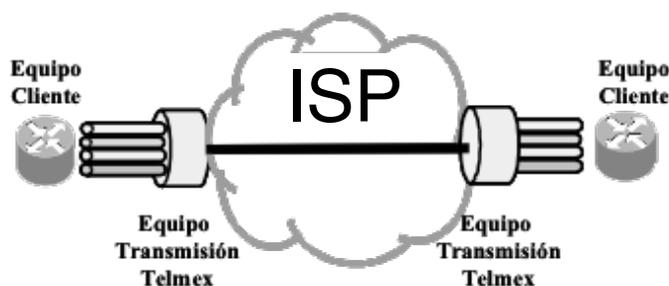


Figura 1.11 Esquema arrendamiento de enlace con un ISP (Fuente: elaboración propia).

Los costos por el uso de esta tecnología varían según la velocidad requerida entre los sitios ejemplificados en la Figura 1.11 como equipo cliente que, para este trabajo, dichos sitios serían la UPEMOR y UAEM. Se muestra como ejemplo la Tabla 1.2 (se toma como referencia de los costos el archivo Anexo 1):

Velocidad del enlace punto a punto	Costo Mensual M.N.	Costo Anual
2 Mbps	\$12,344.7	\$148,136.40
10 Mbps	\$61,723.50	\$740,682.00
30 Mbps.	\$185,170.50	\$2,222,046.00

Tabla 1.3 Costo del uso de lada enlaces Ethernet (Referencia de costo julio 2012).

El uso de redes de alta velocidad elimina el uso de arrendamiento de enlaces con proveedores de servicios de Internet (ISP) y el ahorro financiero que se obtiene estará en función del resultado de las pruebas de conectividad que realizan al enlace de microondas, fibra óptica y redes de cobre entre las instituciones .

Es importante mencionar que con la implementación de la presente propuesta se tiene un beneficio inmediato en capacidad de transporte de información entre UAEM – UPEMOR, lo cual impacta en los tiempos de respuesta para los resultados de las aplicaciones que se ejecuten en Grid. Se estima incrementar en 900% la velocidad de transmisión, además de la incorporación de ambos cluster a la Red CUDI – Internet2 lo cual permitirá tener una de las mayores capacidades de poder de cómputo en el Estado de Morelos.

1.4 Objetivos Generales

Los objetivos generales de esta tesis comprenden:

Diseñar e implementar de la conectividad de redes (enlace de microondas, enlace de fibra óptica, red LAN (Red de Área Local) en centro de datos, configuración lógica de la red (protocolos capa2 - VLANs, direccionamiento IP, configuración de los dispositivos en la red) de la MiniGrid UAEM-UPEMOR para el incremento de tasa de transferencia y disminución de tiempos de latencia.

Diseñar, implementar y sugerir mejoras a la Infraestructura del Centro de Datos de las instituciones participantes en la MiniGrid Morelense (soporte ambiental clima, respaldo de energía, instalación eléctrica, seguridad física, etc) con el objetivo de que estén alineados a la Norma Internacional para la construcción de centros de procesamiento de datos (ICREA-Std-131-2007) Sala de Cómputo en Ambiente Certificado (QADC), Nivel I para un 95% de disponibilidad.

1.5 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del trabajo están alineados a los objetivos generales, desglosan las actividades principales necesarias para hacer cumplir dichos objetivos:

- Realizar un estudio que involucre la factibilidad, diseño e implementación de enlace WAN de Microondas entre ambas instituciones.
- Verificar el funcionamiento mediante pruebas de tasa de transferencia y análisis de niveles de señal recibida del enlace de microonda punto a punto entre la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR).

- Diseñar e implementar enlaces independientes para 1000Mbps (IEEE 8023.z o 1000BaseLX) para la incorporación del cluster del Centro de Investigación en ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAP) y edificio LT1 - UPEMOR al backbone de la redes de los respectivos campus utilizando como medio de transmisión fibra óptica con la finalidad de independizar tráficos e incorporar la interconexión de los mismos hacia la internet2.
- Diseñar e implementar la Red LAN del Cluter UAEM y Cluster UPEMOR para IEEE 802.3ab o 1000BaseTx.
- Realizar pruebas de certificación de la conectividad antes mencionada con la finalidad de garantizar su adecuada instalación y cumplimiento con los estándares nacionales e internacionales NMX/ISO/ANSI TIA/EIA
- Diseñar, instalar y configurar equipo activo LAN y WAN (Switches y Router´s, Equipos de Microondas, entre otros). Configuración de Switch de Acceso en los cuartos de telecomunicaciones donde se encuentran los Cluster de cada institución (IEEE 802.1Q, VLANId, Hostname, password, SNMP, cuentas de administración, dirección IP, VLAN de red Publica y VLAN de red Privada).
- Verificar y especificar las características necesarias de la infraestructura de centro de datos del cluster UAEM y cluster UPEMOR para el cumplimiento con las recomendaciones de Norma Internacional para la construcción de centros de procesamiento de datos (ICREA-Std-131-2007). (Identificar el cumplimiento con la misma y sugerir la aplicación de la misma en las áreas de oportunidad). Realizar Cheklist de lo instalado y existente en Centro de Datos para cumplir con ICREA-Std-131-2007 – Nivel I .
- Realizar pruebas y resultados de la conectividad, tasa de transferencia y latencia entre el extremo Cluster UAEM y Extremo Cluster UPEMOR (usando herramientas de medición de velocidad como JPERF, QChek, FTP, Ping, Intermapper Remote, etc.)
- Realizar pruebas con ejecución de algoritmo genético híbrido cooperativo en ambiente grid para talleres con flujo flexible con el objetivo de analizar el rendimiento de la conectividad.
- Analizar, discutir los resultados y extraer recomendaciones para trabajos futuros.

1.6 Hipótesis

Diseñar e implementar la conectividad de redes de la Minigríd permitirá obtener beneficios inmediatos como: aumento en la capacidad de transporte de información entre UAEM – UPEMOR, mejora en la eficiencia en los tiempos de respuesta, aumento mayor al 900% de la velocidad de transmisión, ahorro financiero en cuanto a arrendamiento de conectividad a terceros y a la posibilidad de contar con conexión con otras iniciativas de Grid nacional e internacional.

Con el diseño, implementación y definición de las mejores prácticas aplicadas a la infraestructura de los centros de datos de la UPEMOR-UAEM se brindarán las condiciones de seguridad y de operación adecuadas para el personal, la información y la disponibilidad de funcionamiento para los equipos que conforman la Grid; de cumplirse al 100% los lineamientos del ICREA-Std-131-2013 N1, los centros de datos podrán contar con la certificación Sala de Cómputo en Ambiente Certificado (QADC) para un 95% de disponibilidad.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo está orientado a la conceptualización de las herramientas teóricas necesarias para la comprensión y desarrollo de este documento de investigación. El capítulo comprende tres ejes principales: Grids, como tecnologías innovadoras que favorecen la interconexión de organizaciones dispersas geográficamente, permitiendo la unión de los distintos recursos tecnológicos aportados por ellas que, transformados en un único recurso virtualizado, ofrece la ilusión de comportarse como una máquina única; redes, aborda el tema de conectividad de redes, tecnologías, sus características, clasificación, tipos de redes y protocolos que posibilitan la interconexión de dispositivos que forman una Grid; finalmente, se aborda el término Centro de Datos donde se describen la definición de centro de datos, sus componentes, los estándares que definen las mejores prácticas para la implementación de centros de datos y los diferentes niveles de certificación que un centro de datos puede llegar a tener a partir del cumplimiento de checklist definido por los estándares o normas aplicables en nuestro país, garantizando de este modo al usuario los niveles de disponibilidad de servicio en medidas de tiempo.

2.1 Tecnologías Grid

En la actualidad existe un ciclo de profundo cambio tecnológico, en el que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) están revolucionando la estructura de las organizaciones. Las TICs proporcionan una nueva forma de interrelación entre organizaciones, favoreciendo las relaciones más rápidas que se demandan en nuestro siglo, en las cuales la agilidad empresarial se está convirtiendo en una necesidad estratégica para las organizaciones que interactúan unas con otras gracias a las TICs (HAECKEL, 1999). En este panorama de cambio profundo, surgen las Tecnologías Grid como una nueva herramienta empresarial que las organizaciones pueden utilizar en su esfuerzo por ser competitivas.

Las Tecnologías Grid son tecnologías innovadoras que favorecen la interconexión de organizaciones dispersas geográficamente, permitiendo la unión de los distintos recursos tecnológicos aportados por ellas que, transformados en un único recurso virtualizado, ofrece la ilusión de comportarse como una máquina única, cuyo potencial es equivalente a la capacidad agregada de los recursos que se interconectan entre sí mediante redes de comunicaciones de banda ancha.

Esto permite, por ejemplo, utilizar la capacidad ociosa de las CPUs o almacenamiento de un gran número de computadoras personales para realizar un trabajo de computación intensiva no abordable por las supercomputadoras más potentes que existen en la actualidad. Otro ejemplo de sus posibilidades estaría en la unión de recursos TICs de supercomputadoras dispersas geográficamente, conformando una supercomputadora virtual de extraordinarias dimensiones.

El presente capítulo tiene como objetivo describir cuales son los distintos tipos de tecnologías Grid que se utilizan en la actualidad, así como ofrecer un panorama actual de la adopción que estas tecnologías tienen en las organizaciones.

2.2 Conceptos e historia de Tecnologías Grid

El concepto de tecnologías Grid aplicado al mundo de las TICs es relativamente reciente. El término surge hacia la mitad de los años 90 del Siglo XX (Foster y Kesselman,1999) para denominar a una tecnología que permitiese la unión de recursos informáticos distribuidos y con una dispersión geográfica amplia, que podrían actuar como si de un único recurso se tratase. Las tecnologías Grid, en esos primeros momentos, suponen un concepto casi filosófico de utilización conjunta de recursos TICs y de la virtualización de éstos, sin hacer referencia a una tecnología concreta; siendo, por lo tanto, un concepto muy amplio. La idea que subyace en la concepción inicial (FOSTER I. y., 1999a), está estrechamente vinculada al significado de la palabra Grid. Grid es una palabra procedente de la lengua inglesa que significa malla o rejilla. En el mundo anglosajón a la red eléctrica se le denomina Power Grid.

Así pues, el concepto inicial de tecnologías Grid establece una analogía entre el suministro de un servicio básico cómo lo es el suministro de la energía eléctrica y un servicio que, en el mundo empresarial actual, también se está convirtiendo en básico, como es la utilización de las TICs en las organizaciones. Según esta analogía, el concepto de Grid sostiene que en un futuro los servicios de computación serán ofrecidos por proveedores especializados a partir de “fábricas de computación” que actuarían como las grandes empresas de hoy especializadas en el suministro eléctrico.

No obstante, dentro de lo que se conoce como computación distribuida ya habían sido desarrollados con anterioridad sistemas que permitían la utilización de los recursos ociosos de computadoras personales dispersas. El primero de los desarrollos se realizó en 1985 por Miron Livny, el sistema Condor, que aprovechaba el tiempo de inactividad dichas

computadoras conectadas al sistema. Utilizó como base el sistema operativo UNIX y la conectividad que proporcionaba Internet. La Universidad de Wisconsin implantó este sistema gestionando más de 400 CPUs que donaban sus ciclos inactivos. Posteriormente, en 1997, Scott Kurowski desarrolló la red Entropia, que en dos años agregó 30.000 computadoras, consiguiendo una velocidad agregada de 1 Teraflop por segundo y permitió calcular el mayor número primo conocido.

El siguiente paso fue el proyecto SETI@home de David Anderson que utilizó la capacidad de proceso, donada por usuarios de computadoras personales, para analizar los datos de la radiación electromagnética captada del espacio por los radio telescopios de Arecibo (Puerto Rico) a la búsqueda de señales de inteligencia extraterrestre y donde participan más de cinco millones de usuarios.

Los usuarios de SETI@home descargan un software cliente que actúa a modo de salva-pantallas, cuando la computadora está inactiva se activa el salva pantallas y el software cliente, de tal forma que su disponibilidad es detectada por un nodo planificador que le envía las tareas a realizar y recoge los resultados. Este tipo de computación ha sido denominada como computación filantrópica o computación de barrido (Scavenging Grid) (GARCÍA, 2004). Otros proyectos de computación filantrópica son: FightAIDS@home que estudia el Síndrome de Inmuno Deficiencia Adquirida (SIDA) o Folding@home que estudia el plegamiento normal y anormal de las proteínas y las enfermedades relacionadas con ello, como el Alzheimer.

El concepto inicial de tecnologías Grid introducido por Foster y Kesselman (1999) hace referencia principalmente a infraestructuras de este tipo cuyo objetivo es la computación intensiva en tareas que requieren de una gran potencia de cálculo, pero donde para ello se interconectan generalmente supercomputadoras distribuidas. Un ejemplo de este tipo de tareas lo tenemos en el nuevo acelerador de partículas del CERN (Centro Europeo de Física de Partículas), el LHC (Large Hadron Collider) o Gran Colisionador de Hadrones, que requiere el almacenamiento y procesamiento de varios Petabytes (1 Petabytes: 10^{15} bytes) de datos cada año y donde para abordar estas tareas se ha desplegado una infraestructura Grid en la que participan organizaciones de investigación de todo el mundo. De no utilizar tecnologías Grid los recursos necesarios se estiman en el equivalente de una fábrica de 200.000 PC's, un orden de magnitud por encima de los mayores supercomputadores actuales, y con claras dificultades técnicas, operativas y de financiación (MARCO, 2002). Un producto denominado Globus ToolKit (FOSTER I. y., The

Globus Toolkit, 1999b) y en cuyo desarrollo participaron Foster y Kesselman permitió inicialmente esta interconexión entre recursos de computación y se convirtió en el estándar de facto aceptado por las principales compañías, siendo ampliamente utilizado en proyectos académicos y de investigación. Sin embargo, este concepto inicial de tecnologías Grid ha sufrido una evolución, hasta llegar a su significado actual, el cual se analiza en las siguientes secciones.

2.3 Interpretación comercial de Grid y su posterior delimitación

(FOSTER I. y., 1999a) definieron inicialmente Grid computacional como "una infraestructura software y hardware que proporciona acceso dependiente, consistente, generalizado y económico a capacidades computacionales de altas prestaciones". Sin embargo, esta definición inicial no llega a reflejar las importantes implicaciones de la tecnología Grid. Debido a esto, (FOSTER, KESSELMAN, & y TUECKE, The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organization, 2001), redefinen el concepto de Grid, introduciendo una visión de mayor alcance para el ámbito organizativo: "Grid es una compartición de recursos coordinada para la resolución de problemas en organizaciones virtuales dinámicas y multi-institucionales". El conjunto de instituciones y/o usuarios que comparten estos recursos y se someten a las reglas para compartirlos formando una Organización Virtual (Virtual Organization, VO).

Tras Globus ToolKit surgen una gran cantidad de desarrollos que posibilitaban entornos Grid (p. ej, UNICORE, GridBus, GridWay, gLite, Sun Grid Engine o los desarrollos propietarios de pequeñas e innovadoras compañías como Avaky/Sybase, Parabon, United Devices, Data Synapse, etc. Pero, en el ámbito profesional, el término Grid se transformó en los últimos tiempos en un eslogan de marketing, de tal forma que las firmas comerciales se apresuraban a incluirlo en sus productos, de forma similar a lo ocurrido con la tecnología de Internet en los años 90 del siglo XX (FOSTER I. , 2002).

Esta razón hizo necesaria una nueva delimitación del concepto de Grid (FOSTER I. , 2002), que formuló un listado (checklist) de tres puntos básicos que permite conocer si un determinado sistema puede ser o no considerado como un Grid:

- 1) Coordinación de recursos heterogéneos no sujetos a un control centralizado.
- 2) Deben usarse protocolos e interfaces estándares, abiertos y de propósito general .
- 3) Debe proporcionar la calidad de servicio necesaria.

Con posterioridad surgen nuevos conceptos de carácter amplio, como el de Nueva Generación Grid (Next Generation Grid, NGG) (TIRLER, 2003) y el concepto similar de SOKU (Service-Oriented Knowledge Utilities) que establecen las bases para un futuro sistema Grid de carácter cada vez más global. SOKU es la visión de Grid de la Unión Europea para más allá del año 2010, como infraestructura básica para la empresa, la ciencia y los ciudadanos en general en la sociedad del conocimiento. La Figura 2.1 recoge esta comentada evolución del concepto de tecnologías Grid.

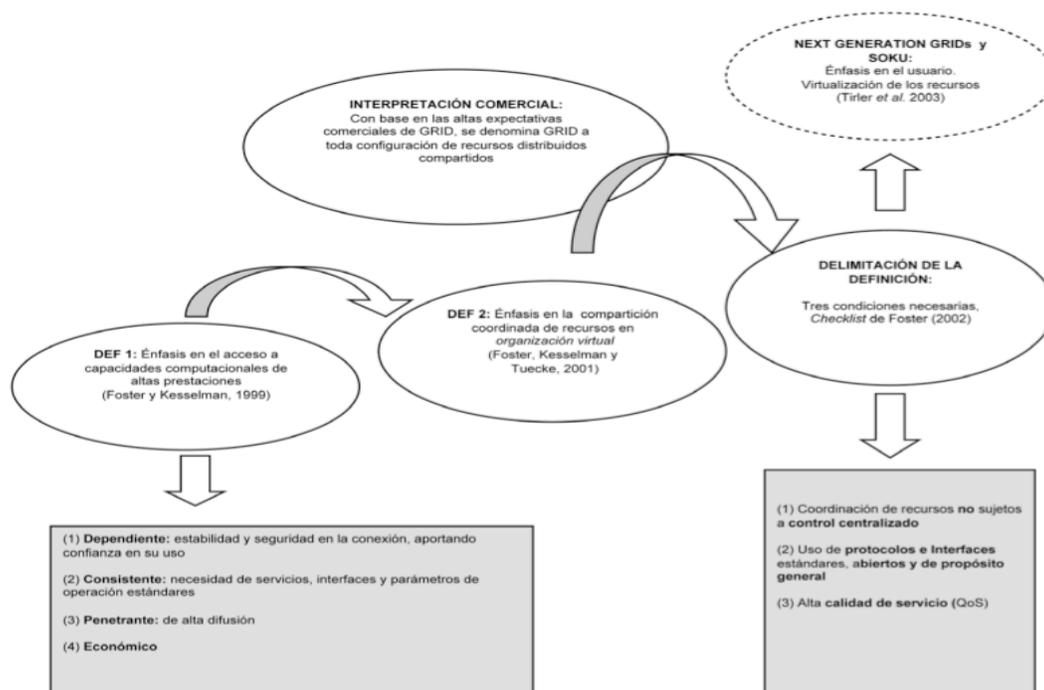


Figura 2.1 Delimitación del concepto Grid (CÁMARA, 2010)

2.4 Clasificación de las Grid.

Aunque son posibles muchas clasificaciones de Grid atendiendo a diversos criterios, se muestra en la presente sección dos clasificaciones representativas según los criterios de:

- 1) Finalidad funcional del Grid
- 2) Ámbito organizativo.

2.4.1 Grid según su finalidad funcional

Esta clasificación tiene en cuenta las diferentes arquitecturas que dan solución a diversos problemas en las relaciones entre organizaciones, distinguiendo entre Grid Computacional (Grid Computing), Grid de Datos (Data Grid), Grid de colaboración (Collaborative Grid) y Grid de Servicios (Utility Grid).

A.Grid Computacional :

Hace referencia a la potencia de proceso agregada procedente de la utilización de un conjunto de sistemas distribuidos, generalmente aprovechando la capacidad de proceso no utilizada en un momento determinado de las computadoras integrantes del Grid; A su vez, en este grupo, se pueden distinguir varios tipos de Grid computacionales (ABBAS, 2004) atendiendo al tipo de hardware computacional empleado:

- Grid doméstico (Desktop Grid): utiliza computadoras personales.
- Server Grids: utiliza servidores departamentales
- Cluster Grids de alto rendimiento (HighPerformance/Cluster Grids): constituido por supercomputadoras o clusters HPC.

Además, se pueden dar combinaciones de los tipos anteriores. Empresas del sector financiero (FELLENSTEIN, 2004) como BNP Paribas, Watchovia, Charles Schwab o Deutsche Bank utilizan este tipo de Grid para calcular el riesgo de posibles inversiones teniendo en cuenta una enorme cantidad de variables y escenarios distintos.

B.Grid de Datos (Data Grid):

Hace referencia a la existencia de una arquitectura de datos que integra a otras existentes, identificando requerimientos y componentes comunes en los distintos sistemas y aplicando tecnologías diferentes de forma coordinada para gestionar, como si de un único recurso se tratara, los datos que aparecen en diversas aplicaciones intensivas de datos.

Existen varios ejemplos de Data Grid (GRAHAM, CAVANAUGH, COUVARES, & DE SMET, 2004). Entre ellos podemos destacar una solución diseñada para el manejo de datos del Compact Muon Solenoid (CMS), el detector de partículas de alta energía diseñado para el LHC del CERN. En la empresa, este tipo de Grid esta siendo muy utilizado en el sector de la biotecnología, por ejemplo, ISI Pharmaceutical y Novartis Pharmaceutical en el diseño de medicamentos para la lucha contra el SIDA y el Cáncer y de nuevas fórmulas farmacológicas

o Monsanto para el diseño de productos agrícolas modificados mediante técnicas de ingeniería genética. La compañía Oracle, en su familia de productos Oracle 10G/11G/12G, utiliza también esta filosofía Grid, permitiendo crear “granjas/fabricas de almacenamiento” a las que se pueden añadir servidores estándares y modulares rápidamente.

C. Grid de colaboración (Collaborative Grid)

Proporciona un potente entorno donde pueden interactuar distintos agentes dispersos geográficamente que colaboran en un determinado trabajo, de manera que se genera un entorno virtual distribuido en 3D que hace posible la teleinmersión. Los entornos colaborativos son de gran utilidad en el diseño de productos complejos en los que intervienen un elevado número de agentes. Ejemplos de empresa que utilizan este tipo de Grid los tenemos en Peugeot-Citroen (PSA), Audi, Ford o SAAB para el diseño colaborativo de automóviles y la simulación de impactos o en AMD para el diseño colaborativo de microprocesadores.

D. Grid de servicios (Utility Grid)

Es uno de los que supone una plataforma amplia de servicios; no sólo de computación o de almacenamiento. Se trata de una infraestructura que, utilizando las Tecnologías Grid de la Información, pueda proporcionar toda la potencia de sus recursos a dispositivos ligeros y de poca potencia. La infraestructura sería capaz de soportar el acceso de dispositivos móviles que en realidad sólo supondrían un método de acceso al Grid y donde el almacenamiento, las aplicaciones y la ejecución de las tareas realmente estuvieran en el Grid.

Esta infraestructura ofrecería servicios diversos a las empresas y permitirá, además, la participación de empresas y usuarios en dicho sistema, adquiriendo el doble papel de proveedores y clientes, lo que se verá reflejado en la cuantificación de los servicios. Este tipo de Grid es el más actual y el que mayores posibilidades podrá ofrecer a las empresas en el futuro. La empresa Google también utiliza las Tecnologías Grid de la Información para ofrecer sus diversos servicios (búsquedas, correo electrónico y almacenamiento de éste, gestión y alojamiento de blogs, creación de comunidades cerradas que permite el almacenamiento, intercambio y gestión de imágenes, etc.) y también se posiciona como un proveedor de servicios en Internet tipo Cloud Computing con su producto Google Apps para empresas (integra Gmail, Google Talk, Google Calendar, Google Vdeo, Google Sites, Google Docs, etc.).

2.4.2 Clasificación según el ámbito organizativo

Según el ámbito organizativo sería necesario distinguir entre las cuatro alternativas siguientes (J. & ERNEST, 2004):

A. InfraGrid o Cluster Grid

(GENTZSCH, 2004): Grid que está constituida por un conjunto de pocas máquinas, con arquitectura hardware similar, conectadas en red de área extensa. Es un sistema que suele utilizarse para experimentar con software Grid.

La utilización debe ser interdepartamental, pero no requiere de políticas especiales de seguridad. Estos tipos de configuraciones guardan cierta similitud con los Cluster Interdepartamentales que suponen una evolución de los clusters departamentales y experimentales, mucho más sencillos, y están formados por máquinas homogéneas en hardware y sistemas operativos y que forman parte de un único dominio. Pero mientras que los Cluster Interdepartamentales se limitan a un único dominio en red local, la InfraGrid también se limita a un único dominio pero en red de área extensa; es decir, se trata de un cluster con elementos distribuidos geográficamente, de ahí que también reciba la denominación de Cluster Grid.

B. IntraGrid

Es la siguiente progresión, que incluye la unión de distintos dominios con máquinas heterogéneas. En esta configuración están disponibles muchos tipos de recursos. En este sistema Grid se incluyen algunos componentes que realizan la planificación de tareas. Los recursos se comparten por medio de una red de alta velocidad. Participan máquinas de múltiples departamentos siempre dentro de una misma organización.

También es denominada como Campus Grid (GENTZSCH, 2004) o como Grid empresarial (Enterprise Grid). Como ejemplo de este tipo de Grid en las empresas, podemos citar a IBM que dispone de una IntraGrid que une su Centro de Innovación de Tecnología Grid, ubicado en Montpellier (Francia), con los principales centros de investigación y desarrollo que IBM posee en EE.UU., Israel, Suiza, Japón e Inglaterra. Otros ejemplos los tenemos en la empresa SUN, que posee una infraestructura Grid interna mediante la que ofrece a sus clientes servicios de computación mediante un sistema de pago por uso (1\$ por hora de CPU) y en la empresa HP.

También en Gateway, que unió los computadores de sus distintas delegaciones en Estados Unidos para aprovechar su capacidad ociosa y ofrecer servicios de computación a sus clientes; o NTT Data en Japón, que dispone de una estructura en la que participan más de un millón de PCs con conexiones de banda ancha para ofrecer un servicio comercial de computación.

C. ExtraGrid

Es un sistema que incluye a varias organizaciones, donde una determinada integra a otras colaboradoras con las que comparte recursos, generalmente mediante redes privadas virtuales (Virtual Private Network, VPN) (FERREIRA, 2004).

Una denominación equivalente a la ExtraGrid es la de Partner Grids: desarrollos Grids entre organizaciones que colaboran en proyectos comunes, siendo necesario optimizar los recursos existentes y compartirlos en busca de una meta común (ABBAS, 2004). Un ejemplo de este tipo de Grid lo tenemos en la empresa Airbus, en la que, para el desarrollo de sus productos, interviene un considerable número de empresas y que ha implantado un Grid para facilitar el trabajo en común.

D. InterGrid

Es una Grid que puede ser utilizado uniendo también a un gran número de organizaciones que, de forma dinámica, colaborarán en proyectos e intereses comunes, y que comparten recursos, sin existir necesariamente estrechos vínculos entre ellas ni desequilibrios en sus situaciones de poder. Los requerimientos de seguridad son muy altos. InterGrid abre posibilidades comerciales hacia la venta e intermediación de recursos sobre un amplio grupo de posibles consumidores de recursos. Los recursos podrán ser utilizados como un servicio en un gran Grid de cobertura muy amplia y donde estarán presentes proveedores de recursos. Este tipo de Grid es también denominado Global Grid (GENTZSCH, 2004).

El objetivo último puede ser llegar a formar una gran red Grid de cobertura mundial a la que algunos autores ya han denominado como World Wide Grid o WWG (BUYAYA, BRANSON, & GIDDY, 2003), Great Global Grid ó GGG (MARCUS, 2002), GridNet (ABBAS, 2004) o "El Grid" (FOSTER I., 2002).

Un ejemplo de InterGrid lo tenemos en la empresa Google, que dispone del, probablemente, mayor Grid empresarial existente en la actualidad y que interconecta en una infraestructura común a un gran número de empresas a las que ha ido adquiriendo (2). La Figura 2.2 refleja esta clasificación tipológica según el ámbito organizativo.

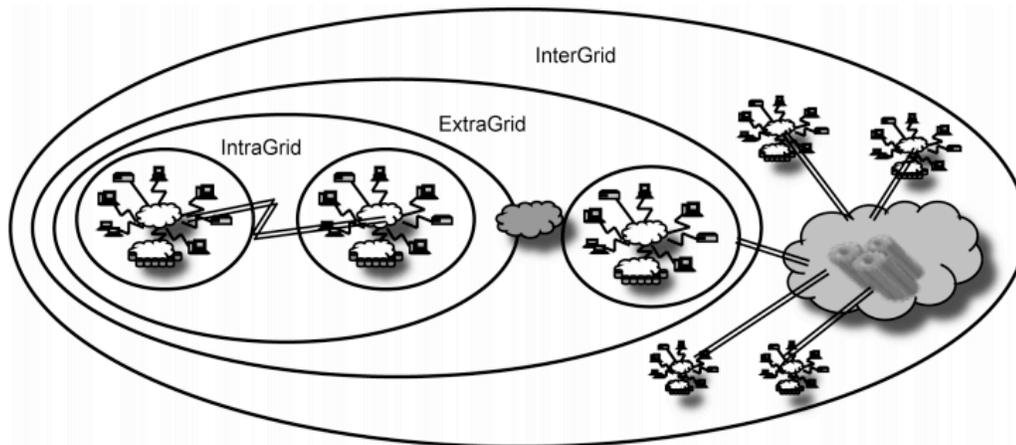


Figura 2.2 Intragrid, Extragrid e Intergrid (CÁMARA, 2010).

2.5 Iniciativas de Grid Internacionales

El proyecto EELA (E-infraestructura compartida entre Europa y Latinoamérica) busca construir un puente digital entre las iniciativas de e-Infraestructuras existentes, las que están en proceso de consolidación en Europa, y aquellas que están emergiendo en América Latina, mediante la creación de una red colaborativa que compartirá una infraestructura Grid inter operable basada en las redes GÉANT2 (Red académica y de investigación europea de alto ancho de banda.) y RedCLARA (Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas) para el desarrollo y puesta en marcha de aplicaciones avanzadas en Biomedicina, Física de Altas Energías, e-Educación y Clima. Dado su rango de acción, EELA ayudará a reducir la brecha digital en la región latinoamericana, poniendo a disposición de los investigadores una e-Infraestructura muy poderosa sobre la cual podrán desarrollar investigaciones complejas de una manera sencilla, extensible en un futuro a una amplia comunidad de usuarios.



Figura 2.3 Iniciativa Grid EELA, E- Science Grid for Europe and Latin America (Trejo, Dr Luis A./CUDI, 2012).

2.6 Iniciativa Grid en México

El JRU-MX es un consorcio nacional creado el 30 de marzo 2009 y está integrado a por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, AC, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Universidad de Sonora, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM D. , 2009).

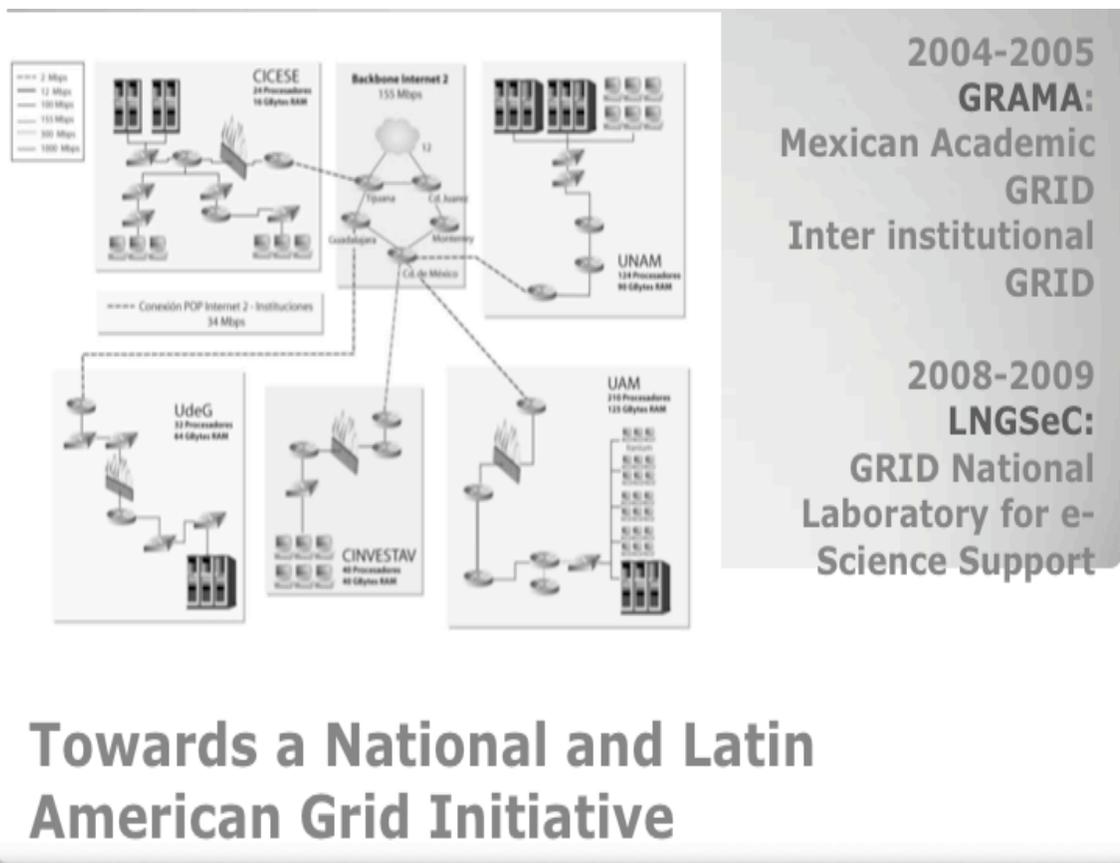


Figura 2.4 Esquema de interconexión de la iniciativa de Grid Nacional (Trejo, Dr Luis A./CUDI, 2012).

2.7 Grid Morelos

Es un proyecto para la creación y fortalecimiento de infraestructura en red de datos para cómputo intensivo el cual involucra la formación de recursos humanos. Este proyecto conjunta los esfuerzos entre importantes instituciones educativas, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), el Instituto Tecnológico de Veracruz y la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR), sinergia que representa la punta de lanza para la construcción de una Grid interinstitucional para proyectos de Investigación en e-Ciencia. La MiniGrid Morelos es la primera Grid en su tipo en el país a nivel laboratorio, que se encuentra en funcionamiento. Esta MiniGrid permite la ejecución de un programa computacional en el total de los clusters que la componen, mediante el diseño de procesos distribuidos con paso de mensajes y en paralelo, que se pueden repartir en el total de los núcleos de procesamiento de la MiniGrid (Chavez, 2012).

Durante la última etapa del proyecto se realizó la configuración de la conectividad de la MiniGrid través de una Red Privada Virtual (VPN, por sus siglas en inglés) para poder realizar la ejecución de algoritmos con paso de mensajes, generando procesos los cuales se puedan distribuir en todos los núcleos de procesamiento de la MiniGrid, este tipo de algoritmos tratan de resolver problemas complejos clasificados por CONACYT como prioritarios en el país, como son el problema del transporte y el de manufactura industrial. Asimismo, la UAEM como sujeto de apoyo de este proyecto apoyado por el fideicomiso Fondo Mixto CONACyT-Morelos firmó convenios de manera oficial con el Instituto Tecnológico de Veracruz y con la Universidad Politécnica del Estado de Morelos para continuar por lo menos por 5 años con el proyecto Grid Morelos y dar prioridad a los proyectos de los Cuerpos Académicos que actualmente están participando para que puedan desarrollar sus investigaciones en conjunto con la infraestructura adquirida. También los investigadores adscritos a estas instituciones y que así lo requieran tendrán cavidad para el uso de esta MiniGrid en el desarrollo de sus investigaciones.

Destacamos como un logro más del presente proyecto la configuración y puesta en marcha de un nodo UAEM en la Grid Mexicana (UNAM, 2012) denominada Centro de operaciones Grid (GOC por sus siglas en inglés), de sitios en México, la cual se encuentra en formación y actualmente se están instalando y configurando por parte de los estudiantes asistentes a la escuela internacional de Grids, los certificados de seguridad de conexión para tener un punto de conexión entre la MiniGrid mediante sus nodos GOC y la Grid Latinoamericana LCI. Lo cual nos permitirá una salida al uso de otras Grids del mundo. También con base a la capacitación recibida en la escuela de Grids, se lograron generar dos aplicaciones registradas en la Grid Europea GISELA.

La miniGrid es una infraestructura computacional y con su ayuda puede garantizar un suministro adecuado y económico en zonas alejadas, a través de mejoras en la problemática nacional del transporte y la manufactura, también al agilizar envíos y recepción de datos, este tipo de problemas son conocidos en la ciencia de la computación, como problemas muy duros de resolver; ya que generalmente no es fácil de encontrar la solución óptima global, simplemente y sencillamente se tiene una solución cercana a la correcta, para este tipo problemas que tienen aplicación real en la sociedad, es necesaria la utilización de recursos computacionales de alto desempeño y uno de estos recursos es la MiniGrid Morelos, en la cual, la aplicación es a través de la ejecución de un algoritmo computacional.

Este algoritmo se ejecuta en todos los nodos que pertenecen a la Grid, es decir, en los Clusters de la UAEM, de la UPEMOR y del ITVer. La ejecución de este tipo de programa computacional distribuido en todos estos recursos de cómputo, hace que la eficiencia en su desempeño sea mucho más eficiente en la exploración del espacio de soluciones del problema tratado.

Esta iniciativa e investigación es de gran importancia debido a que facilita la obtención de resultados para un menor gasto económico, el cual favorece a las empresas, optimizando sus recursos que generalmente son muy costosos y a su vez generaría más empleos en nuestro país. Asimismo, se destaca que próximamente se contará con la colaboración de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata (UTEZ) que se incorporará en el proyecto Mini Grid Morelos con la finalidad de lograr una mayor vinculación interinstitucional (Chavez, 2012).

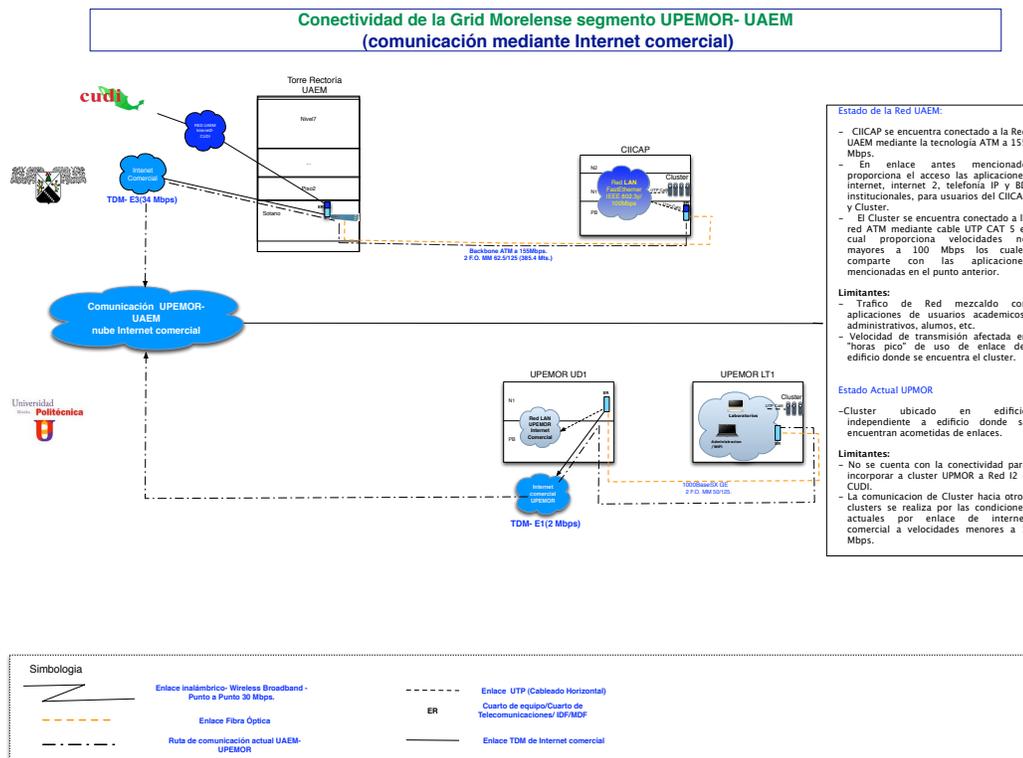


Figura 2.5 Grid Morelos (comunicación mediante internet comercial) (Fuente: elaboración propia).

2.8 Funcionamiento de la Grid

(Fernando Martín-Sánchez, 2004) describen de forma breve el funcionamiento del GRID del siguiente modo:

- El GRID descansa sobre un software, denominado “middleware”, que asegura la comunicación transparente entre diferentes computadoras repartidas por todo el mundo.
- El segundo elemento es un motor de búsqueda que no sólo encontrará los datos que el usuario necesite, sino también las herramientas para analizarlos y la potencia de cálculo necesaria para utilizarlas.
- Al final del proceso, el GRID distribuirá las tareas de computación a cualquier lugar de la red en la que haya capacidad disponible y enviará los resultados al usuario.

Este funcionamiento se sostiene en cinco pilares básicos:

1. La posibilidad de compartir recursos.
2. La seguridad – acceso seguro.
3. El uso eficiente de los recursos.
4. Redes de comunicaciones fiables que eliminen las distancias.
5. Estándares abiertos.

1. La posibilidad de compartir recursos: Esta es la idea que está detrás del GRID, poder utilizar recursos remotos que nos permitan realizar tareas que no podríamos abordar en nuestra máquina o centro de trabajo. La idea va más allá del simple intercambio de archivos; se trata del acceso directo a software, computadoras y datos remotos, así como acceso y control de otros dispositivos (sensores, telescopios, etc).

2. Acceso seguro, como en cualquier otra aplicación la seguridad es esencial y se centra en los siguientes aspectos:

- Política de Accesos: Tanto los que ofrecen sus recursos como los que los utilizan deben definir cuidadosamente qué es lo que van a compartir, a quién se permite el acceso y bajo qué condiciones.
- Autenticación: Es necesario un mecanismo para establecer la identidad de un usuario o de un recurso concreto.

- Autorización: También hace falta un procedimiento para determinar si una determinada operación es consistente con las relaciones que se han definido previamente de cara a compartir recursos.

Todos esos elementos pueden cambiar de un día para otro, lo que significa que, para que funcione de forma eficiente, el GRID debe ser extremadamente flexible, capaz de adaptarse a todos los cambios y además contar con un mecanismo de contabilidad eficiente.

3. La utilización eficiente de recursos: El tercer aspecto fundamental en la tecnología GRID es el uso eficiente de los recursos. Es aquí donde radica el verdadero interés del GRID. No importa la cantidad de recursos de los que uno disponga; siempre habrá usuarios haciendo cola para utilizarlos. Se necesitan mecanismos para repartir el trabajo de forma automática y eficiente entre una gran cantidad de recursos, reduciendo las colas de espera.

4. Redes de comunicaciones rápidas y fiables: la existencia de conexiones de alta velocidad es lo que hace posible el GRID a escala mundial. Hace diez años hubiese sido ingenuo tratar de enviar grandes cantidades de datos a través del mundo para que se pudiesen procesar más rápido en otras computadoras. El tiempo que se tardaba en transferirlos anularía el beneficio de un procesamiento más rápido.

5. Estándares abiertos: el quinto y último punto es el de los estándares. El objetivo es conseguir que las aplicaciones que se ejecuten en un GRID puedan funcionar en cualquier otro. Debido a que la naturaleza última del GRID es compartir recursos, es comprensible que la existencia de estándares abiertos redunde en beneficio de todos los agentes participantes.

2.9 La arquitectura del Grid

Usualmente se describe la arquitectura de grid en términos de “capas”, donde cada capa cumple una función específica. Las capas superiores están generalmente centradas en el usuario, en tanto las capas inferiores están más enfocadas en las computadoras y las redes: centradas en el hardware (e-Sciencecity, 2013).

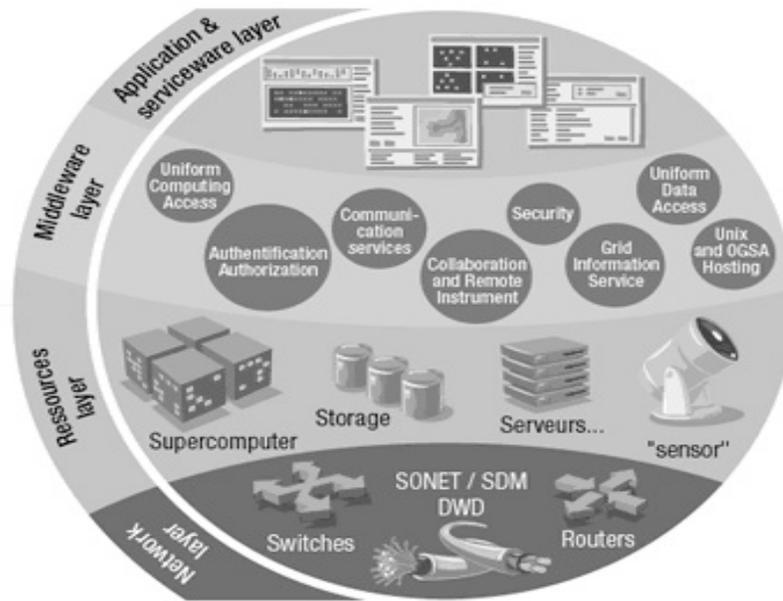


Figura 2.6 Arquitectura del Grid (CERN).

- La capa más baja es la red, ella conecta los recursos de grid.
- Sobre la capa de red descansa la capa de recursos: los actuales recursos de grid, tales como computadores, sistemas de almacenaje, catálogos de datos electrónicos, sensores y telescopios que están conectados a la red.
- La capa intermedia, el middleware, proporciona las herramientas que permiten a los distintos elementos (servidores, almacenaje, redes, etc) participar en una grid. Algunas veces la capa intermedia es “el cerebro” tras la computación grid.
- La capa que se ubica más arriba en la estructura es la de aplicaciones, que incluye aplicaciones en ciencia, ingeniería, negocios, finanzas y más, además de portales y grupos de herramientas de desarrollo cuya función es apoyar a las mismas aplicaciones. Esta es la capa que “ven” los usuarios de grid y con ella interactúan. La capa de aplicación usualmente incluye un servicio de uso (serviceware), que desempeña funciones de manejo de carácter general, tales como el rastreo de quiénes proveen recursos grid y de quiénes los están usando.

Las grid deben ser construidas “sobre” el hardware, esto forma la infraestructura física de una grid, cosas como computadoras y redes. Esta infraestructura es usualmente denominada como la “tela” de la grid.

Las redes son una parte esencial de esta “tela” de la grid; ellas enlazan a los distintos computadoras que forman parte de la grid, permitiéndoles ser manejadas como un único gran computadora.

Las redes se caracterizan por su tamaño (local, nacional e internacional) y capacidad (la cantidad de datos transferidos en un tiempo delimitado). La capacidad es medida en kbps (kilo bits por segundo), Mbps (M de mega; un millón) o Gbps (G por giga; un billón).

Una de las grandes ideas de la computación grid es la de aprovecharse de las redes ultra-rápidas, que permiten el uso de recursos globalmente distribuido, en una forma integrada y con intensivo flujo de datos. Las redes ultra-rápidas también ayudan a reducir la latencia: aquellos retardos que se producen cuando los datos son transmitidos a través de Internet (e-Sciencecity, 2013).

El presente trabajo se basa en la capa de red por lo que debido a ello se aborda el tema de conectividad de redes, tecnologías, sus características, componentes, tipos, etc.

2.10 Teoría de Redes

En teoría de redes existe una gran variedad de terminología la cual involucra muchos aspectos, para el presente trabajo de tesis se describen los conceptos mas significativos relacionados con el proyecto de la MiniGrid Morelense los cuales se presentan en los siguientes párrafos:

2.10.1 Concepto de Red y los modelos de referencia

Una red de computadoras, también llamada red de comunicaciones de datos o red informática, es un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios (Tanenbaum, 2003).

Existen dos tipos básicos de modelos de redes: modelos de protocolo y modelos de referencia.

Un modelo de protocolo: proporciona un modelo que coincide fielmente con la estructura de una suite de protocolo en particular. El conjunto jerárquico de protocolos relacionados en una suite representa típicamente toda la funcionalidad requerida para interconectar la red humana con la red de datos. El modelo TCP/IP es un modelo de protocolo porque describe las funciones que se producen en cada capa de los protocolos dentro del conjunto TCP/IP.

Un modelo de referencia: proporciona una referencia común para mantener consistencia en todos los tipos de protocolos y servicios de red. Un modelo de referencia no está pensado para ser una especificación de implementación ni para proporcionar un nivel de detalle suficiente para definir de forma precisa los servicios de la arquitectura de red. El propósito principal de un modelo de referencia es asistir en la comprensión más clara de las funciones y los procesos involucrados. El modelo de interconexión de sistema abierto (OSI) es el modelo de referencia de redes más ampliamente conocido. Se utiliza para el diseño de redes de datos, especificaciones de funcionamiento y resolución de problemas.

El modelo TCP/IP

El primer modelo de protocolo en capas para comunicaciones de redes se creó a principios de la década de los setenta y se conoce con el nombre de modelo de Internet. Define cuatro categorías de funciones que deben tener lugar para que las comunicaciones sean exitosas. En las figura 2.7 y 2.8 se muestra la arquitectura de la suite de protocolos TCP/IP que sigue la estructura del modelo en mención.

El estándar histórico y técnico de la Internet es el modelo TCP/IP. El Departamento de Defensa de EE.UU. (DoD) creó el modelo de protocolo TCP/IP porque necesitaba diseñar una red que pudiera sobrevivir ante cualquier circunstancia, incluso una guerra nuclear. En un mundo conectado por diferentes tipos de medios de comunicación, como alambres de cobre, microondas, fibras ópticas y enlaces satelitales, el DoD quería que la transmisión de paquetes se realizara cada vez que se iniciaba y bajo cualquier circunstancia. Este difícil problema de diseño dio origen a la creación del modelo TCP/IP.

A diferencia de las tecnologías de redes propietarias mencionadas anteriormente, el TCP/IP se desarrolló como un estándar abierto. Esto significaba que cualquier persona podía usar el TCP/IP. Esto contribuyó a acelerar el desarrollo de TCP/IP como un estándar. Por esto, es común que al modelo de Internet se lo conozca como modelo TCP/IP.

La mayoría de los modelos de protocolos describen un pila de protocolos específicos del proveedor. Sin embargo, puesto que el modelo TCP/IP es un estándar abierto, una compañía no controla la definición del modelo. Las definiciones del estándar y los protocolos TCP/IP se explican en un foro público y se definen en un conjunto de documentos disponibles al público. Estos documentos se denominan solicitudes de comentarios (RFC); Contienen las especificaciones formales de los protocolos de comunicación de datos y los recursos que describen el uso de los protocolos.

Las RFC (Solicitudes de comentarios) también contienen documentos técnicos y organizacionales sobre Internet, incluyendo las especificaciones técnicas y los documentos de las políticas producidos por el Grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF).

Aunque algunas de las capas del modelo TCP/IP tienen el mismo nombre que las capas del modelo OSI, las capas de ambos modelos no se corresponden de manera exacta. Lo más notable es que la capa de aplicación posee funciones diferentes en cada modelo.

Los diseñadores de TCP/IP definieron que la capa de aplicación debía incluir los detalles de las capas de sesión y presentación OSI. Crearon una capa de aplicación que maneja aspectos de representación, codificación y control de diálogo.

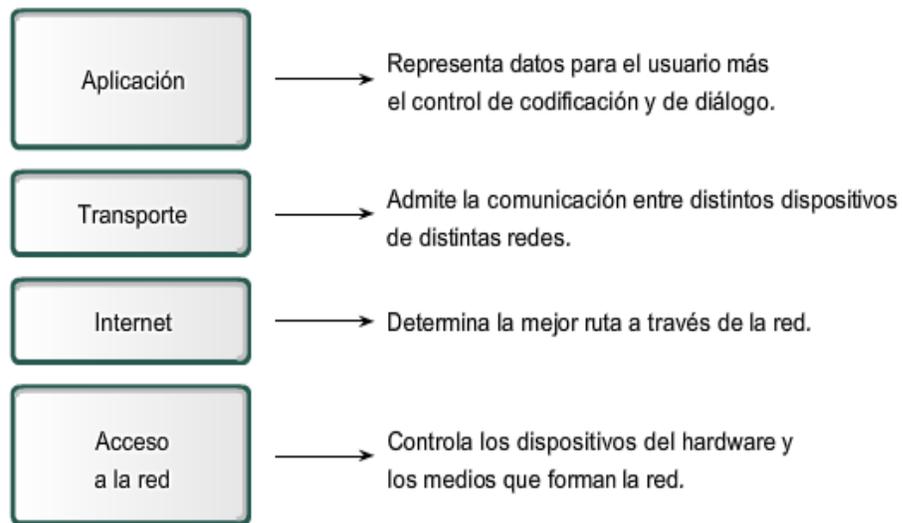


Figura 2.7 Modelo TCP/IP (Tanenbaum, 2003).

La capa de transporte se encarga de los aspectos de calidad del servicio con respecto a la confiabilidad, el control de flujo y la corrección de errores. Uno de sus protocolos, el protocolo para el control de la transmisión (TCP), ofrece maneras flexibles y de alta calidad para crear comunicaciones de red confiables, sin problemas de flujo y con un nivel de error bajo. TCP es un protocolo orientado a conexión. Mantiene un diálogo entre el origen y el destino mientras empaqueta la información de la capa de aplicación en unidades denominadas segmentos. Orientado a conexión no significa que existe un circuito entre los computadores que se comunican. Significa que segmentos de la Capa 4 viajan de un lado a otro entre dos hosts para comprobar que la conexión exista lógicamente para un determinado período.

El propósito de la *capa Internet* es dividir los segmentos TCP en paquetes y enviarlos desde cualquier red. Los paquetes llegan a la red de destino independientemente de la ruta que utilizaron para llegar allí. El protocolo específico que rige esta capa se denomina Protocolo Internet (IP). En esta capa se produce la determinación de la mejor ruta y la conmutación de paquetes. La relación entre IP y TCP es importante. Se puede pensar en el IP como el que indica el camino a los paquetes, en tanto que el TCP brinda un transporte seguro.

El nombre de la *capa de acceso de red* es muy amplio y presta en ocasiones confusión. También se conoce como la capa de host a red. Esta capa guarda relación con todos los componentes, tanto físicos como lógicos, necesarios para lograr un enlace físico. Incluye los detalles de tecnología de redes, y todos los detalles de las capas física y de enlace de datos del modelo OSI.

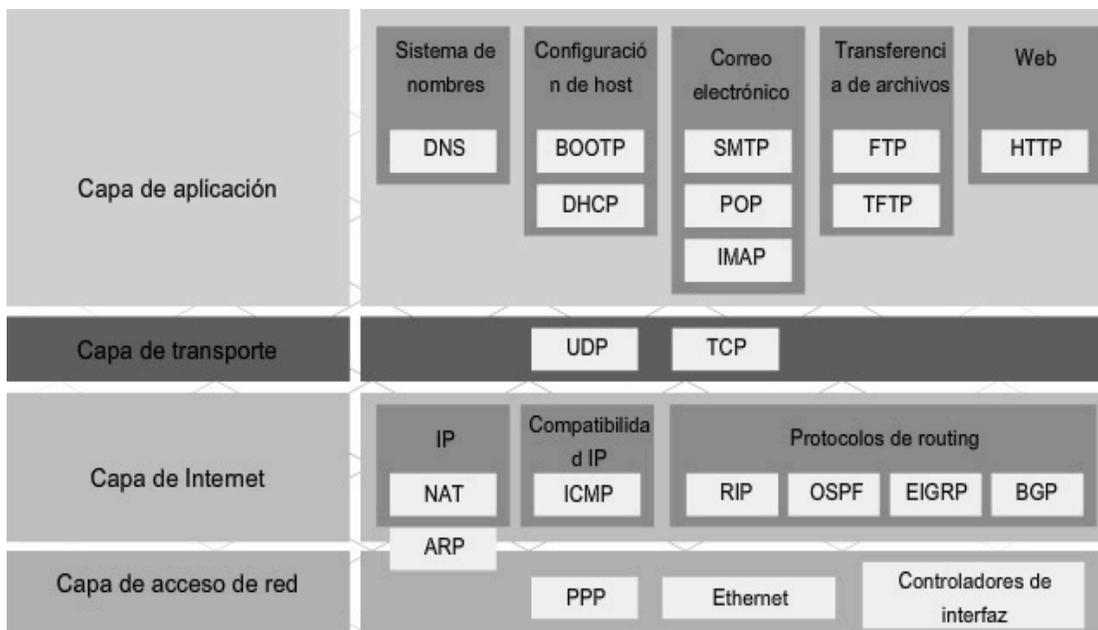


Figura 2.8 Capas del Modelo TCP/IP.

Donde:

Protocolo de información de encaminamiento (RIP)

Protocolo Abrir la vía más corta primero (OSPF)

Protocolo Gateway externo (EGP)

Protocolo de control de transmisión (TCP)

Protocolo de datagrama de usuario (UDP)

Protocolo Internet (IP)
Protocolo de control de mensaje Internet (ICMP)
Protocolo de resolución de direcciones (ARP)
Protocolo de Servicio de nombre de dominio (DNS)
Hypertext Transfer Protocol (HTTP)
Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)
File Transfer Protocol (FTP)

Los protocolos de *capa de aplicación* de TCP/IP más conocidos son aquellos que proporcionan intercambio de la información del usuario. Estos protocolos especifican la información de control y formato necesaria para muchas de las funciones de comunicación de Internet más comunes. Algunos de los protocolos TCP/IP son:

El protocolo Servicio de nombres de dominio (DNS, Domain Name Service) se utiliza para resolver nombres de Internet en direcciones IP.

El protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP, Hypertext Transfer Protocol) se utiliza para transferir archivos que forman las páginas Web de la World Wide Web.

El Protocolo simple de transferencia de correo (SMTP) se utiliza para la transferencia de mensajes de correo y adjuntos.

Telnet, un protocolo de emulación de terminal, se utiliza para proporcionar acceso remoto a servidores y a dispositivos de red.

El Protocolo de transferencia de archivos (FTP, File Transfer Protocol) se utiliza para la transferencia interactiva de archivos entre sistemas.

Las funciones asociadas con los protocolos de capa de Aplicación permiten a la red humana comunicarse con la red de datos subyacente. Cuando abrimos un explorador Web o una ventana de mensajería instantánea, se inicia una aplicación, y el programa se coloca en la memoria del dispositivo donde se ejecuta. Cada programa ejecutable cargado a un dispositivo se denomina proceso.

Comparación entre el modelo OSI y el modelo TCP/IP

Los protocolos que forman la suite de protocolos TCP/IP pueden describirse en términos del modelo de referencia OSI como se muestra también en la figura 2.9.

Las similitudes incluyen:

- Ambos se dividen en capas.
- Ambos tienen capas de aplicación, aunque incluyen servicios muy distintos.
- Ambos tienen capas de transporte y de red similares.
- Ambos modelos deben ser conocidos por los profesionales de redes.

Ambos suponen que se conmutan paquetes. Esto significa que los paquetes individuales pueden usar rutas diferentes para llegar al mismo destino. Esto se contrasta con las redes conmutadas por circuito, en las que todos los paquetes toman la misma ruta. Las diferencias incluyen:

TCP/IP combina las funciones de la capa de presentación y de sesión en la capa de aplicación.

- TCP/IP combina la capa de enlace de datos y la capa física del modelo OSI en la capa de acceso de red.

- TCP/IP parece ser más simple porque tiene menos capas.

- Los protocolos TCP/IP son los estándares en torno a los cuales se desarrolló la Internet, de modo que la credibilidad del modelo TCP/IP se debe en gran parte a sus protocolos. En comparación, por lo general las redes no se desarrollan a partir del protocolo OSI, aunque el modelo OSI se usa como guía.

Comparación del modelo OSI con el modelo TCP/IP

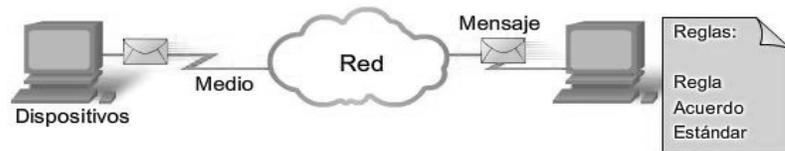


Las semejanzas claves están en la capa de Red y de Transporte.

Figura 2.9 Comparación entre el modelo OSI y el modelo TCP/IP (Tanenbaum, 2003).

2.10.2 Elementos de una Red

En la Figura 2.10. muestra los elementos de una red típica, incluyendo dispositivos, medios y servicios unidos por reglas, que trabajan en forma conjunta para enviar mensajes. Utilizamos la palabra mensajes como un término que abarca las páginas Web, los e-mails, los mensajes instantáneos, las llamadas telefónicas y otras formas de comunicación permitidas por Internet.



Los cuatro elementos de una red:

- Reglas
- Medio
- Mensajes
- Dispositivos

Figura 2.10 Elementos de una red típica (Cisco, CCNA Discovery 4.0, 2008).

E. Los dispositivos

Los dispositivos intermedios más comunes, utilizados para direccionar y administrar los mensajes en la red, como así también otros símbolos comunes de interconexión de redes se muestran en la figura 2.11. Los símbolos genéricos se muestran para:

- Switch: el dispositivo más utilizado para interconectar redes de área local,
- Firewall: proporciona seguridad a las redes.
- Router: ayuda a direccionar mensajes mientras viajan a través de una red.
- Router inalámbrico: un tipo específico de router que generalmente se encuentra en redes domésticas.
- Nube: se utiliza para resumir un grupo de dispositivos de red, sus detalles pueden no ser importantes en este análisis.
- Enlace serial: una forma de interconexión WAN (Red de área extensa), representada por la línea en forma de rayo.

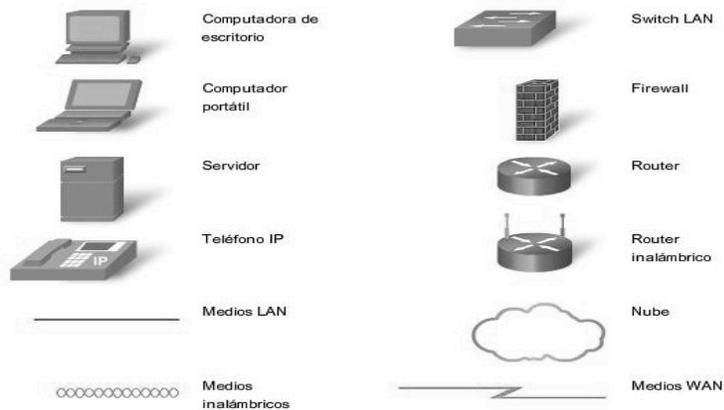


Figura 2.11 Símbolos comunes de interconexión de redes (Cisco, CCNA Discovery 4.0, 2008).

F. Medios de transmisión

Para que funcione una red, los dispositivos deben estar interconectados. Las conexiones de red pueden ser con cables o inalámbricas. En las conexiones con cables, el medio puede ser cobre, que transmite señales eléctricas, o fibra óptica, que transmite señales de luz. En las conexiones inalámbricas, el medio es la atmósfera de la tierra o espacio y las señales son microondas.

G. Protocolos

Los protocolos son las reglas que utilizan los dispositivos de red para comunicarse entre sí. Actualmente el estándar de la industria en redes es un conjunto de protocolos denominado TCP/IP (Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet). TCP/IP se utiliza en redes comerciales y domésticas, siendo también el protocolo primario de Internet. Son los protocolos TCP/IP los que especifican los mecanismos de formateo, de direccionamiento y de enrutamiento que garantizan que nuestros mensajes sean entregados a los destinatarios correctos. erra o espacio y las señales son microondas.

El software de red consta de protocolos, que son reglas mediante las cuales se comunican los procesos. Los protocolos son de dos tipos: orientados a la conexión y no orientados a la conexión. La mayoría de las redes soporta jerarquías de protocolos, en la cual cada capa proporciona servicios a las capas superiores a ella y las libera de los detalles de los protocolos que se utilizan en las capas inferiores.

Las pilas de protocolos se basan generalmente en el modelo OSI o en el modelo TCP/IP. Ambos modelos tienen capas de red, de transporte y de aplicación, pero difieren en las demás capas. Entre los aspectos de diseño están la multiplexión, el control de flujo y el control de errores.

Los protocolos de capa de aplicación de TCP/IP más conocidos son aquellos que proporcionan intercambio de la información del usuario. Estos protocolos especifican la información de control y formato necesaria para muchas de las funciones de comunicación de Internet más comunes. Algunos de los protocolos TCP/IP son:

- El protocolo Servicio de nombres de dominio (DNS, Domain Name Service) se utiliza para resolver nombres de Internet en direcciones IP.
- El protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP, Hypertext Transfer Protocol) se utiliza para transferir archivos que forman las páginas Web de la World Wide Web.

- El Protocolo simple de transferencia de correo (SMTP) se utiliza para la transferencia de mensajes de correo y adjuntos.

- Telnet, un protocolo de emulación de terminal, se utiliza para proporcionar acceso remoto a servidores y a dispositivos de red.

- El Protocolo de transferencia de archivos (FTP, File Transfer Protocol) se utiliza para la transferencia interactiva de archivos entre sistemas.

Los protocolos de la suite TCP/IP generalmente son definidos por Solicitudes de comentarios (RFCs). El Grupo de trabajo de ingeniería de Internet mantiene las RFCs como los estándares para el conjunto TCP/IP.

2.10.3 Direccionamiento IP (Protocolo de Internet)

El direccionamiento es una función clave de los protocolos de capa de Red que permite la transmisión de datos entre hosts de la misma red o en redes diferentes. El Protocolo de Internet versión 4 (IPv4) ofrece direccionamiento jerárquico para paquetes que transportan datos.

Diseñar, implementar y administrar un plan de direccionamiento IPv4 efectivo asegura que las redes puedan operar de manera eficaz y eficiente; Una compañía u organización que desea acceder a la red mediante hosts desde Internet debe tener un bloque de direcciones públicas asignado. El uso de estas direcciones públicas es regulado y la compañía u organización debe tener un bloque de direcciones asignado. Esto es lo que sucede con las direcciones IPv4, IPv6 y multicast.

Autoridad de números asignados a Internet (IANA) (<http://www.iana.net>) es un soporte maestro de direcciones IP. Las direcciones IP multicast y las direcciones IPv6 se obtienen directamente de la IANA. Hasta mediados de los años noventa, todo el espacio de direcciones IPv4 era directamente administrado por la IANA. En ese entonces, se asignó el resto del espacio de direcciones IPv4 a otros diversos registros para que realicen la administración de áreas regionales o con propósitos particulares. Estas compañías de registro se llaman Registros regionales de Internet (RIR), como se muestra en el párrafo inferior.

Los principales registros son:

- AfriNIC (African Network Information Centre) - Región de África.
- APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) - Región de Asia/Pacífico.
- ARIN (American Registry for Internet Numbers) - Región de Norte América.

- LACNIC (Registro de dirección IP de la Regional Latinoamericana y del Caribe) - América Latina y algunas islas del Caribe (México).
- RIPE NCC (Reseaux IP Europeans) - Europa, Medio Oriente y Asia Central.

2.10.4 Direcciones IP públicas y privadas

A. Direcciones privadas

Aunque la mayoría de las direcciones IPv4 de host son direcciones públicas designadas para uso en redes a las que se accede desde Internet, existen bloques de direcciones que se utilizan en redes que requieren o no acceso limitado a Internet. A estas direcciones se las denomina direcciones privadas.

Los bloques de direcciones privadas son:

- 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (10.0.0.0 /8), clase A.
- 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (172.16.0.0 /12), clase B.
- 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (192.168.0.0 /16), Clase C.

B. Direcciones públicas

La amplia mayoría de las direcciones en el rango de host unicast IPv4 son direcciones públicas. Estas direcciones están diseñadas para ser utilizadas en los hosts de acceso público desde Internet. Aun dentro de estos bloques de direcciones, existen muchas direcciones designadas para otros fines específicos (ver figura 2.1).

Class	Leading Bit Pattern	First Octet in Decimal	Notes
A	0xxxxxxx	0–127	0 is invalid 127 reserved for loopback testing
B	10xxxxxx	128–191	
C	110xxxxx	192–223	
D	1110xxxx	224–239	Reserved for multicasting
E	1111xxxx	240–255	Reserved for future use/ testing

Tabla 2.1 Clases de direcciones IP públicas.

2.10.5 Enrutamiento

Dentro de una red o subred (VLAN), los hosts se comunican entre sí sin necesidad de un dispositivo intermediario de capa de red. Cuando un host necesita comunicarse con otra red, un dispositivo intermediario o router actúa como un Gateway hacia la otra red.

Es importante mencionar que no es factible para un host particular conocer la dirección de todos los dispositivos en Internet con los cuales puede tener que comunicarse. Para comunicarse con un dispositivo en otra red, un host usa la dirección de este gateway, o gateway por defecto, para enviar un paquete fuera de la red local.

El enrutamiento entre redes puede realizarse de dos maneras: enrutamiento estático y enrutamiento dinámico.

Enrutamiento estático: Las rutas a redes remotas con los siguientes saltos asociados se pueden configurar manualmente en el router. Esto se conoce como enrutamiento estático. Una ruta default también puede ser configurada estáticamente.

Enrutamiento dinámico: Aunque es esencial que todos los routers en una internetwork posean conocimiento actualizado, no siempre es factible mantener la tabla de enrutamiento por configuración estática manual. Por eso, se utilizan los protocolos de enrutamiento dinámico. Los protocolos de enrutamiento son un conjunto de reglas por las que los routers comparten dinámicamente su información de enrutamiento.

Entre los protocolos de enrutamiento comunes se incluyen:

- Protocolo de información de enrutamiento (RIP),
- Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado (EIGRP), y
- Open Shortest Path First (OSPF).

2.10.6 Clasificación de la redes según su tamaño

Un criterio alternativo para la clasificación de las redes es su escala. En la tabla 2.2 se clasifican las redes por tamaño físico. En la parte superior se muestran las redes de área personal, que están destinadas para una sola persona. Por ejemplo, una red inalámbrica que conecta una computadora con su ratón, teclado e impresora, es una red de área personal. Incluso un PDA que controla el audífono o el marcapaso de un usuario encaja en esta categoría. A continuación de las redes de área personal se encuentran redes más grandes. Se pueden dividir en redes de área local, de área metropolitana y de área amplia. Por último, la conexión de dos o más redes se conoce como interred.

Distancia entre procesadores	Procesadores ubicados en el mismo	Ejemplo
1 m	Metro cuadrado	Red de área personal
10 m	Cuarto	
100 m	Edificio	Red de área local
1 km	Campus	
10 km	Ciudad	Red de área metropolitana
100 km	País	Red de área amplia
1,000 km	Continente	
10,000 km	Planeta	Internet

Tabla 2.2 Clasificación de las redes según su tamaño.

A grandes rasgos, las redes se pueden dividir en LANs, MANs, WANs e interredes, con sus propias características, tecnologías, velocidades y nichos. Las LANs ocupan edificios y operan a altas velocidades. Las MANs abarcan toda una ciudad, por ejemplo, el sistema de televisión por cable, el cual es utilizado por mucha gente para acceder a Internet. Las WANs se extienden por un país o un continente. Las LANs y las MANs pueden ser o no conmutadas (es decir, no tienen enrutadores); las WANs son conmutadas. Las redes inalámbricas se están volviendo sumamente populares, en especial las LANs inalámbricas. Las redes se interconectan para formar interredes (Tanenbaum, 2003).

2.10.7 Definición de una LAN

El Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electrotécnicos (IEEE) define a la red de área local como sigue: “Un sistema de comunicación de datos que permite que un numero de dispositivos independientes se comuniquen directamente unos con otros, dentro de un área geográfica de tamaño moderado”.

Ejemplos de Tecnologías LAN:

1. IEEE 802.5 Token Ring para la operación de 4 a 16 Mbps utilizando cable de cobre.
2. IEEE 802.3x - Especificación Ethernet de la operación duplex completa, para la operación de 10 Mbps utilizando UTP y Fibra Optica.
3. IEEE 802.3y/u - Especificación Ethernet para la operación de 100 Mbps utilizando UTP y Fibra Optica respectivamente.
4. IEEE 802.3z - Especificación Ethernet para la operación de 1000 Mbps sobre cable de fibra óptica.
5. IEEE 802.3ab - Especificación Ethernet para la operación de 1000 Mbps sobre cable de cobre Cat5e o mayor.
6. IEEE 802.3af - Especificación Power Over Ethernet para la operación de sobre cable de cobre a 4 pares.
7. IEEE 802.3ae 10 Gigabit Ethernet la operación de 10000 Mbps sobre fibra óptica (10GBASE-SR, 10GBASE-LR).

La tecnología mas usada en la mayoría de las redes LANs es Ethernet. Las figuras 2.1.1 y 2.2.2 muestran la evolución de las tecnologías Ethernet así como las opciones de distancias y tipos de medio para el estándar 10 Gigabit Ethernet, tecnología deseable para cualquier tipo de red actual y futura.



Figura 2.11.1 Evolución de las redes Ethernet (Commscope, 2008).

Opciones IEEE 10G

	Electrónicos	Tipo de Medio	Distancia Máxima	Costo Est.	
FIBRA	850 nm Serial 10GBASE-SR, 10GBASE-SW	OM1 MMF 62.5 µm, OM2 MMF 50 µm, OM3 MMF 50 µm, OS1/2 SMF	0 m, 100 m, 200 m, 300 m	\$\$	
	1310 nm CWDM 10GBASE-LX4	OM1 MMF 62.5 µm, OM3 MMF 50 µm, OS1/2 SMF	10 km	\$\$\$\$	
	1310 nm Serial 10GBASE-LR, 10GBASE-LW	OM1 MMF 62.5 µm, OM2 MMF 50 µm, OM3 MMF 50 µm, OS1/2 SMF	10 km	\$\$\$	
	1550 nm Serial 10GBASE-ER, 10GBASE-EW	OM1 MMF 62.5 µm, OM2 MMF 50 µm, OM3 MMF 50 µm, OS1/2 SMF	40 km	\$\$\$\$\$	
	1310 nm Serial (EDO) 10GBASE-LRM	OM1 MMF 62.5 µm, OM2 MMF 50 µm, OM3 MMF 50 µm, OS1/2 SMF		\$\$\$*	
	COBRE	10GBASE-T	Categoría 6A/ClaseE, Par Torcido		\$*
		10GBASE-CX4	Twinx		\$

*proyección de costos

Figura 2.11.2 medios de transmisión y distancias máximas 10Gigabit Ethernet (Commscope, 2008).

Características de las LANs

Las primeras LANs se diseñaron para permitir que los usuarios compartieran recursos, dispositivos, aplicaciones de software y, archivos creados por los usuarios. El compartir los recursos hizo posible la maximización de las inversiones realizadas en cada recurso.

Las LANs se han convertido en mucho más que un conjunto de hardware y software compartidos. Para muchas organizaciones, las LANs es una herramienta que le permite al personal recolectar, organizar, y determinar información esencial de las operaciones. Las LANs siempre han proporcionado un mecanismo para almacenar y recuperar datos centralmente.

Independientemente del tamaño y e tipo, se espera que una LAN proporcione los siguientes beneficios:

- Incremento en la productividad.
- Mejora en la administración de datos.
- Mejora en la comunicación.
- Reducción de los costos de control.
- Simplificación de la administración de hardware y software.

Una LAN eficaz tiene las siguientes características:

- Simplicidad
- Confiabilidad
- Transparencia
- Manejabilidad

Las redes de área local (generalmente conocidas como LANs) son redes de propiedad privada que se encuentran en un solo edificio o en un campus de pocos kilómetros de longitud. Se utilizan ampliamente para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas de una empresa y de organizaciones para compartir recursos (por ejemplo, impresoras) e intercambiar información.

2.10.8 Arquitectura de una LAN

La palabra arquitectura, se podría decir que es el diseño y la información relacionada necesaria para construir algo. De la misma manera que la arquitectura de un edificio determina su apariencia y función, la arquitectura de una LAN define la apariencia e influencia del funcionamiento de la Red.

- La apariencia de la LAN se define por medio de su canal de comunicaciones y su topología.
- Su función de la LAN está influenciada por la forma en la que los dispositivos sobre la red se comunican unos con otros.

La arquitectura de la LAN está compuesta por cuatro elementos fundamentales:

- I. Medio de transmisión: el canal a través del cual los dispositivos de la red se comunican entre sí.
- II. Topología: la forma que toma el medio para conectar los dispositivos sobre una LAN.
- III. Mecanismos de control de acceso: la forma en la que los dispositivos de una LAN ganan acceso a medio para mandar y recibir mensajes.
- IV. Velocidad de datos: la velocidad a la que la información se transfiere entre los dispositivos de la red sobre un medio.

Medios de transmisión

La comunicación a través de una red es transportada por un medio. El medio proporciona el canal por el cual viaja el mensaje desde el origen hasta el destino.

Las redes modernas utilizan principalmente cuatro tipos de medios para interconectar los dispositivos y proporcionar la ruta por la cual pueden transmitirse los datos. Existen tres tipos de medios de cableado físico: cable par trenzado, cable coaxial y cable de fibra óptica, así como transmisión inalámbrica. La codificación de señal que se debe realizar para que el mensaje sea transmitido es diferente para cada tipo de medio. En los hilos metálicos, los datos se codifican dentro de impulsos eléctricos que coinciden con patrones específicos. Las transmisiones por fibra óptica dependen de pulsos de luz, dentro de intervalos de luz visible o infrarroja. En las transmisiones inalámbricas, los patrones de ondas electromagnéticas muestran los distintos valores de bits.

En todo los casos es crítica la presencia de un canal de comunicaciones resistente para la operación confiable de las LANs. Sin el, no es posible que los dispositivos de la red se comuniquen.

Clasificación del cableado físico de cobre y fibra óptica según su tamaño:

Cableado de *Backbone* – Troncal - Campus : cable y hardware que proporciona las interconexiones entre los cuartos de telecomunicaciones de un edificio o entre edificios.

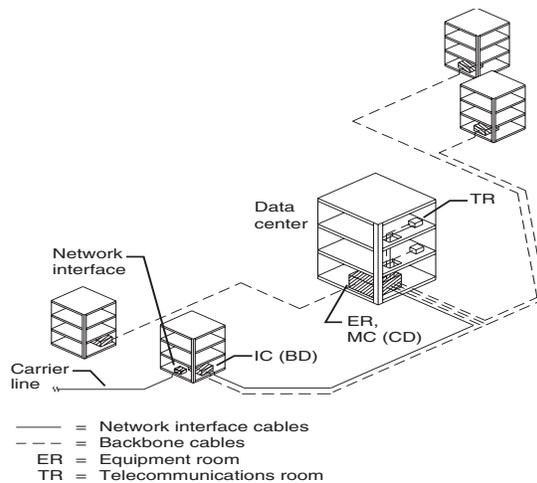


Figura 2.12 Cableado de Backbone o Campus (BICSI, Telecommunications Distribution Methods Manual (TDMM)., 2006).

Cableado Horizontal: Cableado entre en conector o la salida de telecomunicaciones y la conexión cruzada horizontal ubicada en los cuartos de telecomunicaciones.

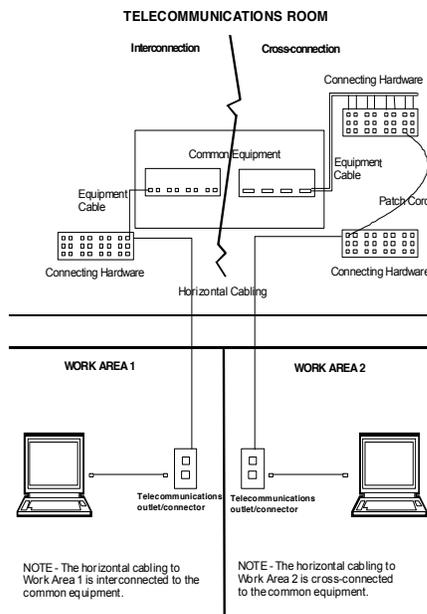


Figura 2.13 Cableado Horizontal (568B.1, 2001).

Existen tres tipos de medios de cableado físico: cable de cobre par trenzado, cable de cobre coaxial y fibra óptica. Para garantizar y certificar el diseño e implementación de los medios físicos de las redes LAN es necesario se realicen basado en las mejores prácticas (Códigos y Estándares):

Códigos y Estándares

- Códigos: son documentos publicados que establecen provisiones, reglas y prácticas aceptables que garanticen la calidad de la construcción e instalación y salvaguarde a personas y propiedad de peligros.
- Los estándares: Son documentos publicados que especifican los requisitos mínimos del diseño y el desempeño voluntariamente aceptados por las Industrias participantes, no son obligados por ley, establecen prácticas de instalación para lograr el desempeño deseado, los estándares publicados son ratificados por la votación del comité.

Comités de estándares: Tienen una política abierta de participación para la industria, asigna grupos de trabajo para resolver asuntos técnicos, asigna grupos de enlace para resolver los conflictos con otros estándares.

Beneficios de los estándares:

- Interoperabilidad de componentes y sistemas.
- Promueven independencia de proveedores.
- Acomoda movimientos, agregados y cambios.
- Garantiza conectividad de sistema abierto.
- Cumplimiento de los estándares asegura el desempeño de sistema.
- Operación del sistema libre de errores.
- Desempeño del Sistema = Certeza de la aplicación para usuarios finales.
- Retorno de la Inversión mejorado.
- Mayor vida útil con la instalación apropiada.
- Costo más bajo del sistema que utiliza hardware estándar.
- Menores costos de mantenimiento e instalación.

En la figura 2.14 se muestra la geografía de los estándares de sistemas de transporte de información de redes cobre y fibra óptica.

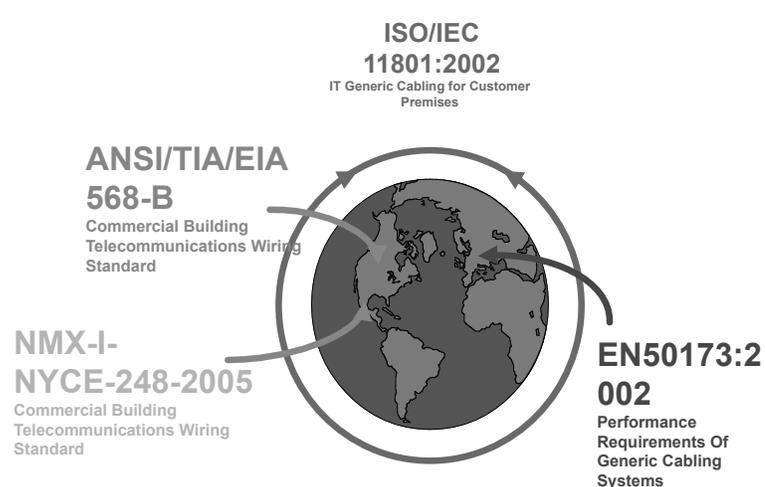


Figura 2.14 Geografía de los estándares de sistemas de transporte de redes cobre y fibra óptica (fuente: elaboración propia).

Definición de los estándares de telecomunicaciones según se geografía:

- NMX-I-NYCE-248-2005: Norma Nacional de Cableado Estructurado para redes de cobre y fibra óptica, Publicado en Marzo de 2005.
- ISO/IEC 11801: "Generic Cabling for Customer Premises" Estándar internacional de cableado genérico, 2a.Edición Septiembre 2002.
- CENELEC EN 50173 " Generic cabling systems" Estándar de requerimientos de desempeño de cableado genérico,2002. (EUROPA).
- ANSI/TIA/EIA 568 B/C: Estándar que permite la instalación y planeación de un sistema de cableado estructurado para edificios comerciales (EU), así como cableado de telecomunicaciones genérico.

Los estándares de sistemas de transporte de telecomunicaciones se pueden dividir en tres grupos según su aplicación según la TIA (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones):

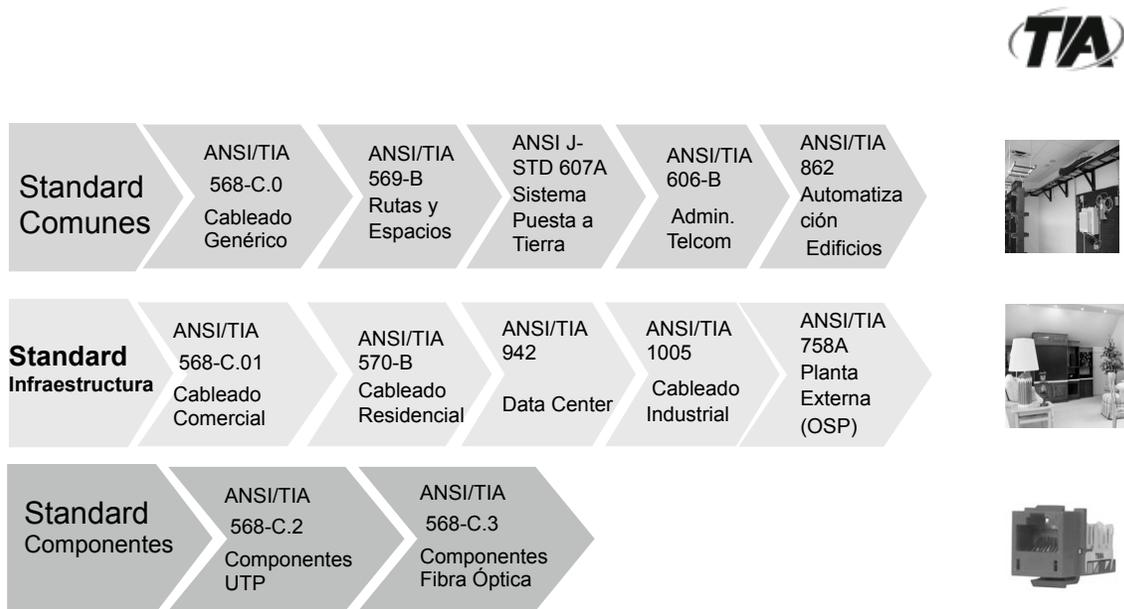


Figura 2.15 Estándares TIA según su aplicación (fuente: elaboración propia).

Dependiendo del tipo de sistema de cableado par trenzado, fibra óptica y cable coaxial pueden ser usados distintos tipos de conectores, según sea el caso:

- Tipo N para Coaxial.
- tipo F para Coaxial.
- Tipo Bayonet Neill-Concelmal (BNC) para coaxial
- Tipo RJ45 para par trenzado sin blindaje.
- Tipo LC tipo para fibra óptica.
- Tipo ST Straight Tip para fibra óptica.
- Tipo SC Subscriber Conector para fibra óptica.

Cable de cobre par trenzado

Para formar un par trenzado, dos alambres de cobre asilados individualmente se tuercen juntos físicamente. Esta torsión evita la interferencia electromagnética (EMI) no deseada entre canales y sistemas e comunicaciones separados (ver figura 2.16).

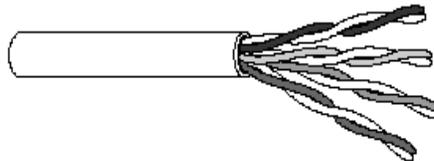


Figura 2.16 Cable par trenzado.

Típicamente un par trenzado está compuesto de dos conductores de cobre, generalmente de 24 AWG. Cada conductor está cubierto por un aislante termomagnético como el policloruro de vinilo (PVC), propínelo etileno fluorado (FEP), o asilamiento de polietileno.

Existen tres tipos comunes de cable de cobre de par trenzado:

- Par trenzado sin blindaje (UTP)
- Par trenzado con pantalla (ScTP)
- Par trenzado con blindaje (STP)

Los medios de transmisión de cobre par trenzado se clasifican como sigue:

FRECUENCIA DE BANDA	TIA (COMPONENTES)	TIA (CABLEADO)	ISO/IEC (COMPONENTES)	ISO/IEC ANCHO (CABLEADO)
1–100 MHz	Categoría 5e	Categoría 5e	Categoría 5e	Clase D
1–250 MHz	Categoría 6	Categoría 6	Categoría 6	Clase E
1–500 MHz	Categoría 6A	Categoría 6A	Categoría 6 _A	Clase E _A
1–600 MHz	n/s	n/s	Categoría 7	Clase F
1–1.000 MHz	n/s	n/s	Categoría 7 _A	Clase F _A

Tabla 2.3 Clasificaciones de cableado equivalente de TIA e ISO (Maguire, 2013).

Estándares de cableado de TIA (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones o TIA).

Categoría 5e: ANSI/TIA-568-C.2, Estándar sobre los componentes y el cableado de telecomunicaciones de par trenzado balanceado, 2009.

Categoría 6: ANSI/TIA-568-C.2, Estándar sobre los componentes y el cableado de telecomunicaciones de par trenzado balanceado, 2009.

Categoría 6A: ANSI/TIA-568-C.2, Estándar sobre los componentes y el cableado de telecomunicaciones de par trenzado balanceado, 2009.

Categoría 8: ANSI/TIA-568-C.2-1, Especificaciones para 100Ω Próxima generación de sistemas de cableado, en desarrollo.

Estándares de cableado ISO/IEC (Organización Internacional de Normalización (ISO) y de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).)

Clase D: ISO/IEC 11801, 2da ed., Tecnología de la Información- Cableado genérico para instalaciones de los clientes, 2002.

Clase E: ISO/IEC 11801, 2da ed., Tecnología de la Información- Cableado genérico para instalaciones de los clientes, 2002.

Clase EA: Enmienda 1 a ISO/IEC 11801, 2da ed., Tecnología de la Información- Cableado genérico para instalaciones de los clientes, 2008.

Clase F: ISO/IEC 11801, 2da ed., Tecnología de la Información- Cableado genérico para instalaciones de los clientes, 2002.

Clase FA: Enmienda 1 a ISO/IEC 11801, 2da ed., Tecnología de la Información- Cableado genérico para instalaciones de los clientes, 2008.

Nombre en desarrollo: ISO/IEC 11801-99-x, Parte 2, Guía para el cableado balanceado en respaldo de, al menos, 40 Gb/s de transmisión de datos, en desarrollo.

Application or Interface	Balanced Twisted-Pair Category 3	Balanced Twisted-Pair Category 5e	Balanced Twisted-Pair Category 6
Analog telephone set	X	X	X
Digital telephone set	X	X	X
ANSI/TIA/EIA-232-F	X	X	X
ANSI/TIA/EIA-422-B	X	X	X
ISDN	X	X	X
IEEE 802.3 10BASE-T	X	X	X
IEEE 802.5 Token ring 16 Mb/s	Note 1	X	X
ANSI X3.263 (TP-PMD)		X	X
IEEE 802.3 100BASE-TX		X	X
IEEE 802.3ab 1000BASE-T		X	X
IEEE 802.3an 10GBASE-T (proposed)		Note 3	

TP-PMD = Twisted-pair physical medium dependent

Tabla 2.4 Aplicaciones según la categoría de cableado par trenzado.

Cable Fibra Óptica

El cable de fibra óptica utiliza fibras de vidrio para transferir datos entre dispositivos de una red. Las señales están en forma de pulsos de luz en lugar de los pulsos eléctricos asociados con el cable de cobre. Existen dos tipos de fibra óptica multimodo y monomodo.

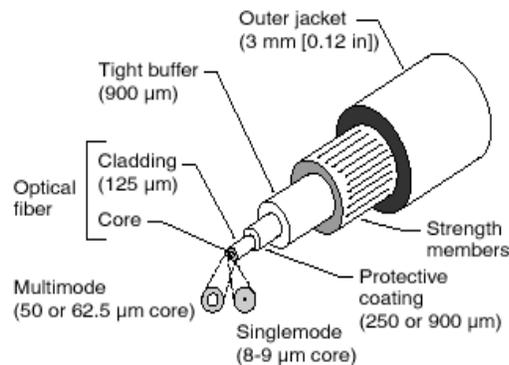


Figura 2.17 Cable de fibra óptica.

Application	Wavelength (nm)	Maximum Supportable Distance ² (m)			Maximum Channel Insertion Loss ² (dB)			
		62.5/125 μm	50/125 μm	Single- mode ⁷	62.5/125 μm	50/125 μm ¹	Single- mode ⁷	
FDDI (Low Cost)	1300	500	500	NST	7.0	2.3	NST	
FDDI (Original)	1300	2000	2000	40 000	11.0	6.3	10.0 to 32.0	
ATM	52	1300	3000	3000	15 000	10.0	5.3	7.0 to 12.0
	155	1300	2000	2000	15 000	10.0	5.3	7.0 to 12.0
	155 ⁸	850	1000	1000	—	7.2	7.2	—
	622	1300	500	500	15 000	6.0	1.3	7.0 to 12.0
	622 ⁸	850	300	300	—	4.0	4.0	—
Fibre Channel	266	1300	1500	1500	10 000	6.0	5.5	6.0 to 14.0
	266 ⁸	850	700	2000	—	12.0	12.0	—
	1062 ⁸	850	300 ⁴	500	—	4.0	4.0	—
	1062	1300	—	—	10 000	—	—	6.0 to 14.0
1000BASE-SX ⁸ (Gigabit Ethernet)	850	220 ⁵	550 ⁶	—	3.2 ⁹	3.9 ⁹	—	
1000BASE-LX ⁸ (Gigabit Ethernet)	1300	550	550	5000	4.0 ⁹	3.5 ⁹	4.7 ⁹	

Tabla 2.5 Distancias y tecnologías soportadas según el tipo de fibra óptica (BICSI, Telecommunications Distribution Methods Manual (TDMM)., 2006).

Los estándares relacionados con Fibra óptica

Multimode Optical Fiber Cable

The two recommended multimode optical fiber cables are graded-index optical fiber with a nominal 62.5/125 μm or 50/125 μm core/cladding diameter. The optical fiber should conform to the following standards or international equivalents:

- ANSI/TIA/EIA-568-B.3, *Optical Fiber Cabling Components Standard*
- ANSI/TIA/EIA-492AAAA, *Detail Specification for 62.5- μm Core Diameter/125- μm Cladding Diameter Class 1a Graded-Index Multimode Optical Fibers*
- ANSI/TIA/EIA-492AAAB, *Detail Specification for 50- μm Core Diameter/125- μm Cladding Diameter Class 1a Multimode Graded-Index Optical Waveguide Fibers*
- ANSI/TIA/EIA-492CAA, *Detail Specification for Class IVa Dispersion—Unshifted Single-Mode Optical Fibers*
- ANSI/ICEA S-83-596, *Fiber Optic Premises Distributions Cable*
- ANSI/ICEA S-87-640, *Fiber Optic Outside Plant Communications Cable*
- IEC 60794-1-1, *Optical Fibre Cables—Part 1-1: Generic Specification—General*
- IEC 60793-1-1, *Optical Fibres—Part 1-1: Measurement Methods and Test Procedures—General and Guidance* and CENELEC EN 18800

Singlemode Optical Fiber Cable

The recommended cable is Class IVa Dispersion unshifted singlemode optical fiber. It should conform to the following standards or international equivalents:

- IEC 60793-G925
- ANSI/TIA/EIA-568-B.3 (overall requirements)
- ANSI/TIA/EIA-492CAA (optical fiber specifications)
- ANSI/ICEA S-83-596 (indoor optical fiber cables)
- ANSI/ICEA S-87-640 (outdoor optical fiber cables)
- IEC 60794 series (optical fiber cables)

Cable Coaxial

Se conoce comúnmente como coax. Aunque existen muchos tipos diferentes de coaxial. Todos son similares en construcción. Estos cables se componen de un núcleo central ya sea conductor sólido o alambre de hebras rodeado de una capa de material aislante. Este aislamiento está envuelto por un entretejido metálico, cinta plástica metalizada, o una manga metálica. El ensamblaje completo se cubre entonces de una cubierta exterior. Este diseño esencialmente minimiza la interferencia proveniente de fuentes externas, así como la radiación de energía electromagnética proveniente del cable.

La transmisión del cable coaxial depende de la transmisión de señales en el conductor central con respecto a una referencia potencial igual a cero provista en el blindaje del conductor. Este tipo de transmisión algunas veces se conoce como desbalanceada.

MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS

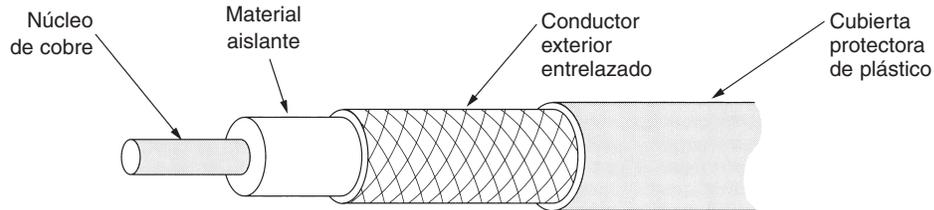


Figura 2.18 Cable Coaxial.

Sistemas Inalámbricos

Aunque la mayoría de las LANs instaladas usan medios de cableado para conectar los dispositivos de la red, existen situaciones en las que es difícil o imposible instalar cable. Algunos ejemplos de las propiedades históricas y situaciones donde no existe el acceso por derecho de paso entre edificios cercanos que deben ser interconectados. En estos casos, las tecnologías inalámbricas pueden utilizarse para conectar dispositivos a la red.

Adicionalmente, se puede requerir que algunos usuarios dentro de un mismo espacio salgan del mismo y que sigan conectados a la LAN a través de computadoras portátiles o de bolsillo (p. ej. Enfermeras, empleados de bodegas). Los sistemas inalámbricos conectan dispositivos de red haciendo uso de luz infrarroja o de ondas de radio.

La comunicación inalámbrica digital no es una idea nueva. A principios de 1901, el físico italiano Guillermo Marconi demostró un telégrafo inalámbrico desde un barco a tierra utilizando el código Morse (después de todo, los puntos y rayas son binarios). Los sistemas inalámbricos digitales de la actualidad tienen un mejor desempeño, pero la idea básica es la misma.

Como primera aproximación, las redes inalámbricas se pueden dividir en tres categorías principales:

1. Interconexión de sistemas (Redes PAN – Personal Area Network).
2. LANs inalámbricas (WLAN).
3. WANs inalámbricas.

En las Figuras mostradas en la parte inferior se muestran la clasificación de las redes inalámbricas, las frecuencias ISM y la clasificación de las redes WLAN.

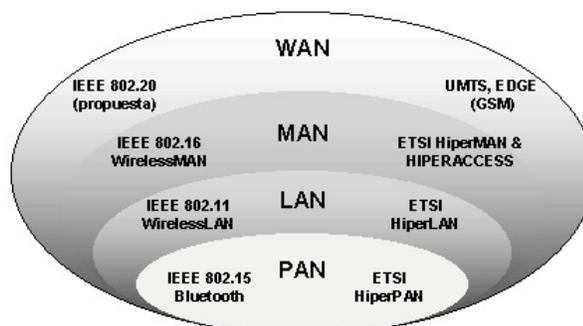


Figura 2.19 Estándares de Redes Inalámbricas según su tamaño (BICSI, Telecommunications Distribution Methods, 2006).

Un parámetro básico que caracteriza a un sistema inalámbrico es la banda de frecuencia usada, generalmente expresada en términos de megahertz (MHz) o gigahertz (GHz).

La comunicaciones inalámbrica se realiza mediante canales: Una banda de frecuencia es regularmente dividida en múltiples segmentos de frecuencia con el fin de soportar actividades de comunicación independientes. Un canal es usualmente definido con una frecuencia central específica y el canal de ancho de banda para ocuparlo. Por ejemplo, el canal 2437 MHz con 22 MHz de ancho de banda ocupa el espectro radioeléctrico desde la frecuencia 2426 MHz hasta la 2448 MHz.

Típicamente, el espectro de frecuencia en el cual opera un sistema de comunicación inalámbrica puede ser clasificado en: espectro con licencia y espectro exento de licencia. En el caso de las bandas con licencia, son asignados permisos individuales emitidos por una entidad oficial regulatoria (en México, estas licencias son asignadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes) con el fin de garantizar la utilización legal y exclusiva.

Contrariamente, la operación del espectro exento de licencia no requiere de un permiso explícito, aunque generalmente las transmisiones están permitidas solo utilizando dispositivos de comunicación que hayan sido certificados para cumplir las especificaciones regulatorias. Pero en general, la operación de estas bandas de frecuencia exentas no ofrece protección legal contra interferencia perjudicial.

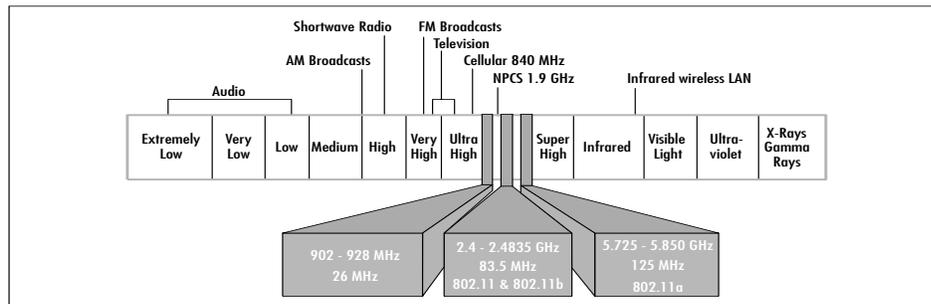


Figura 2.20 Bandas de frecuencia no licenciadas (ISM) (BICSI, Telecommunications Distribution Methods, 2006).

En la Tabla 2.6 se muestra la comparación técnica entre los principales y más grandes sistemas de comunicación inalámbrica: 2G de GSM, así como su evolución EDGE, 3G de GSM (UMTS), WiFi (en sus tres variantes, 802.11a, 802.11b y 802.11g) y WiMAX.

Tecnología	Banda de Frecuencia	Licencia	Ancho de Banda por canal (Frecuencia Portadora)	Número de usuarios por canal	Bit Rate	Alcance
GSM/EDGE	0.9 GHz 1.8 GHz	SI	200 kHz	De 2 a 8	473.6 Kbps	Hasta 30 Km
UMTS	1.9 GHz	SI	5 MHz	Muchos (orden de magnitud=25), se pierde ancho de banda	21 Mbps	Hasta 5 Km
WiFi (802.11g-2003)	2.4 GHz	No	20 MHz	Sólo uno (en un instante dado)	54 Mbps	Hasta 100 m
WiFi (802.11b)	2.4 GHz	No	5 MHz	Sólo uno (en un instante dado)	11 Mbps	Hasta 100 m
WiFi (802.11a)	5 GHz	No	20 MHz	Sólo uno (en un instante dado)	54 Mbps	Hasta 100 m
WiMAX (IEEE 802.16-2004)	2.3 GHz 2.5 GHz 3.5 GHz 5.8 GHz	Se definen bandas con y sin licencia	3.5 MHz 7 MHz 10 MHz 20 MHz	Más de 100	75 Mbps	20 Km (con CPE exterior)

Tabla 2.6 Comparación técnica entre los principales y más grandes sistemas de comunicación inalámbrica (BICSI, Telecommunications Distribution Methods, 2006).

Topología.

La topología de una red de un sistema ayuda a definir su apariencia física. Por ejemplo, un mapa topológico contribuye en la visualización de la apariencia física del área mostrada. De varias maneras, una topología de LAN es lo mismo –es una representación de la apariencia física de la red.

La topología física de una LAN se determina por medio de la forma en que se utiliza el medio para conectar dispositivos en la red. En la mayoría de los casos, esto se refiere a la forma en que los componentes de la LAN se conectan al sistema de cableado.

Dentro del contexto de las LANs, la palabra topología tiene dos significados. Ambos son importantes para describir las operaciones de la LAN.

- La topología física se refiere a la disposición física de la LAN, como se describió anteriormente.
- La topología lógica se refiere a la forma en la que los mensajes viajan desde un dispositivo hacia otro sobre la red.

Existen tres topologías fundamentales –bus, anillo y estrella. Con el uso de estas tres, se han desarrollado varias topologías híbridas las cuales se muestran en la figura 2.18.

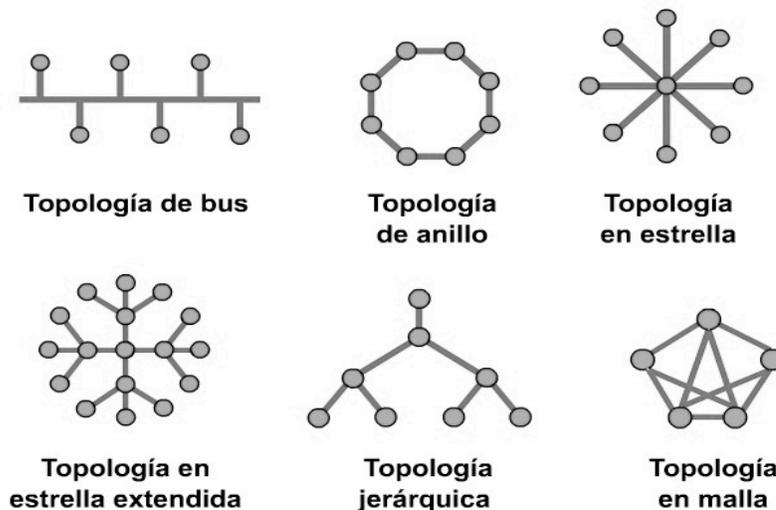


Figura 2.21 Topologías de red (Cisco, CCNA Discovery 4.0, 2008).

Mecanismos de control de acceso

El control de acceso es la forma en la cual un dispositivo de la LAN gana acceso al medio compartido. Ya que existen muchos dispositivos en una red, debe existir un mecanismo para permitir que un dispositivo dado tenga acceso al canal de comunicaciones compartido y pueda transmitir su mensaje. El control de acceso define como el dispositivo obtiene la autorización para enviar su mensaje.

Uno de cada cinco mecanismos de control de acceso se puede utilizar para otorgar a los dispositivos el derecho para utilizar el canal de transmisión compartido en una LAN.

- Acceso múltiple por detección de portadora/detección de colisiones(CSMA/CD), típicamente usado en tecnologías Ethernet.
- Acceso múltiple por detección de portadora/evasión de colisiones(CSMA/CA), típicamente usado en redes inalámbricas.
- Anillo de supervisión con señal, usado en tecnologías como interfaz de Datos Distribuidos por Fibra - FDDI.
- Anillo ranurado.
- Prioridad de demanda.

Velocidades de Transmisión de Datos:

La velocidad de transmisión de datos es una medida de la velocidad con la cual son conducidos los mensajes sobre el medio, se mide en bits por segundo. Existen varias tecnologías LAN, cada una opera con diferentes velocidades, que van de 0.23 Mb/s a 1000 Mb/s y más allá. Es importante no confundir la velocidad de transmisión con el ancho de banda, este último término es utilizado para describir la capacidad de transporte de información de un medio medido en Hertz.

2.10.9 Interred

Las LANs se desarrollaron para proporcionar un canal de comunicaciones como para un número limitado de dispositivos en un área geográfica pequeña. Ya que el canal de comunicaciones está compartido, existe un número teórico y un número práctico para limitar la cantidad de dispositivos de una red que puedan conectarse a una sola LAN. Sin embargo, muchas organizaciones tienen algunas o todas las condiciones siguientes:

- El número de dispositivos que deben poder comunicarse entre sí, es mayor al límite impuesto por la arquitectura de una LAN.
- Grupos de dispositivos que deben poder comunicarse entre sí están separados por grandes distancias geográficas. Por ejemplo, un grupo está en otra parte de la misma ciudad, un segundo grupo en otra ciudad en el mismo país, y el tercer grupo está en otro país.

- Existen una variedad de computadoras en la organización, obtenidas a través de los años de diferentes proveedores, todas ellas deben poder intercambiar mensajes entre sí.

Para alojar estas condiciones, se ha desarrollado un número de conceptos y productos. Esta rama de la conexión de redes se conoce como interconexión de redes, definida como la que hace posible las comunicaciones entre dispositivos conectados a diferentes redes.

En su forma más simple, una interred permite que los dispositivos sobre dos LAN se comuniquen entre sí. En el otro extremo, la interred conocida como Internet enlaza miles de redes alrededor del mundo.

Si las redes a ser interconectadas están todas localizadas en un sitio común, una organización puede comprar e instalar su propio cableado y/o medio inalámbrico. Si las redes están separadas por distancias más grandes, la organización debe utilizar los medios que son propiedad de uno o más proveedores de acceso, frecuentemente conocidos como empresas públicas de telecomunicaciones (ISP).

El término interred local se utiliza para describir una interred limitada a un sitio común (p. ej. Un campus). El término interred de área amplia se utiliza para describir una interred que usa enlaces de telecomunicaciones para conectar geográficamente redes distantes (varias sucursales de una empresa o institución).

Medio de Interred

Un grupo de dispositivos de computación conectados sobre extensas distancias geográficas se conoce como una red de área amplia (WAN). Las conexiones para una WAN se pueden hacer usando cualquier combinación de cable y medios inalámbricos, como sigue:

- a) Cable de cobre
- b) Cable de fibra óptica
- c) Sistemas de microondas
- d) Sistemas de satélite

Los cables de cobre y fibra óptica se han descrito antes en esta sección.

a) Sistemas de Microondas

Un sistema de microondas se compone de por lo menos dos torres de microondas equipadas con antenas direccionales. Estas antenas enfocan haces de energía electromagnéticas o de ondas de radio la una hacia la otra en una configuración de punto a punto. Las frecuencias de pueden estar en el rango de los 0.89 a 40 Gigahertz (GHz), con las más altas frecuencias utilizadas en su mayor parte en redes de distancias limitadas.

Las torres fuentes y destino se conocen como las estaciones finales. Las estaciones de relevo entre las dos son utilizadas para amplificar las señales y extender el rango de transmisión. La distancia máxima entre dos torres es de aproximadamente 50 km (31 mi). También es necesario tener una trayectoria sin obstrucción (línea de vista) entre cualquiera de dos antenas de microondas llamada zona de fresnel.

Una explicación breve y sencilla del papel que desempeña las zonas o elipsoides de Fresnel en la propagación de la radiación es verlo como una “tubería virtual” por donde viaja la mayor parte de la energía entre el transmisor y el receptor. Con el objetivo de evitar pérdidas, no debería haber obstáculos dentro de esta zona, ya que un obstáculo perturbaría “el flujo de energía”.

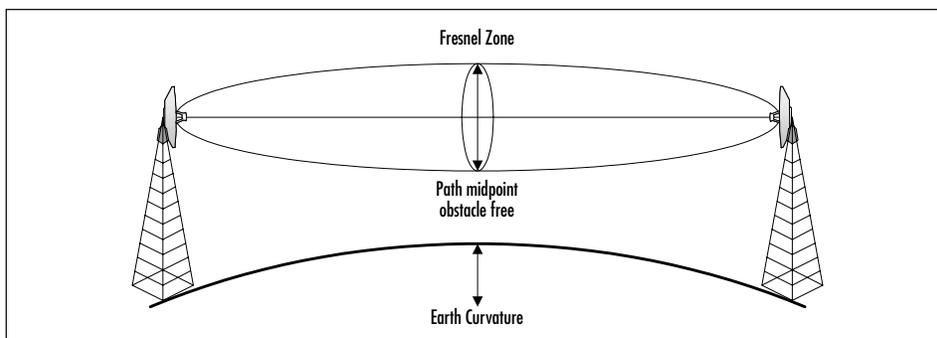


Figura 2.22 Zona de Fresnel (BICSI, Telecommunications Distribution Methods Manual (TDMM), 2006).

b) Sistemas de Satélite

Es una forma de comunicaciones por satélite, se colocan múltiples satélites en una órbita geosíncrona aproximadamente 37 000 km (23 000 mi) sobre la tierra. Cada satélite esta sincronizado con la rotación de la tierra y aparece estacionario sobre una localidad. Se transmiten señales de telemetría periódicamente para corregir el sentido del satélite y mantener la órbita geoestacionaria del mismo.

Los enlaces por satélite se usan frecuentemente como respaldos de enlaces terrestres primarios, para ser activados en caso de falla del enlace primario. Con los satélites, existe retardo de propagación de señal de aproximadamente un cuarto de segundo, debido a la distancia que debe recorrer la señal hacia y desde el satélite. Esto puede ser excesivo para aplicaciones de tiempo real diseñadas para operar sobre medios de cableado.

El mejor ejemplo conocido de una interred es Internet, una red global que conecta miles de redes individuales. Internet no es una sola red física, es un conjunto de tecnologías que permiten la comunicación entre redes diferentes, de tal manera que los usuarios puedan intercambiar mensajes rápidamente y de forma transparente.

2.10.10 Información General sobre Enlaces

Una red de área amplia se puede describir como un grupo de redes individuales conectadas sobre extensas distancias geográficas. Los componentes de una red de área amplia típica incluyen:

- Dos o más LANs interdependientes y separadas.
- Los enrutadores conectados a cada LAN.
- Dispositivos de acceso al enlace (LADs) conectados hacia cada enrutador.
- Enlaces de interconexión de redes de área amplia conectados a cada LAD.

La combinación de enrutadores LADs, y enlaces se conocen como una Interred. La Interred combinada con las LANs crea la red de área amplia, WAN.

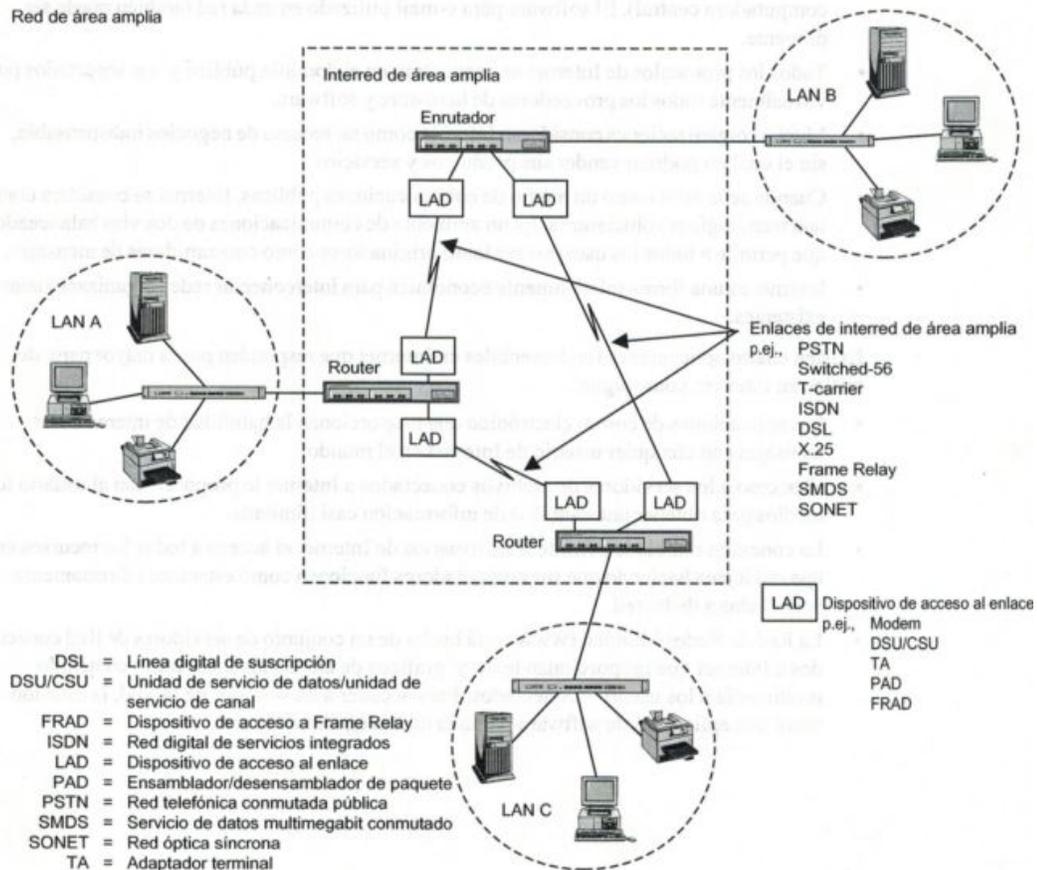


Figura 2.23 Redes de Área Amplia (BICSI, Telecommunications Distribution Methods Manual (TDMM), 2006).

Ejemplos de Tecnologías WAN e ISP (proveedor de servicios de Internet)

- DSL/ADSL: Línea del Abonado Digital Asimétrica 1.5 a 8 Mbps de 2 a 5.5 Km.
- VDSL: Línea del Abonado Digital de Muy Alta Velocidad 12.96 a 55.2 Mbps de 300m a 1.5 Km.
- TDM: Multiplexación por División de Tiempo
 - DS0: 64, 128 y 512 Kbps.
 - DS1: 1.544 Mbps.
 - E1: 2 Mbps
 - E3: 34 Mbps.
 - EFM: Ethernet in First Mile de 10 a 1000Mbps hasta 10 Km(FO-SM).
 - PCL (Power Line Comincation): Banda ancha a través de la red eléctrica va desde los 45 Mbps y alcanza hasta 135 Mbps.

2.10.11 Concepto de VLAN (Virtual LAN).

Una VLAN es una subred IP separada de manera lógica. Las VLAN permiten que redes de IP y subredes múltiples existan en la misma red conmutada; El rendimiento de la red puede ser un factor en la productividad de una organización y su reputación para realizar sus transmisiones en la forma prevista. Una de las tecnologías que contribuyen al excelente rendimiento de la red es la división de los grandes dominios de broadcast en dominios más pequeños con las VLAN. Los dominios de broadcast más pequeños limitan el número de dispositivos que participan en los broadcasts y permiten que los dispositivos se separen en agrupaciones funcionales, como servicios de base de datos para un departamento contable y transferencia de datos a alta velocidad para un departamento de ingeniería.

Una VLAN permite que un administrador de red cree grupos de dispositivos conectados a la red de manera lógica que actúan como si estuvieran en su propia red independiente, incluso si comparten una infraestructura común con otras VLAN. Cuando configura una VLAN, puede ponerle un nombre para describir la función principal de los usuarios de esa VLAN. Como otro ejemplo, todas las computadoras de los estudiantes se pueden configurar en la VLAN "Estudiante". Mediante las VLAN, puede segmentar de manera lógica las redes conmutadas basadas en equipos de proyectos, funciones o departamentos.

Los principales beneficios de utilizar las VLAN son los siguientes:

Seguridad: los grupos que tienen datos sensibles se separan del resto de la red, disminuyendo las posibilidades de que ocurran violaciones de información confidencial.

Reducción de costo: el ahorro en el costo resulta de la poca necesidad de actualizaciones de red caras y más usos eficientes de enlaces y ancho de banda existente.

Mejor rendimiento: la división de las redes planas de Capa 2 en múltiples grupos lógicos de trabajo (dominios de broadcast) reduce el tráfico innecesario en la red y potencia el rendimiento.

Mitigación de la tormenta de broadcast: la división de una red en las VLAN reduce la cantidad de dispositivos que pueden participar en una tormenta de broadcast.

Mayor eficiencia del personal de TI: las VLAN facilitan el manejo de la red debido a que los usuarios con requerimientos similares de red comparten la misma VLAN.

Administración de aplicación o de proyectos más simples: las VLAN agregan dispositivos de red y usuarios para admitir los requerimientos geográficos o comerciales. Tener funciones separadas hace que gestionar un proyecto o trabajar con una aplicación especializada sea más fácil.

El acceso a las VLAN está dividido en un rango normal o un rango extendido:

VLAN de rango normal:

Se utiliza en redes de pequeños y medianos negocios y empresas. Se identifica mediante un ID de VLAN entre 1 y 1005. Los ID de 1002 a 1005 se reservan para las VLAN Token Ring y FDDI. Los ID 1 y 1002 a 1005 se crean automáticamente y no se pueden eliminar.

VLAN de rango extendido:

Posibilita a los proveedores de servicios que amplíen sus infraestructuras a una cantidad de clientes mayor. Algunas empresas globales podrían ser lo suficientemente grandes como para necesitar los ID de las VLAN de rango extendido. Se identifican mediante un ID de VLAN entre 1006 y 4094.

Tipos de VLAN

VLAN de Datos: Una VLAN de datos es una VLAN configurada para enviar sólo tráfico de datos generado por el usuario.

VLAN Predeterminada: Todos los puertos de switch se convierten en un miembro de la VLAN predeterminada luego del arranque inicial del switch.

VLAN Nativa: Una VLAN nativa está asignada a un puerto troncal 802.1Q. Un puerto de enlace troncal 802.1 Q admite el tráfico que llega de muchas VLAN (tráfico etiquetado) como también el tráfico que no llega de una VLAN (tráfico no etiquetado). El puerto de enlace troncal 802.1Q coloca el tráfico no etiquetado en la VLAN nativa.

VLAN de Administración: Una VLAN de administración es cualquier VLAN que usted configura para acceder a las capacidades de administración de un switch.

VLAN de voz: Es fácil apreciar por qué se necesita una VLAN separada para admitir la Voz sobre IP (VoIP). Imagine que está recibiendo una llamada de urgencia y de repente la calidad de la transmisión se distorsiona tanto que no puede comprender lo que está diciendo la persona que llama. El tráfico de VoIP requiere: Ancho de banda garantizado para asegurar

la calidad de la voz, prioridad de la transmisión sobre los tipos de tráfico de la red, capacidad para ser enrutado en áreas congestionadas de la red demora de menos de 150 milisegundos (ms) a través de la red para cumplir estos requerimientos, se debe diseñar la red completa para que admita VoIP.

2.10.12 La arquitectura empresarial de redes

Es una herramienta de alto nivel, útil para diseñar una infraestructura de red confiable. Proporciona una vista modular de una red, lo que simplifica el diseño y la creación de una red que pueda crecer en el futuro.

Las diferentes empresas necesitan diferentes tipos de redes, según la manera en la que se organizan y sus objetivos. Desafortunadamente, con mucha frecuencia las redes de estas entidades crecen sin ningún tipo de planificación a medida que se agregan componentes en respuesta a necesidades inmediatas. Con el tiempo, esas redes se vuelven complejas y su administración es costosa. Como la red es una mezcla de tecnologías recientes y antiguas, puede resultar difícil prestar servicios de soporte y mantenimiento de red. Las interrupciones del servicio y su mal rendimiento son una fuente constante de problemas para los administradores de red.

Para ayudar a evitar esta situación, Cisco ha desarrollado una arquitectura recomendada que se denomina Arquitectura empresarial de Cisco y que tiene trascendencia en las diferentes etapas de crecimiento de una empresa. Esta arquitectura está diseñada para proporcionar a los planificadores de la red una planificación para el crecimiento de la misma, a medida que la empresa avanza por las diferentes etapas. Al seguir la planificación sugerida, los gerentes de TI pueden planificar actualizaciones futuras de la red que se integrarán sin inconvenientes con la red existente y respaldarán la necesidad de servicios que crece de manera constante.

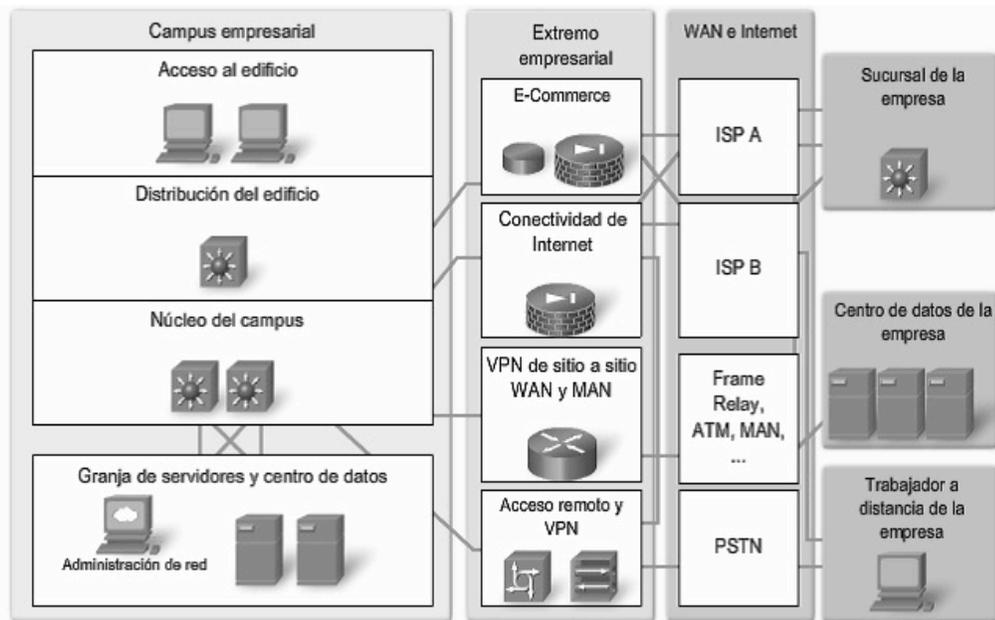


Figura 2.24 Arquitectura Empresarial para el diseño de redes (Cisco, CCNA Discovery 4.0, 2008).

La Figura 2.24 se muestra la arquitectura empresarial para el diseño de redes, el cual está compuesto por módulos que representan vistas específicas que se centran en cada lugar de la red. Cada módulo tiene una infraestructura de red diferente con servicios y aplicaciones de red que se extienden a través de los módulos. La arquitectura empresarial de Cisco incluye los siguientes módulos.

Arquitectura de extremo empresarial

Este módulo ofrece conectividad para servicios de voz, video y datos fuera de la empresa.

Arquitectura de sucursal de la empresa

Este módulo permite a las empresas extender las aplicaciones y los servicios encontrados en el campus a miles de ubicaciones y usuarios remotos o a un grupo pequeño de sucursales.

Arquitectura de centro de datos de la empresa

Los centros de datos son responsables de administrar y mantener los numerosos sistemas de datos que son vitales para el funcionamiento de las empresas modernas. Los empleados, los socios y los clientes utilizan los datos y los recursos del centro de datos para crear, colaborar e interactuar de manera eficaz. En la última década, el surgimiento de Internet y las tecnologías basadas en la Web han hecho que los centros de datos sean más importantes que nunca, ya que mejoran la productividad y los procesos comerciales y aceleran el cambio.

Arquitectura de trabajadores a distancia de la empresa

Muchas empresas de la actualidad ofrecen un entorno de trabajo flexible a sus empleados al permitirles trabajar desde sus oficinas en el hogar. Debido a esta arquitectura de red empresarial y considerando el hecho de que la ubicación de los clusters de las instituciones se ubicaran en los centros de datos, podemos definir que la conectividad de redes consistirá en unir los dispositivos ubicados en los centros de datos mediante tecnologías WAN, que permitan anchos de banda adecuados para la implementación de Grid.

2.10.13 Internet

Internet no es del todo una red, sino un inmenso conjunto de redes diferentes que usan ciertos protocolos comunes y proporcionan ciertos servicios comunes. Es un sistema poco común porque nadie lo planeó y nadie lo controla. (Tanenbaum, 2003).

Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, lo cual garantiza que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial. Sus orígenes se remontan a 1969, cuando se estableció la primera conexión de computadoras, conocida como Arpanet, entre tres universidades en California y una en Utah, Estados Unidos.

Uno de los servicios que más éxito ha tenido en Internet ha sido la World Wide Web (WWW o la Web), a tal punto que es habitual la confusión entre ambos términos. La WWW es un conjunto de protocolos que permite, de forma sencilla, la consulta remota de archivos de hipertexto. Esta fue un desarrollo posterior (1990) y utiliza Internet como medio de transmisión.

Existen, por tanto, muchos otros servicios y protocolos en Internet, aparte de la Web: el envío de correo electrónico (SMTP), la transmisión de archivos (FTP y P2P), las conversaciones en línea (IRC), la mensajería instantánea y presencia, la transmisión de contenido y comunicación multimedia, telefonía (VoIP), televisión (IPTV), los boletines electrónicos (NNTP), el acceso remoto a otros dispositivos (SSH y Telnet) o los juegos en línea.

2.10.14 Internet 2

El uso de Internet como herramienta educativa y de investigación científica ha crecido aceleradamente debido a la ventaja que representa el poder acceder a grandes bases de datos, la capacidad de compartir información entre colegas y facilitar la coordinación de grupos de trabajo (-SNIT, 2013).

Internet 2 es una red de cómputo con capacidades avanzadas separada de la Internet comercial actual. Su origen se basa en el espíritu de colaboración entre las universidades del país y su objetivo principal es desarrollar la próxima generación de aplicaciones telemáticas para facilitar las misiones de investigación y educación de las universidades, además de ayudar en la formación de personal capacitado en el uso y manejo de redes avanzadas de cómputo.

Algunas de las aplicaciones en desarrollo dentro del proyecto de Internet 2 a nivel internacional son: telemedicina, bibliotecas digitales, laboratorios virtuales, manipulación a distancia y visualización de modelos 3D; aplicaciones todas ellas que no serían posibles de desarrollar con la tecnología del Internet de hoy.

En los Estados Unidos el proyecto que lidera este desarrollo es Internet2, en Canadá el proyecto CA*net3, en Europa los proyectos TEN-155 y GEANT, y en Asia el proyecto APAN. Adicionalmente, todas estas redes están conectadas entre sí, formando una gran red avanzada de alta velocidad de alcance mundial.

En Latinoamérica, las redes académicas de México CUDI, Brasil, Argentina RETINA y Chile REUNA ya se han integrado a Internet2.

El proyecto Internet2 es administrado por laUCAID (Corporación Universitaria para el Desarrollo Avanzado de Internet) y es un esfuerzo de colaboración para desarrollar tecnología y aplicaciones avanzadas en Internet, vitales para las misiones de investigación y educación de las instituciones de educación superior.

El backbone de Internet2 (la red Abilene y la red vBNS) tiene velocidades que superan los 2 Gbps, y las conexiones de las universidades a este backbone varían entre 45 Mbps y 622 Mbps.

2.10.15 Internet 2 en México

La UNAM es miembro fundador de la Red Nacional Educativa y de Investigación de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI) en México. Como otras entidades internacionales, CUDI coordina y facilita el desarrollo, la operación y la transferencia de tecnología para aplicaciones basadas en el uso de redes de cómputo y servicios que promueven la investigación y el desarrollo educativo del país. La investigación conjunta impulsa nuevas generaciones de investigadores y profesores, e incorpora herramientas para el desarrollo de aplicaciones científicas y educativas de alto nivel tecnológico.

Que es CUDI?

La Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI), es una asociación civil sin fines de lucro que gestiona la Red Nacional de Educación e Investigación para promover el desarrollo de nuestro país y aumentar la sinergia entre sus integrantes. Fue fundada en abril de 1999.

CUDI es el organismo que maneja el proyecto de la red Internet 2 en México y busca impulsar el desarrollo de aplicaciones que utilicen esta red, fomentando la colaboración en proyectos de investigación y educación entre sus miembros.

2.10.16 Centro de Datos

(Association T. I., 2005) La norma ANSI/TIA-942 (Estándar de Infraestructura en Telecomunicaciones para Centros de Datos) define Centro de Datos como un edificio o parte de un edificio cuya función esencial es albergar una sala de informática y sus áreas de asistencia.

Estándares o Normas que aplican para el diseño y construcción de Centros de Datos se mencionan a continuación:

Estándar ANSI/TIA-942

TIA-942 (Estándar de infraestructura de telecomunicaciones para Centros de Datos) se emitió en Abril de 2005, es un estándar desarrollado por la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA) para definir las directrices para la planificación y la construcción de centros de datos, particularmente en lo que respecta a los sistemas de cableado y diseño de redes; combina dentro de un único documento toda la información específica para las aplicaciones del Centro de Datos.

Este estándar define los espacios de telecomunicaciones, componentes de infraestructura y requisitos para cada uno dentro del Centro de Datos.

Además, incluye orientación sobre topologías recomendadas, distancias de cableado, requisitos de infraestructura de los edificios, etiquetado y administración y redundancia.

En su anexo G (informativo) y basado en recomendaciones del Uptime Institute, establece cuatro niveles (Tiers) en función de la redundancia necesaria para alcanzar niveles de disponibilidad de hasta el 99.995%.

A su vez divide la infraestructura soporte de un centro de datos en cuatro subsistemas a saber:

- Telecomunicaciones
- Arquitectura
- Sistema eléctrico
- Sistema Mecánico

Dentro de cada subsistema el estándar desarrolla una serie de ítems (ver Tabla 2.7).

Telecomunicaciones	Arquitectura	Eléctrica	Mecánica
Cableado de racks	Selección del sitio	Cantidad de accesos	Sistemas de climatización
Accesos redundantes	Tipo de construcción	Puntos únicos de falla	Presión positiva
Cuarto de entrada	Protección ignífuga	Cargas críticas	Cañerías y drenajes
Área de distribución	Requerimientos NFPA 75	Redundancia de UPS	Chillers
Backbone	Barrera de vapor	Topología de UPS	CRAC's y condensadores
Cableado horizontal	Techos y pisos	PDU's	Control de HVAC
Elementos activos redundantes	Área de oficinas	Puesta a tierra	Detección de incendio
Alimentación redundante	NOC	EPO (Emergency Power Off)	Sprinklers
Patch panels	Sala de UPS y baterías	Baterías	Extinción por agente limpio (NFPA 2001)
Patch cords	Sala de generador	Monitoreo	Detección por aspiración (ASD)
Documentación	Control de acceso	Generadores	Detección de líquidos
	CCTV	Transfer switch	

Tabla 2.7 Subsistemas Centro de Datos según Estándar TIA/942.

Los cuatro niveles de Tiers que plantea el estándar se corresponden con cuatro niveles de disponibilidad (ver Tabla 2.8), teniendo que a mayor número de Tier mayor disponibilidad, lo que implica también mayores costos constructivos.

Esta clasificación es aplicable en forma independiente a cada subsistema de la infraestructura (telecomunicaciones, arquitectura, eléctrica y mecánica).

Tier	% disponibilidad	% de parada	Tiempo de parada a año.
Tier I	99.671 %	0.329 %	28.82 horas
Tier II	99.741 %	0.251 %	22.68 horas
Tier III	99.982 %	0.018 %	1.57 horas
Tier IV	99.995 %	0.005 %	52.56 minutos

Tabla 2.8 Niveles de disponibilidad de Centro de Datos según Estándar TIA/942.

Norma ICREA

El ICREA “International Computer Room Experts Association” es una asociación Internacional sin fines de lucro formada por ingenieros especializados en el diseño, construcción, operación, administración, mantenimiento, adquisición, instalación y auditoría de centros de cómputo. (Association I. C., 1999); Fue fundada en 1999 en la ciudad de México, con presencia en la ciudad de Monterrey, México y tiene presencia internacional en 21 países entre ellos USA, Brasil, Argentina, Filipinas, Italia, Bolivia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Suiza, Venezuela, Colombia, Singapore, Chile y España. Cuenta con 2049 miembros (al 31/diciembre/2012) en 21 países de los cuales 1300 se encuentran en nuestro país.

Debido a su adaptabilidad a nuestro entorno americano del cono centro-sur, pueden existir otras normas que también sean de criterio internacional, pero nuestro entorno exige aplicar normas que se adecuen a la realidad de nuestro ambiente socio-económico y político, para obtener el resultado adecuado y real a nuestras expectativas; Conforme a este escenario y teniendo en cuenta la importancia del valor estratégico que significa contar con un Centro de Datos, esta norma resalta aspectos de seguridad y confiabilidad que involucran las siguientes especialidades:

Instalación Eléctrica.

Aire Acondicionado.

Seguridad.

Comunicaciones.

Entorno (environment).

La ICREA cuenta con 5 niveles de certificación que están sujetos a las siguientes características:

NIVEL 1: Sala de Cómputo en Ambiente Certificado QADC (Quality Assurance Data Center). Esta topología aporta un 95% de disponibilidad.

NIVEL 2: Sala de Cómputo en Ambiente Certificado de clase mundial WCQA (World Class Quality Assurance). Esta topología aporta un 99% de disponibilidad.

NIVEL 3: Sala de Cómputo confiable con Ambiente Certificado de clase mundial S-WCQA (Safety World Class Quality Assurance). Esta topología aporta un 99.9% de disponibilidad.

NIVEL 4: Sala de Cómputo de Alta Seguridad con Certificación HS-WCQA (High Security World Class Quality Assurance). Esta topología aporta un 99.99% de disponibilidad.

NIVEL 5: Sala de Cómputo de alta seguridad y alta disponibilidad con certificación de Clase Mundial HSHA-WCQA (High Security, High Available World Class Quality Assurance). Esta topología aporta un 99.998% de disponibilidad.

Teniendo como base de referencia estos 5 niveles, la ICREA otorga certificación previa auditoría del ambiente TIC, basado en los aspectos generales de seguridad y confiabilidad, se dictamina si éste cumple con lo dispuesto en la Norma y las especialidades de instalación eléctrica, aire acondicionado, seguridad, comunicaciones y entorno; de las cuales se dictamina si éste cumple con lo dispuesto por la norma.

Para definir el nivel de certificación de la infraestructura, deberá tomarse como referencia el nivel más bajo de confiabilidad alcanzada para cualquier especialidad; dado que el principio de seguridad adaptado es: "la cadena de seguridad es tan fuerte como el eslabón más débil". Sólo un profesional certificado CCRE (Certified Computer Room Expert) tiene atribuciones para certificar Centro de Datos.

Check List ICREA-Std-131-2007 Tier1 mostrado en la parte inferior:

Instalación Eléctrica:	Nivel 1 (Cumple/ No Cumple)	OBSERVACIONES
Energía Eléctrica con alimentadores independientes de otras cargas en sistema SVA (simple vía de alimentación).		
Sistema de tierra Aislada:		
Sistema de Puesta a Tierra aislada exclusiva referenciada al sistema central de puesta tierra y neutro del último sistema derivado separado, cada electrodo debe contar con registros de supervisión identificados y la impedancia menor de 2 ohms, en el conductor principal de puesta a tierra de la BPT.		
Supresores de Transitorios:		
Supresión de transitorios de sobre tensiones, categoría A de 100 KA, 4 modos de protección por línea de alimentación.		
Protección contra descargas atmosféricas:		
Sistema de puesta a tierra exclusivo pero referenciado al sistema de puesta a tierra central.		
Registros en piso identificados:		
UPS, Fuente de energía ininterrumpible, que soporte el 120% de la carga existente, más un 30% para crecimiento.		
Circuitos derivados:		
Contactos con sistema de tierra aislada.		
Aire Acondicionado		
Aire acondicionado de precisión independiente de otras cargas.		
Filtro de aire:		
Mediana eficiencia 70%<E3<84.5%, MERV 8, arrestancia de 95% a 98% y UL900 clase II.		
Seguridad:		
Detección:		
Sencilla.		
Comunicaciones:		
Basados en estándares de cableados.		
Categoría 5.		
Separación de cableados con los de los de energía 15 cm.		
Identificador de todos los paneles de parcheo.		
Control:		
Silenciador manual de cualquier alarma audible.		
Environment		
Sala para uso exclusivo de equipos de comunicaciones y/o de procesamiento de datos.		
Puerta de acceso:		
Acceso controlado.		
Las puertas deben cerrar automáticamente y permitir salir a cualquier persona aún en ausencia de energía eléctrica.		
Puertas de emergencia:		
Abatimiento hacia el exterior no se aceptaran puertas corredizas.		
Ubicada del lado opuesto al de la entrada principal para Data Centers mayores a 99 m ² .		
Barra de pánico		
Puertas interiores:		
Ausencia de tuberías hidráulicas y sanitarias dentro del centro de cómputo.		
Piso elevado:		
Nivelable y antiestático con impedancia de descargas a tierra entre 1.5 x 10 y 2 x 10 ¹⁰ Ohms.		
Altura máxima de 30 cm.		
Soportar 450 Kg. al centro del módulo en un área de 5 cm ² presentando una deflexión máxima de 2.5 mm.		
Vibración:		
Mantenerse dentro de los límites marcados en la norma.		

Tabla 2.9 Check List ICREA-Std-131-2007 (Tier1).

CAPÍTULO 3. CONGRUENCIA METODOLOGICA

El objetivo del presente capítulo es mostrar la relación entre las diferentes secciones que conforman el trabajo de tesis, así como la congruencia teórica y metodológica para el desarrollo del mismo; en los párrafos siguientes se presenta de manera visual y descriptiva la estructura de la metodología de la tesis: Diseño e Implementación de la Conectividad e Infraestructura de Centro de Datos de la MiniGrid UAEM-UPEMOR.

3.1 Fases de Desarrollo

En la figura 3.1 se muestra la secuencia de desarrollo considerado para esta tesis, donde existen 6 fases: introducción, marco teórico, congruencia metodológica, diseño e implementación, resultados y por ultimo conclusiones y recomendaciones.



Figura 3.1 Estructura metodológica de la tesis.

- I. En la fase de introducción se da un panorama general en cuanto a tecnologías basadas en Grid y se describen las condiciones de la infraestructura de los cluster's de la UAEM y la UPEMOR. También se plantea la hipótesis y las acciones necesarias para el diseño e implementación de la conectividad y centro de datos de la MiniGrid Morelense.
- II. En la fase del marco teórico se describen los conceptos que más significativos fundamentan el presente trabajo; En la primera parte se abordan los conceptos de Grids y en la segunda parte se abordan los conceptos de Redes de Computadoras, se incluyen antecedentes, historia, fundamentos y conceptos que ayudan a comprender el desarrollo del trabajo.

- III. En la fase de congruencia metodológica se describe la metodología usada para el desarrollo de la tesis. La descripción del contenido de las secciones que conforman el trabajo y la relación de los mismos.
- IV. En la fase de diseño e implementación presenta el diseño e implementación de la conectividad de redes y centro de datos de la Minigrad UPEMOR-UAEM. El capítulo se divide en 3 secciones:

Diseño e implementación de la Red física:

- a. Diseño e implementación del enlace WAN inalámbrico punto a punto el cual tiene como objetivo la conectividad e incremento de velocidad de la comunicación entre las redes de las instituciones que integran la MiniGrid UPEMOR y UAEM. Esta sección muestra el estudio de factibilidad del enlace (estudio de línea de vista en Figura 2.22 y 4.3), diseño de la red WAN inalámbrica e implementación mostrando las pantallas de configuración de los dispositivos usando como referencia las herramientas de software recomendadas por el fabricante Proxim Wireless Networks (Ver Figuras 4.4 y 4.10).
- b. Presenta el diseño e implementación de las redes LAN al interior de los centros de datos realizado mediante sistemas de transporte de información por trenzado Cat6 que permiten tener velocidades de hasta 1000 Mbps. entre los clusters y la red LAN también llamado sistema de cableado horizontal (ver Figuras 2.13, 4.18); El diseño e implementación se realizó usando como referencia para dicho fin, los estándares de telecomunicaciones NMX, ANSI TIA/EIA e ISO IEC.
- c. Diseño de la comunicación inter- edificios que permitirán la comunicación de la red LAN de los centros de datos con la red de campus y Switch Core de la UAEM y UPEMOR, esto permite alinear el desarrollo de la conectividad con el modelo de arquitectura empresarial para el diseño de redes propuesta en los programas Cisco CCNA (ver Figuras 2.12, 2.24 y 4.22). Dicho sistema de transporte de información también llamado backbone se realiza mediante enlaces fibra óptica que garantice velocidades de hasta 1000Mbps. El diseño e implementación se realizó usando como referencia para dicho fin, los estándares de telecomunicaciones NMX, ANSI TIA/EIA e ISO IEC.

Diseño e implementación de la red lógica: Presenta el diseño e implementación de protocolos de capa 2 como IEEE 802.1Q, definición de VLAN's , etiquetas que permitan crear redes lógicas e independientes dentro de una misma red física.

De la misma manera se realiza en direccionamiento de capa 3 o IP, donde se definen los tipos y clases de direcciones IP a utilizar por los dispositivos que conforman la Minigrad como son Clusters (nodos maestros y nodos esclavos) switches y dispositivos de microondas (ver Figura 4.24 y Tabla 4.2).

Diseño e implementación Centro de datos: se presenta al diseño implementación e identificación de áreas de oportunidad de los centros de datos de ambas instituciones educativas con el objetivo de alinearlos al ICREA-Std-131-2007 (Norma Internacional para la construcción de centros de procesamiento de datos). el objetivo de esta sección es asegurar que el diseño e implementación los componentes que integran los espacios donde se hospedan a los clusters que conforman a la Minigrad, cumplan con las mejores practicas definidas en el checklist de la ICREA para el cumplimiento de una Sala de Cómputo en Ambiente Certificado QADC (Quality Assurance Data Center). Donde certifica que dichos espacios contarán con un nivel de disponibilidad de un 95%.

V. En la fase de resultados se presentan los resultados de cada una de las fases de diseño e implementación mostrando para la parte de la red física los certificados de prueba generados por los analizadores de redes físicas de cobre UTP Cat6 y Fibra óptica multimodo con el objetivo de certificar el la capacidad del medio para las tecnologías Gigabit Ethernet o 1000Mbps. (ver Figuras 5.3 y 5.4). Para el diseño e implementación de la red lógica se presentan los resultados de latencia, pruebas de velocidad de la conectividad extremo a extremo entre Clusters de la MiniGrid UAEM- UPEMOR usando herramientas de software como Jperf y Qcheck (ver Figuras 5.15 y 5.17), así mismo se comprueba el trazado de rutas entre clusters y de clusters hacia Internet e Internet2 mediante el uso de comandos TraceRoute. La sección de resultados para Diseño e implementación Centro de datos, muestra el checklist aplicado a los centros de datos de UAEM y UPEMOR donde se muestra cuales son los elementos que cumplen con las recomendaciones de la norma ICREA, para dicho fin se realiza una descripción grafica donde se muestra las fortalezas y áreas de oportunidad de cada centro de datos para el cumplimiento de una Sala de Cómputo en Ambiente Certificado (ver Figura 5.20 y 5.21).

- VI. En la ultima fase se describen las conclusiones del trabajo, las aportaciones, beneficios y trabajos futuros que ayudaran a evolucionar la conectividad de la Minigríd Morelense con el objetivo de que otras instituciones estatales, nacionales e internacionales puedan integrarse al presente proyecto .

CAPÍTULO 4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Este apartado esta dedicado a detallar el proceso del diseño y la implementación de este proyecto. Se consideran tres secciones: diseño e implementación de la red física (capa1), diseño e implementación de la red lógica (capa 2 y 3) y diseño e implementación Centro de datos , las cuales de describen a continuación:

4.1.- Diseño e implementación de la red física (capa1): Presenta el diseño e implementación de las redes LAN al interior de los centros de datos realizado mediante sistemas de transporte de información Cat6 también llamado cableado horizontal, la conexión entre edificios para interconectar los centros de datos directamente al switch Core de las redes de ambas instituciones, dicho cableado también llamado backbone se realiza mediante fibra óptica y por ultimo se aborda en diseño e implementación del enlace inalámbrico punto a punto el cual tiene como objetivo la unión de las redes de UPEMOR y UAEM.

4.2.- Diseño e implementación de la red lógica (capa 2 y 3): Presenta el diseño e implementación de protocolos de capa2 como IEEE 802.1Q, definición de VLAN's, etiquetas que permitan crear redes lógicas e independientes dentro de una misma red física. De la misma manera se realiza en direccionamiento de capa 3 o IP, donde se definen los tipos y clases de direcciones IP a utilizar, protocolos de ruteo y configuración de los dispositivos de red como switches y routers

4.3.- Diseño e implementación Centro de datos: se presenta al diseño implementación e identificación de áreas de oportunidad de los centros de datos de ambas instituciones educativas con el objetivo de alinearlos al ICREA-Std-131-2007 (Norma Internacional para la construcción de centros de procesamiento de datos).

4.1 Diseño e implementación de la Red física

En la presente sección se detalla el diseño e implantación de la conectividad de la MiniGrid Morelense en lo que se refiere a la red física la cual se ha dividido en dos subsecciones: diseño e implementación de la red inalámbrica PTP enlace UPEMOR –UAEM y diseño e implementación de la red LAN (cableado horizontal) y Backbobone, dichas subsecciones se muestran en los siguientes párrafos:

4.1.1 Diseño e implementación de la red inalámbrica PTP enlace UPEMOR –UAEM.

Es importante mencionar que para el enlace entre UAEM y UPEMOR se ha establecido como equipamiento modelo Proxym Wireless Tsunami.GX 32 Wireless Point-to-Point Ethernet Bridge dispositivo WAN adecuado para interconectar redes de alta capacidad de transporte TCP/IP, opera en bandas de frecuencia exento de licencia, así mismo ofrece 99.999% disponibilidad en ambientes óptimos.

Las herramientas de software y hardware usadas para el estudio de factibilidad del enlace son:

- PATHLOSS 4.0: es una herramienta completa para el diseño de radio enlaces punto a punto o punto-multipunto, que operan en la gama de frecuencias de 30 MHz a 100 GHz (VHF-SHF-UHF).
- LYNX-TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1: Herramienta de software propietaria del fabricante Proxym Wireless para estudios de factibilidad de enlaces WAN inalámbricos que incluyan como modelo a Tsunami.GX 32 Wireless Point-to-Point Ethernet Bridge.
- SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL – GPS GARMIN ETREX VISTA/LEGEND): Es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros.

Para poder obtener los resultados del estudio de factibilidad fue necesario, mediante la lectura de GPS obtener las coordenadas geográficas de ambas instituciones (UAEM-UPEMOR) para los sitios donde estará ubicado cada extremo del enlace:

Institución	Ubicación del enlace	Lectura GPS
Universidad Politécnica del Estado de Morelos	Azotea Edificio de Docencia 1 (UD1)	Latitud: 18 53 26.4 N Longitud: 099 08 21.4 W
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Azotea de Edificio 44 – Torre Universitaria	Latitud: 18 58 55.7 N Longitud: 099 14 10.10 W

Tabla 4.1 Lectura de GPS de los extremos del enlace de microondas

En las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se muestran las pantallas del procedimiento para realizar el estudio de factibilidad del enlace UAEM - UPEMOR usando como datos de entrada, los datos extraídos del GPS Garmin ETREX, dichos datos serán introducidos en el Software PATHLOSS 4.0.

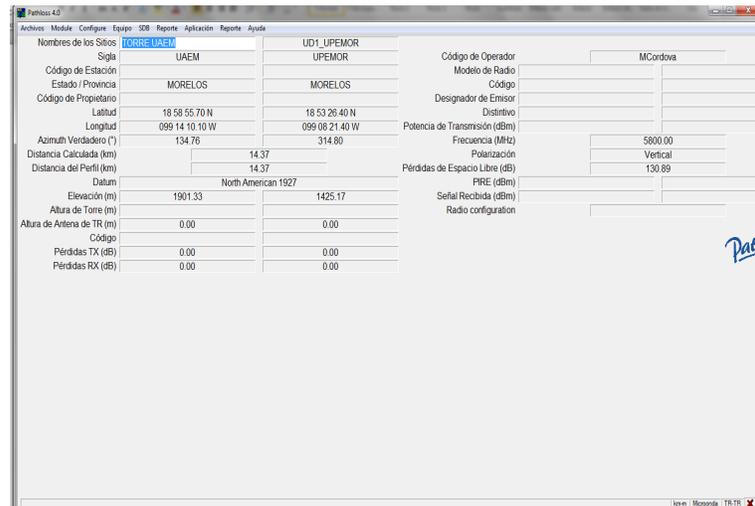
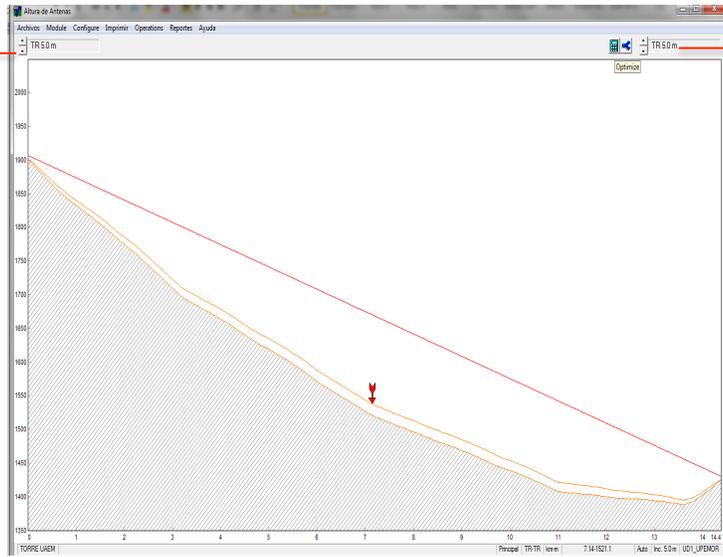


Figura 4.1 Ventana de inicio del estudio de factibilidad en Pathloss 4.0.

La Figura 4.1. muestra la ventana donde se introducen los datos de entrada para el estudio de factibilidad como: nombre de los sitios, sigla, estado o provincia, latitud, longitud y frecuencia en Mhz.

Altura de las antenas mínima para que exista LoS (5Mts)



Altura de las antenas mínima para que exista LoS (5Mts)

Figura 4.2 Calculo de la altura de las antenas.

La Figura 4.2 muestra la ventana de Pathloss 4.0 donde se calcula mediante el icono de optimizar la altura mínima de las antenas para garantizar la línea de vista LoS, dicho calculo arroja 5 mts. de altura mínima para ambos sitios.

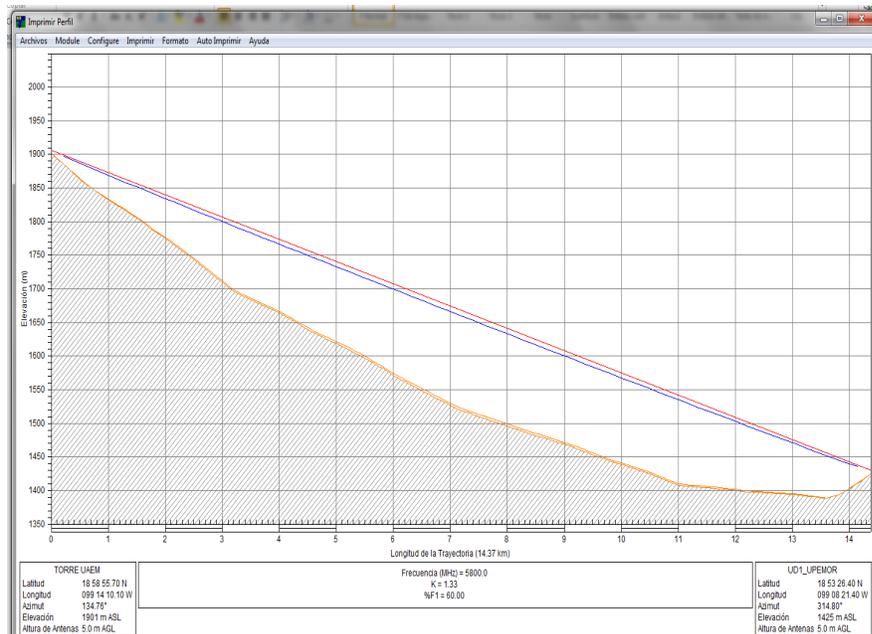


Figura 4.3 Ventana que muestra el perfil final del enlace.

La Figura 4.3. muestra el perfil final del enlace donde se observa que la Zona de Fresnel esta libre al 60%, así mismo proporciona los datos para la orientación de cada extremo como azimut (134.75° UAEM y 314.80° UPEMOR) y distancia (14.37 Km).

Una vez concluido mediante el Pathloss 4.0 que si existe línea de vista para el enlace UAEM - UPEMOR se toman la distancia del enlace para introducirla al Software LYNX-TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1, el cual proporcionara el resto de los parámetros que definen el tipo de antena, tipo de cable a usar entre radio y antena, niveles de potencia o niveles de señal recibida esperada una vez implementado el enlace y nivel de disponibilidad esperado en función de los parámetros introducidos en unidades de porcentaje y tiempo.

Resultados de LYNX-TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL ENLACE WAN ENTRE UPEMOR Y UAEM

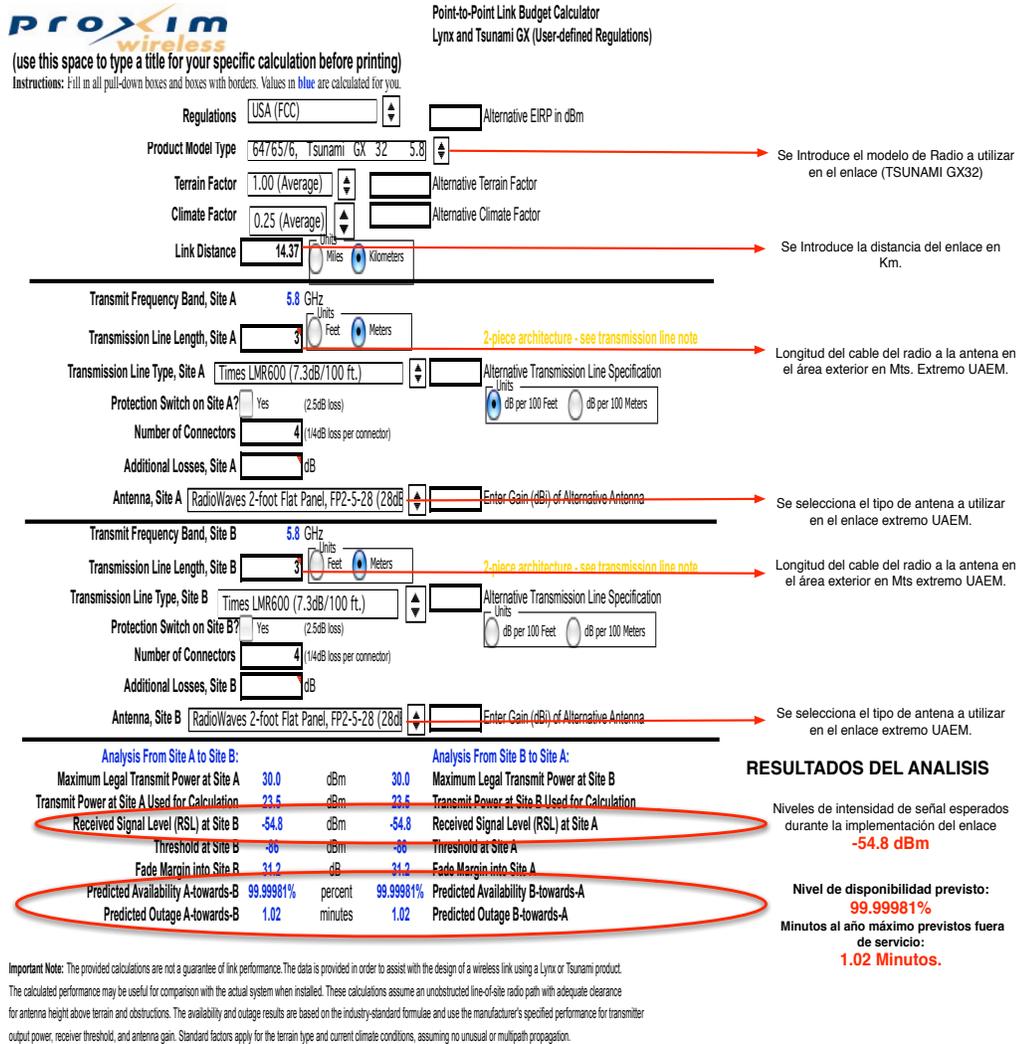


Figura 4.4 Resultado software LYNX TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1

En la Figura 4.4 se muestran los resultados de los niveles de señal recibida (RSL) ideales esperados en la implementación del enlace (-54.8 dBm), así como el nivel de disponibilidad esperado del mismo en porcentaje y en minutos previstos fuera de servicio al año 99.99981% o 1.02 minutos respectivamente.

En base a los resultados del anterior estudio de factibilidad, se presenta el diseño e implementación del enlace WAN entre la UAEM - UPEMOR para la trayectoria y distancia que se muestra en la Figura 4.5, se presenta elementos que conforman el enlace y la configuración de los mismos para la implementación y puesta en marcha del enlace WAN.

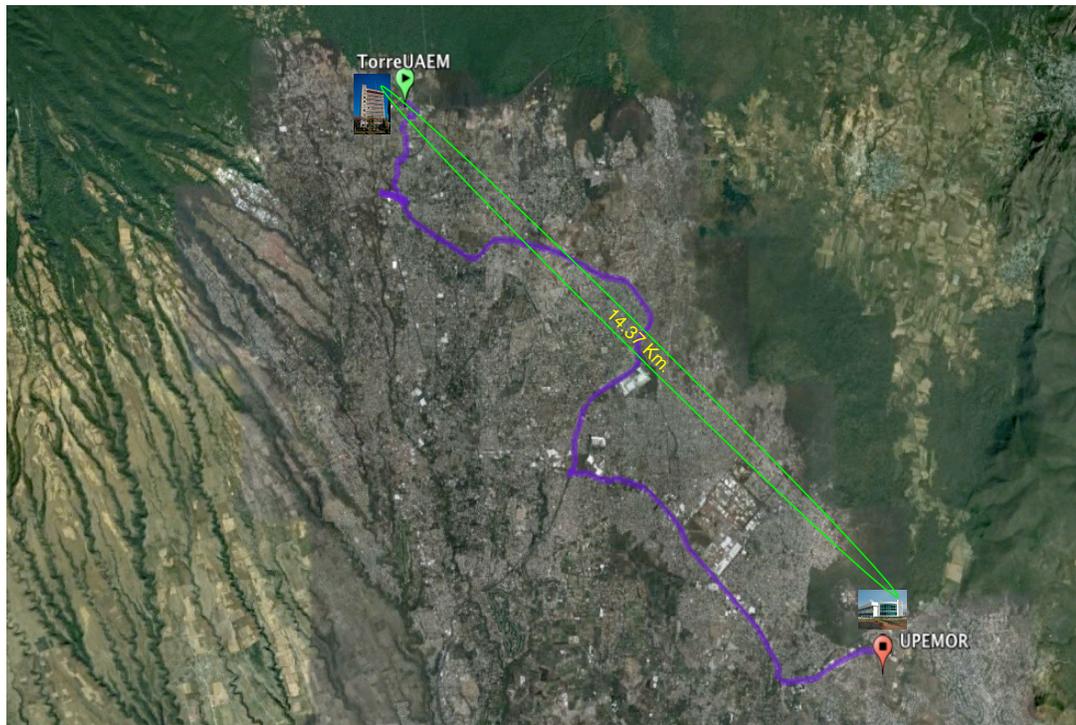


Figura 4.5 Trayectoria y distancia del enlace WAN(UAEM - UPEMOR).

El diseño de la red WAN consiste de la identificación de los elementos clave para poder desarrollar el enlace de microondas entre UAEM – UPEMOR. En esta sección se presenta el diagrama donde se muestran dichos elementos.

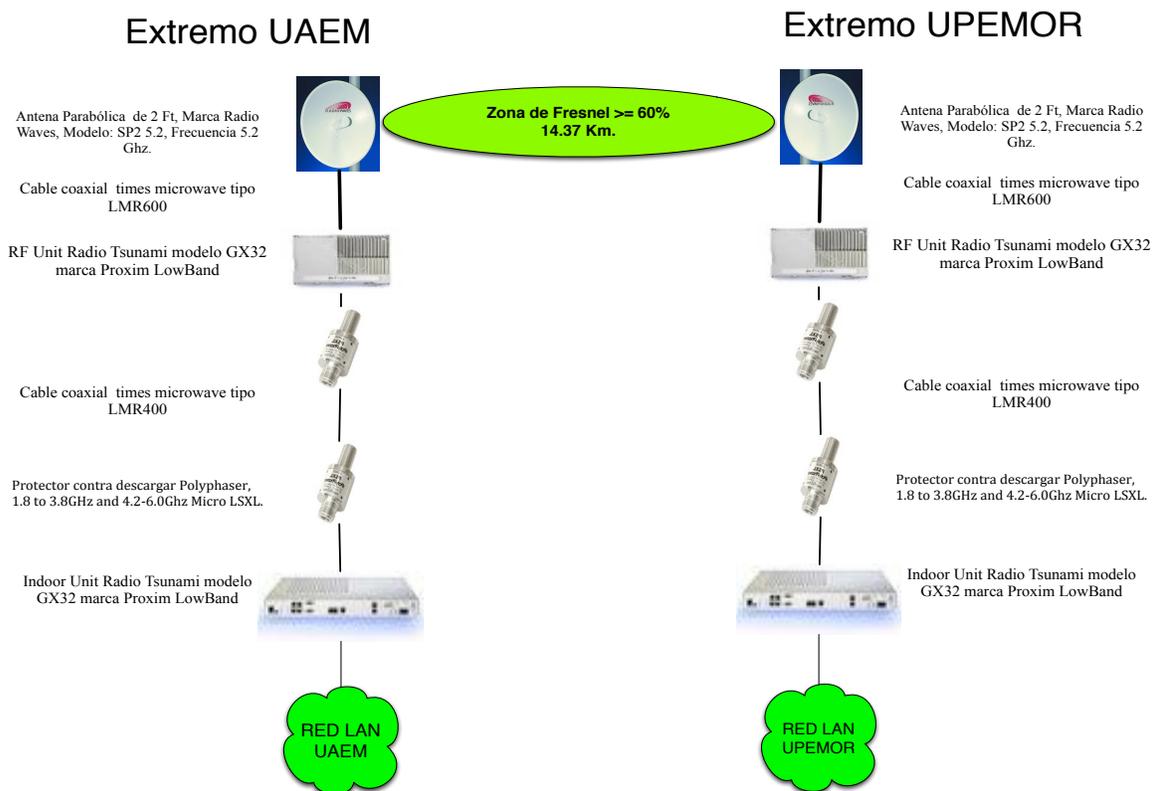


Figura 4.6 Diagrama a bloques de los componentes de la Red WAN.

La Figura 4.6. Muestra los elementos que conforman en enlace de microondas de la Red WAN entre las instituciones que conforman la minigríd morelense: radios (modulador / demulador), protectores contra descargas atmosféricas, medio de transmisión y antena. Es importante mencionar que en los extremos de cada institución la interfaz física que conecta a las respectivas redes LAN es mediante 100BaseT o FastEthernet a 100 Mbps.

La implementación del enlace de microondas WAN entre la UAEM y la UPEMOR se realizó con base a la siguiente figura:

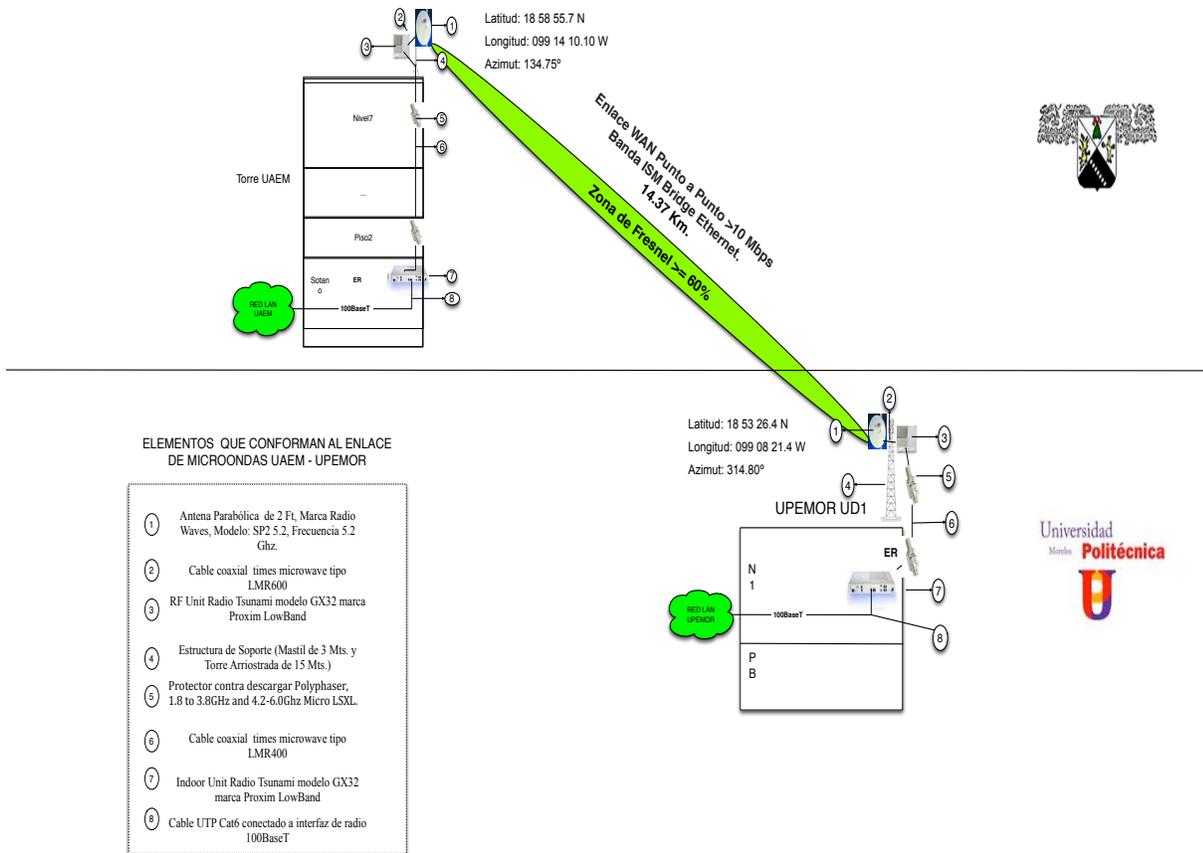


Figura 4.7 Diagrama de la implementación de la Red WAN Inalámbrica punto a punto entre la UAEM – UPEMOR.

En la Figura anterior se muestran los componentes utilizados y la ubicación física donde fueron instalados durante la implementación del enlace WAN, la distancia del enlace, la lectura de la ubicación geográfica de cada sitio tomada mediante GPS y los datos de orientación de las antenas (azimuth).

Para garantizar el correcto funcionamiento del enlace WAN fue necesario asegurar que los datos de la sección anterior fueran utilizados en la instalación de la infraestructura física y configuración de los parámetros de los radios de microondas. La siguiente sección muestra el reporte fotográfico de la instalación de la infraestructura física y las pantallas de configuración de los radios de microondas, teniendo como entregable del presente capítulo

la captura de pantallas de la configuración del enlace y los niveles de señal recibida RLS (Received Signal Level) proporcionadas por el analizador de espectro de cada uno de los dos radios de conforman en enlace entre la UAEM y UPEMOR.

Captura de pantallas de la configuración del enlace y resultados de nivel de señal recibida

En esta sección se muestran las pantallas de la configuración del enlace de microondas y los resultados de RSL. La configuración del enlace se realizó mediante una interfaz de usuario HTTP, la configuración se realiza ingresando la dirección IP asignada a los dispositivos de microondas:

Dirección IP asignada al radio de la UAEM: 10.0.0.1

Dirección IP asignada al radio de la UPEMOR 10.0.0.2

Se muestran las pantallas de configuración para el dispositivo con dirección IP 10.0.0.1:



Figura 4.8 Pantalla de Log On para el radio 10.0.0.1.

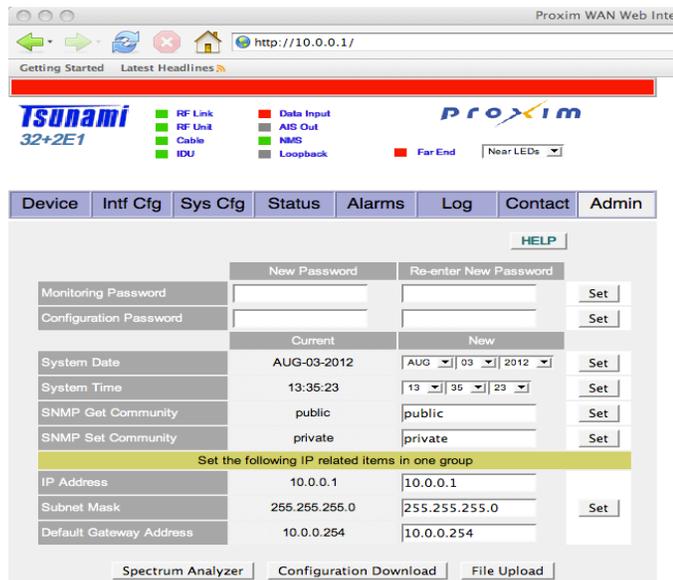


Figura 4.9 Ventana de ficha Admin.

En la Figura 4.9 se muestra la ventana de configuración de los parámetros como password de administración, fecha, hora, comunidad SNMP y dirección IP que tendrá asignado el dispositivo y por el cual se podrá administrar de aquí en adelante.



Figura 4.10 Ventana de ficha SysCfg.

En la Figura 4.10. se muestra la ventana de configuración de los parámetros como potencia del radio 25 dBm, así como frecuencia de transmisión y recepción: 5.8435 Rx y 5.7585Tx.

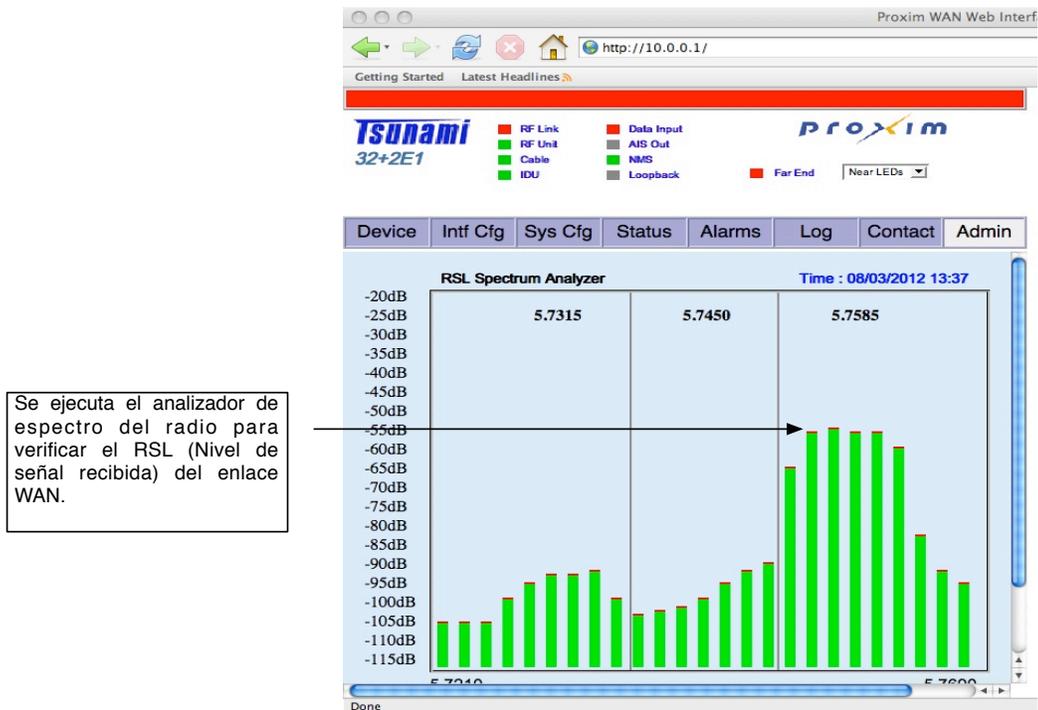


Figura 4.11 Ventana muestra el RSL del enlace WAN mediante grafico de barras.

Figura 4.11. muestra el grafico de barras con los niveles señal recibida del enlace, es importante mencionar que el radio enlace pierde la comunicación durante el tiempo que se ejecuta dicho análisis. La figura anterior muestra de manera análoga los niveles de señal y permite que de manera visual se verifique el estado de la calidad del enlace.

Para verificar los valores exactos de RSL y verificar los valores esperados por el diseño del enlace se muestra la en la siguiente sección la ventana de status como resultado de la implementación.

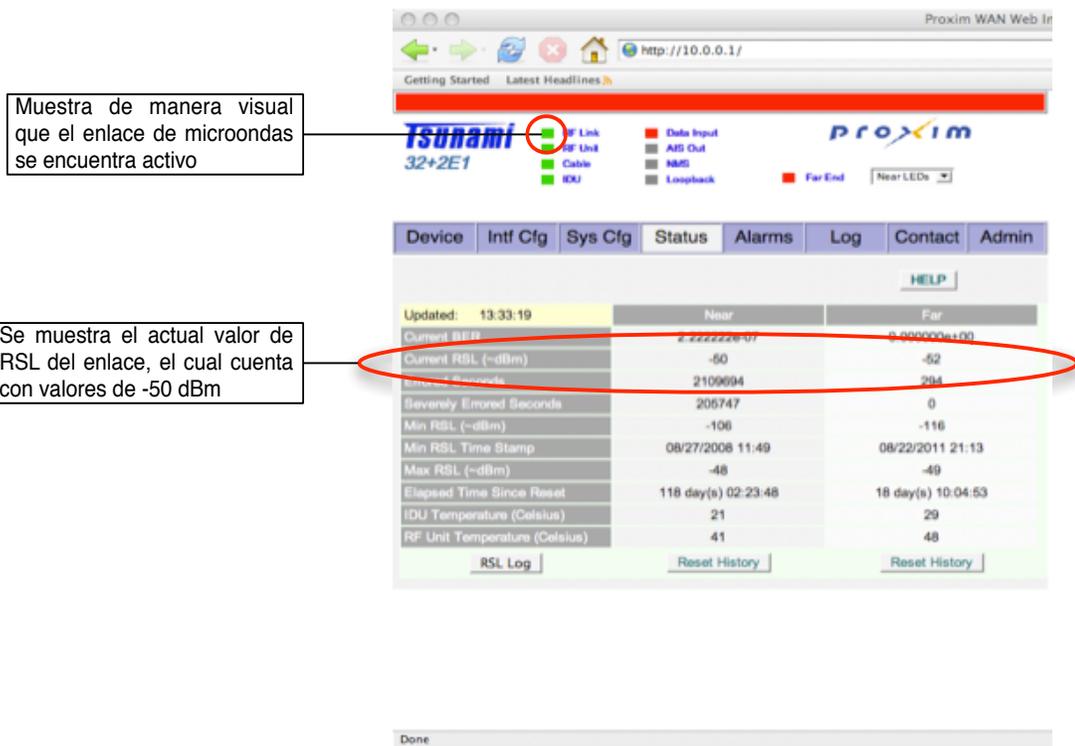


Figura 4.12 Ventana muestra el estado del enlace WAN configurado.

Figura 4.12 muestra los valores exactos de RSL del enlace WAN los cuales coinciden con los valores de RSL esperados en el diseño del mismo y muestran los resultados de niveles de niveles de señal recibida (RSL) óptimos esperados en la implementación del enlace (-58.8 dBm) son mejorados al tener como valores actuales de niveles de señal recibida -50 dNm, así como el nivel de disponibilidad esperado del enlace en porcentaje y en minutos previstos fuera de servicio al año 99.99981% o 1.02 minutos respectivamente están garantizados.

**Conectividad de la Grid Morelense, segmento UAEM-UPEMOR
(implementación de conectividad para incrementar tasa de transferencia).**

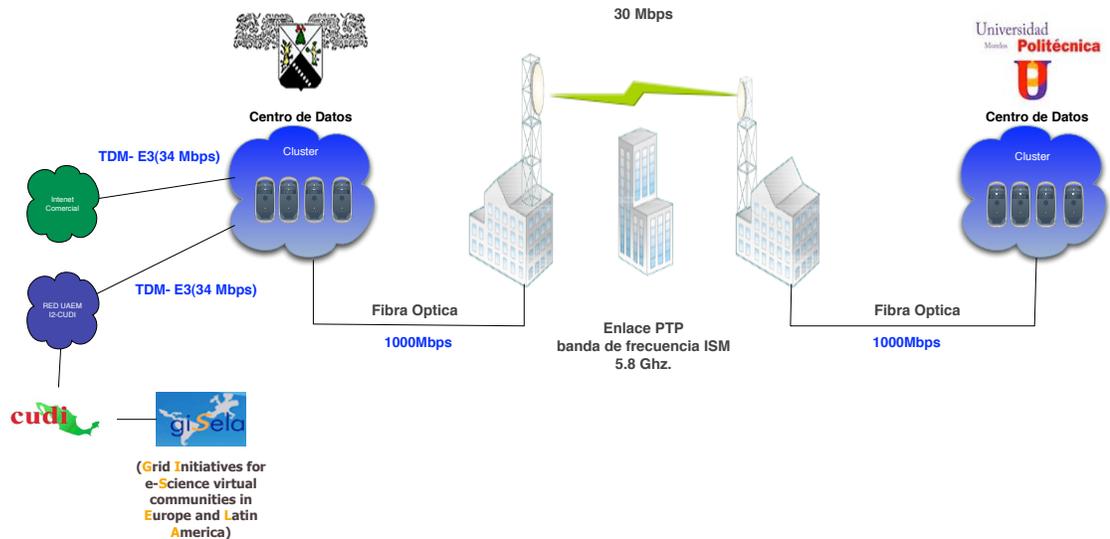


Figura 4.13 Resumen de la implementación del enlace inalámbrico PTP entre UPEMOR – UAEM.

La 4.13 muestra el resumen a bloques de la implementación del enlace de microondas PTP entre UPEMOR y UAEM del cual se obtienen los siguientes beneficios:

- Comunicación mediante la red WAN libre de pago de licencia y arrendamiento a terceros mostrada en diagrama a bloques.
- Tasa de transferencia o ancho de banda superior a 1 Mbps, ya que se realizaba con anterioridad mediante internet comercial, canal en el cual ambas instituciones presentan cuellos de botella debido a la gran demanda de recursos demandados por las aplicaciones web.
- La comunicación que se realizara entre UAEM-UPEMOR tendrá un esquema "directamente conectados a switch de Core" en UAEM.
- la presente propuesta une a 2 Clusters en Backbones GigabitEthernet mediante enlace de Microndas de 30 Mbps.

4.1.2 Diseño e implementación de la red LAN (cableado horizontal) y Backbone

Clúster UPEMOR - UAEM.

La presente sección presenta el diseño e implementación de las redes de área local de ambas instituciones dividida en dos secciones:

- Sistema de cableado horizontal
- Sistema de cableado de Backbone

Sistema de cableado horizontal

El diseño e implementación de la red LAN de la UPEMOR fue realizado para cumplir las velocidades de las tarjetas de red o NICs (por su siglas en inglés – Network Interface Card) del clúster instalado en la UPEMOR el cual tiene características de transmisión de 1000BaseT (1000Mbps. de banda base utilizando cable par trenzado).

El sistema de cableado horizontal consiste de 2 elementos básicos. Los sistemas de canalización y espacios relacionados así como el sistema de cableado horizontal.

Los espacios de canalización se utilizan para distribuir, soportar y proporcionar acceso al cable horizontal entre la salida de conexión del área de trabajo (Jack) y el cuarto de telecomunicaciones (TR) o centro de datos.

Los sistemas de cableado horizontal suministran los medios físicos para la transportación de señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo (jack) y la conexión cruzada horizontal (distribuidor de piso - DP) ubicado en el cuarto de telecomunicaciones.

El adopta modelo de interconexión para el diseño de la instalación de la red LAN del clúster UPEMOR, el cual se ilustra en la figura 4.14

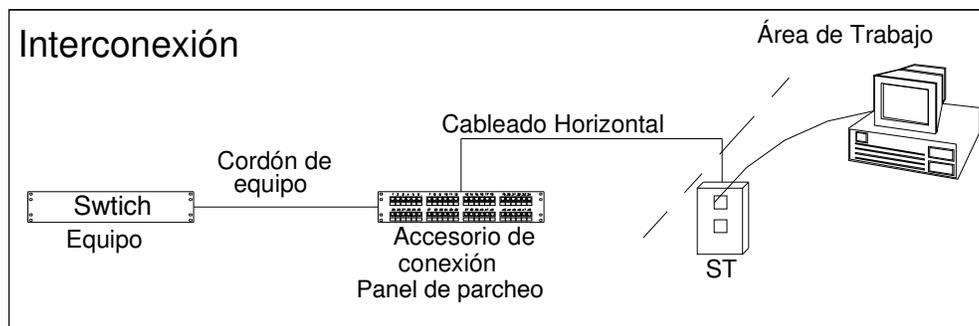


Figura 4.14 Modelo de interconexión para cableado horizontal (NYCE, 2004).

El modelo de interconexión adoptado como forma de conexión física del cableado horizontal y cuenta con las siguientes características:

- 1.- Topología estrella (ver Figura 4.15)
- 2.- Método de prueba a utilizar después de la instalación "Canal" (ver figura 4.16)
- 3.- Estándar de código de colores T568B

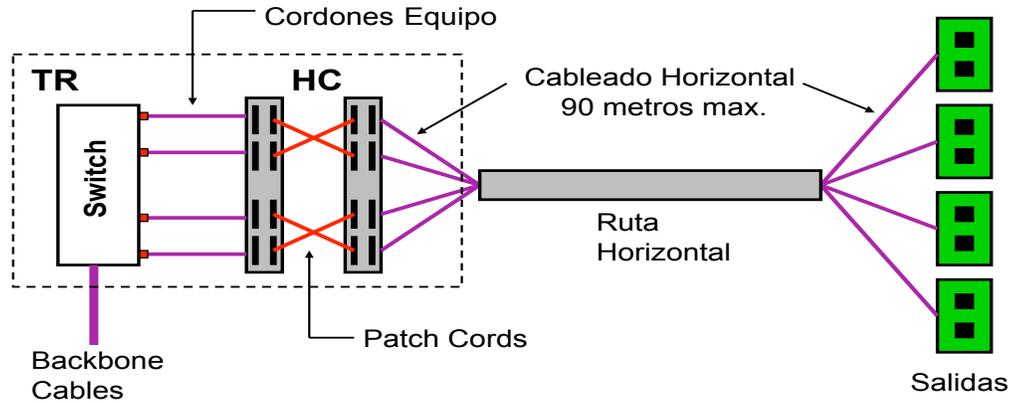


Figura 4.15 Topología estrella física.

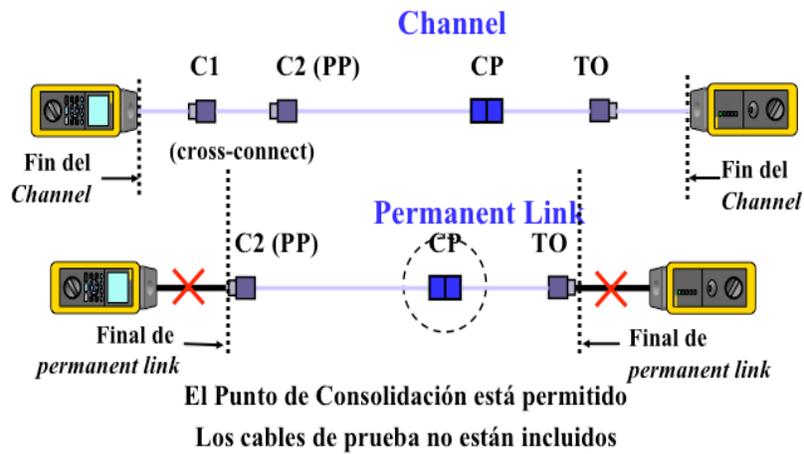


Figura 4.16 Método de prueba tipo canal.

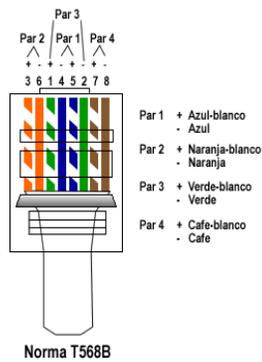


Figura 4.17 Estándar de código de colores T568B.

La implementación de la red LAN de los clusters UPEMOR – UAEM se realizaron en base a los siguientes estándares o normas :

- NMX- I- 248- NYCE – 2005: Norma Mexicana de Cableado Estructurado para edificios y métodos de prueba.
- ISO/IEC 11801: Tecnología Información – Cableado Genérico para Cableado Estructurado de Clientes.
- ANSI/TIA/EIA-568-B.1: Estándar de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales: Requerimientos Generales.
- ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1: Estándar de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales: Componentes para Par Trenzado Balanceado Cat6.
- ANSI/TIA/EIA-569-B: Estándar para Rutas y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales
- ANIS/TIA/EIA-606-A: Estándar para la Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- ANSI J-STD-607-A: Requerimientos para la puesta a tierra de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales

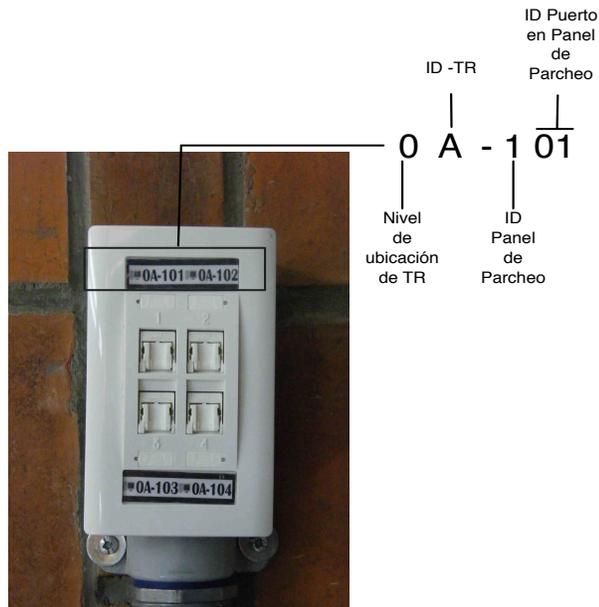
Listado de requerimientos para la implementación de cableado horizontal de las redes LAN se muestra en la Tabla 4.2.

Part	Cant	Materiales para cableado horizontal	Fabricante o Proveedor	Número de parte
Cableado Horizontal				
1	4	Bobina de Cable 100 Ohms Cat6, 23 AWG LSZH	3M Volition	VOL-6UL4-305R
2	4	Conector RJ45 Cat.6 tipo Keystone, configuración A/B, con cubre polvo abatible, Color Blanco, paquete de 8 pzas	3M Volition	VOL-OCK6-U-W8
3	18	Placa de acero inoxidable, 2 puertos incluye tornillos	3M Volition	VOL-0702S
4	4	Conector RJ45 Cat.6 tipo Keystone, configuración A/B, con cubre polvo abatible, Color Negro, paquete	3M Volition	VOL-OCK6-U-BK8
5	1	Rack de 19" x 7 Ft. Color Negro	HUBBELL	HPW84RR19
6	2	Panel de Parcheo, 24 puertos Cat.6, configuración A/B, Color Negro	3M Volition	VOL-PPUD-F24K
7	30	Cable de Parcheo UTP, RJ45-RJ45, Cat.6, Cable y liberador de tensión color azul, 2 mts	3M Volition	VOL-6UPB-L2-B
8	30	Cable de Parcheo UTP, RJ45-RJ45, Cat.6, Cable y liberador de tensión color azul, 3 mts	3M Volition	VOL-6UPB-L3-B
9	4	Iconos reversibles para placas de pared, Color Rojo, (Teléfono/Computadora), paquete de 8 pzas	3M Volition	VOL-0790-RD
10	4	Iconos reversibles para placas de pared, Color Azul, (Teléfono/Computadora), paquete de 8 pzas	3M Volition	VOL-0790-BL
11	4	Identificador para panel de parcheo modular, Color Rojo, paquete de 8 pzas	3M Volition	VOL-PCC-R
12	4	Identificador para panel de parcheo modular, Color Azul, paquete de 8 pzas	3M Volition	VOL-PCC-B
13	2	Cintas de Aislar	3M	
14	1	APC Black Rackmount SurgeArrest 9 Outlet	APC	NET9RMBLK
15	3	Organizador Next frame 7 anillos c/ tapa	HUBBELL	HC2219CC3N
16	1	Organizador Vertical 4" s/tapa	HUBBELL	VC44
17	1	Tapa p/ Organizador Vertical	HUBBELL	VCC4
18	1	Cinturones plasticos (Bolsa de 1000)	Legrand-Alcione	

Tabla 4.2 Lista de requerimientos de la red LAN – Cableado Horizontal.

La identificación del Sistema de Transporte de información esta basado en el estándar ANSI TIA/EIA 606A – Estándar de Administración de Cableado Estructurado.

La cadena de dígitos ID, están ubicados en cada salida de usuario y panel de parcheo en TR.



Donde:

TR: Cuarto de Telecomunicaciones.

ID: Identificador.

Estándares de Red Compatibles Cableado Cat6 implementado:

- 10BASE-T, 100BASE-TX, 100BASE-T4.
- 1000BASE-T, ATM-25, ATM-51.
- ATM-155, 100VG-AnyLan TR-4.
- TR-16 Active ,TR-16 Passive.
- Aplicaciones de telefonía IP.

El resumen de la implementación de la red local en los centros de datos se muestra en la siguiente figura:

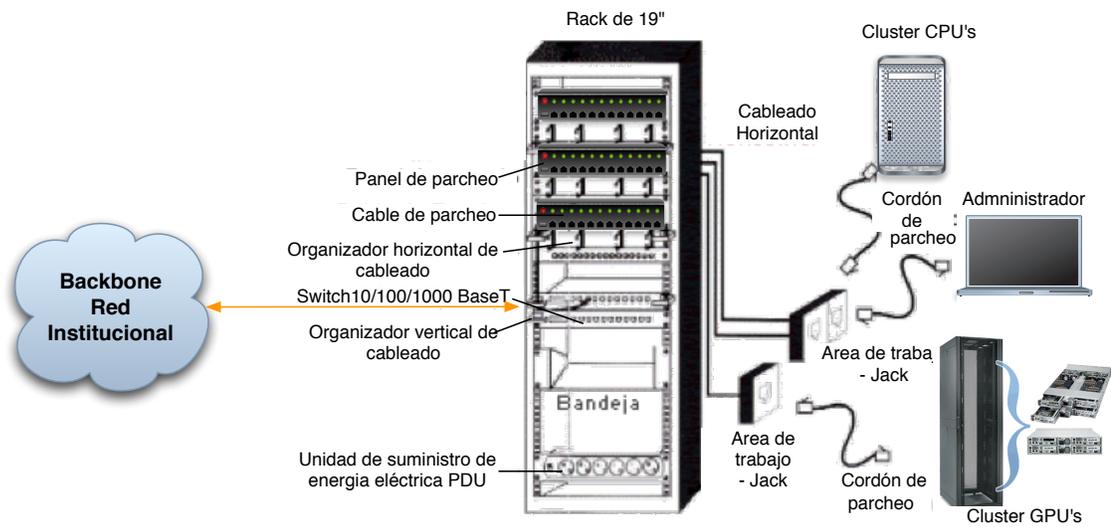


Figura 4.18 Resumen de la implementación de las LAN.



Figura 4.19 Muestras fotográficas de la implementación de la red LAN.

Sistema de cableado vertical

En la presente sección se presenta el diseño e implementación los enlaces de fibra óptica para incorporar los clústers de ambas instituciones al backbone de cada institución educativa e incorporarlos a la infraestructura de red de core mediante enlaces independientes del tráfico institucional. El objetivo es la interconexión de los edificios de la siguiente forma:

1. Enlace óptico independiente entre edificios UD1 (ubicación de switch de core) a LT1(ubicación de clúster extremo UPEMOR) con una distancia de 235 Mts para la tecnología 1000BaseLX con fibra óptica multimodo.
2. Enlace óptico independiente entre edificios Sótano Torre Universitaria UAEM (ubicación de switch de core) a planta primer nivel CIICAP (ubicación de clúster extremo UAEM) con una distancia de 388.2 Mts para la tecnología 1000BaseLX con fibra óptica multimodo.

Un sistema de backbone normalmente proporciona:

- Conexiones dentro del edificio entre pisos en edificios de varios niveles.
- Conexiones entre edificios en ambiente tipo campus.

La comunicación ente edificios se realizo mediante un enlace de Fibra Óptica Multimodo de 62/125 mc, 50/125 mc y mononodo de 9/125 mc. de 06 hilos terminación SC y LC para soporte de 1000Mbps, por lo que se sugiere tecnología 1000BaseSX el enlace antes mencionado.

La instalación se realizo mediante a los estándares ISO/IEC 11801 y ANSI TIA/EIA 568 B.3, estándares de cableado de Telecomunicaciones para instalaciones de Fibra Óptica.

Application	Wavelength (nm)	Maximum Supportable Distance ² (m)			
		62.5/125 μ m	50/125 μ m	Single-mode ⁷	
FDDI (Low Cost)	1300	500	500	NST	
FDDI (Original)	1300	2000	2000	40 000	
ATM	52	1300	3000	3000	15 000
	155	1300	2000	2000	15 000
	155 ⁸	850	1000	1000	—
	622	1300	500	500	15 000
	622 ⁸	850	300	300	—
1000BASE-SX ⁸ (Gigabit Ethernet)	850	220 ⁵	550 ⁸	—	
1000BASE-LX ⁸ (Gigabit Ethernet)	1300	550	550	5000	

Tabla 4.3 Tecnologías, longitud de onda y distancias soportadas según el tipo de fibra óptica.

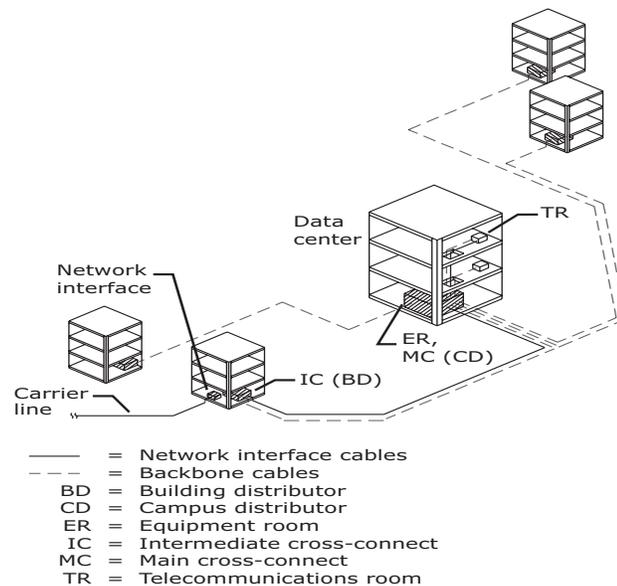


Figura 4.20 Esquema general de backbone entre edificios

Se usa método de canalización tipo subterránea Conduit PVC eléctrico encofrado de diferentes diámetros para distribución de fibra óptica entre edificios, dicha canalización se realiza respetando el estándar ANSI TIA/EIA 569B.

En las siguientes Figuras se muestra la trayectorias de los enlaces ópticos entre Sótano Torre Universitaria UAEM (ubicación de switch de core) a planta primer nivel CIICAP (ubicación de clúster extremo UAEM) con una distancia de 388.2 Mts para la tecnología 1000BaseLX con fibra óptica multimodo y el esquema a bloques de la conectividad del extremo UPEMOR.

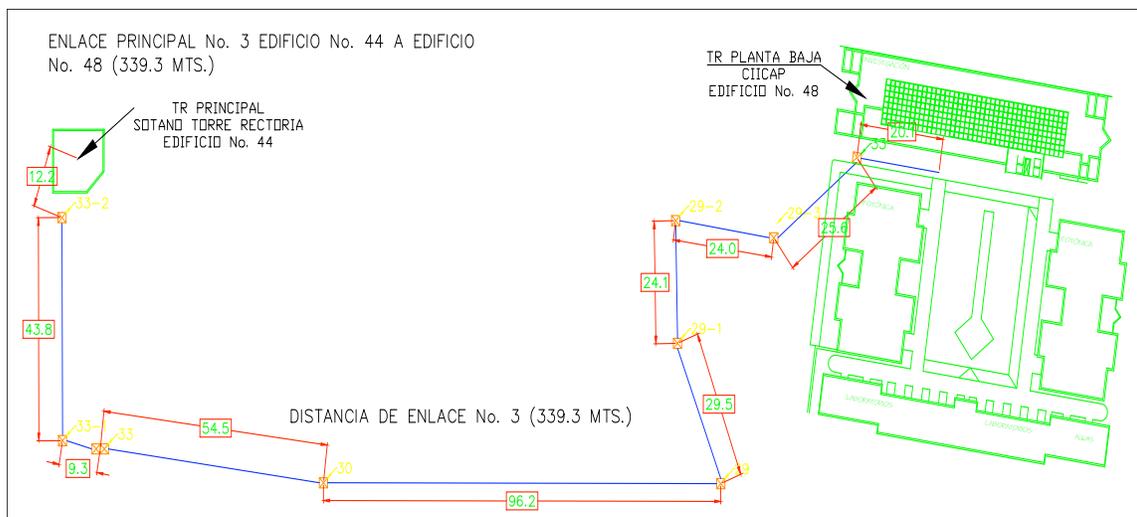


Figura 4.21 Plano arquitectónico enlace óptico extremo UAEM.

Conectividad de la Grid Morelense, Segmento UPEMOR
(Diseño e implementación de enlace de fibra óptica entre edificios UD1 a LT1).

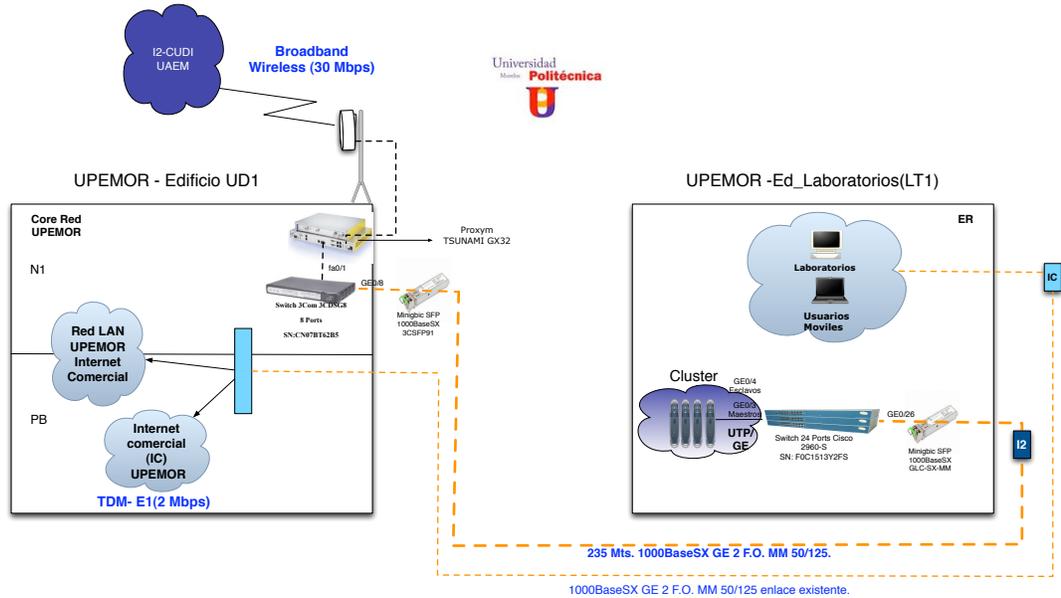


Figura 4.22 Esquema de la conectividad en el extremo UPEMOR.

Conectividad de la Grid Morelense, segmento UAEM-UPEMOR
Resumen Implementación del enlace de fibra óptica

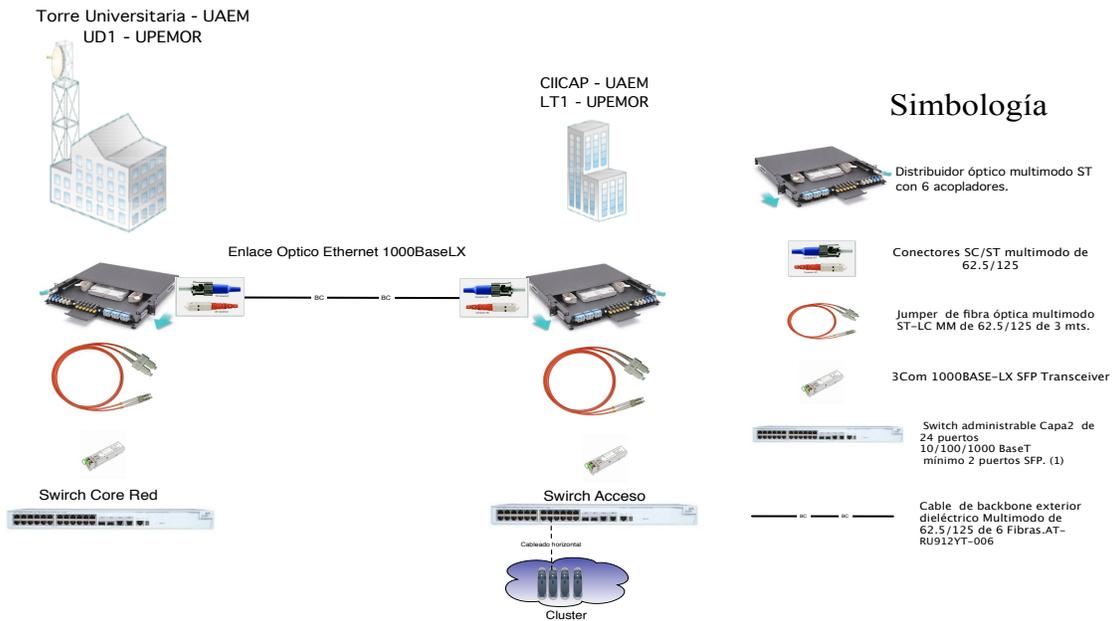


Figura 4.23 Resumen implementación de enlace de fibra óptica.

La figura 4.23 muestra el resumen de la implementación del enlace de fibra óptica para incorporar los clúster de cada institución a la jerarquía de Red de core de cada institución lo cual resulta en los siguientes beneficios:

- Incremento en la velocidad de transmisión al incorporar flujo de tráfico de clusters aislado de cualquier otro tipo de tráfico.
- Enlace dedicado de 1000Mbps. para flujo de tráfico de Grid independiente del tráfico institucional como bases de datos, internet comercial, tráfico de voz, etc.
- Enlaces independientes para 1000Mbps (IEEE 8023.z o 1000BaseLX) para la incorporación del cluster del Centro de Investigación en ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAP) y edificio UD2 - UPEMOR al backbone y switch de core de la red de los respectivos campus utilizando como medio de transmisión fibra óptica con la finalidad de independizar tráfico e interconexión de los mismos hacia la Grid morelense e Internet2 .

4.2 Diseño e implementación de la red lógica

En la sección 4.2 se muestra el diseño e implementación de la red lógica de la Grid Morelense, en lo que se refiere al protocolo 801.Q, mecanismo que permite a múltiples redes compartir de forma transparente el mismo medio físico, sin problemas de interferencia entre ellas (VLAN -Trunking). El objetivo es hacer viajar las redes Grid privada y red pública hacia Internet2. La red Grid privada permite la comunicación de los clusters UPEMOR – UAEM en capa2 del modelo de referencia OSI lo que evita usar protocolos de ruteo capa3 y saltos innecesarios en la comunicación de los clusters lo cual minimiza la latencia de la MiniGrid Morelense. La red pública permite a las interfaces secundarias con direccionamiento IP público la comunicación hacia Internet2 lo cual permitirá la unión de cualquier otro clúster ubicado dentro de la red nacional de educación e investigación (RNEI) con la MiniGrid Morelense.

El diseño a bloques de la red lógica se presenta en la figura 4.24.

Conectividad de la MiniGrid Morelense, segmento UAEM-UPEMOR
 Diseño protocolo 802.1Q (VLANs)

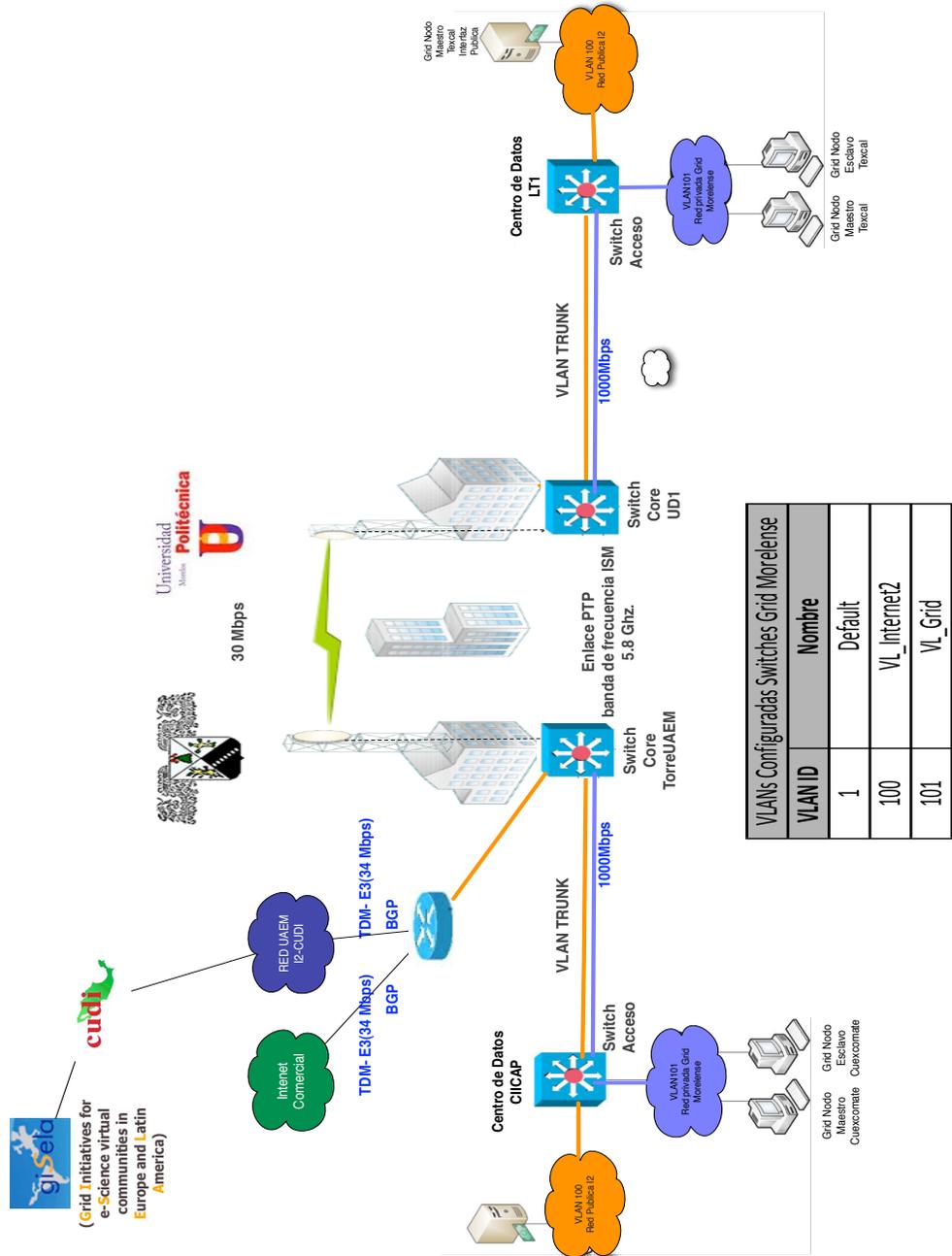


Figura 4.24 Resumen a bloques del diseño de la red lógica de la Minigrad Morelense.

La Tabla 4.4. muestra el direccionamiento IP de la implementación de la red lógica de la Minigrid Morelense.

Direccionamiento IP implementación red lógica				
Redes Lógicas	Direccionamiento IP	Tipo	Clase	
Red MiniGrid Morelense	192.168.1.0/24	Privada	C	
interfaz Internet2	148.218.100.0/24	Publica	B (Subnet Clase C)	
Direccionamiento IP dispositivos UAEM				
Hostname	IP	Mask	Default Gateway	DNS
Cuex_Nmaestro	192.168.1.253	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Cuex_NEsclavo1	192.168.1.1	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Cuex_NEsclavo2	192.168.1.2	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Cuex_NEsclavo3	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Cuex_NEsclavo4	192.168.1.4	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Cuex_NEsclavo5	192.168.1.5	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Cuex_Nmaestro_Interfaz Publica	148.218.100.189	255.255.255.0	148.218.100.254	148.218.60.1
Sw_3C_CIICAP	148.218.100.252	255.255.255.0	148.218.100.254	-----
Sw_3C_TorreUAEM	148.218.100.253	255.255.255.0	148.218.100.254	-----
Direccionamiento IP dispositivos UPEMOR				
Sw_3C_UPEMOR_UD1	148.218.100.251	255.255.255.0	148.218.100.254	-----
Sw_Cisco_UPEMOR_LT1	148.218.100.250	255.255.255.0	148.218.100.254	-----
Texcal_Nmaestro	192.168.1.254	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Texcal_NEsclavo1	192.168.1.101	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Texcal_NEsclavo2	192.168.1.102	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Texcal_NEsclavo3	192.168.1.103	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Texcal_NEsclavo4	192.168.1.104	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Texcal_NEsclavo5	192.168.1.105	255.255.255.0	192.168.1.253	192.168.1.253
Texcal_NMaestro_Interfaz Publica	148.218.100.200	255.255.255.0	148.218.100.254	148.218.60.1

Tabla 4.4 Direccionamiento IP de los dispositivos de la Minigrid Morelense.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

El presente capítulo muestra los resultados de la conectividad e infraestructura del centro de datos de la MiniGrid Morelense UAEM-UPEMOR. Para mostrar las pruebas y resultados del presente trabajo se ha dividido el sistema de conectividad de la MiniGrid Morelense en diferentes segmentos según su ámbito:

- ✓ Redes LAN : ubicadas al interior de los centros de datos y ubicación de los clúster's de cada institución implementadas mediante medios de transmisión de cobre tipo UTP Categoría6.
- ✓ Red CAN o Backbone de fibra óptica: enlaces de fibra óptica entre edificios de los campus UAEM y UPEMOR implementado con fibra óptica.
- ✓ Red WAN Enlace de microondas: enlace inalámbrico entre las instituciones implementado mediante enlace de microondas con bandas de frecuencia ISM.
- ✓ Pruebas y resultados del velocidad y latencia extremo a extremo de la Minigríd Morelense.
- ✓ Pruebas y resultados de Centro de datos.
- ✓ Por último Caso de prueba algoritmo Algoritmo cooperativo AGHCGrid en ambiente Grid.

5.1. Resultados de prueba de las redes LAN cluster's UAEM – UPEMOR.

Como se menciona en el capítulo 4, las redes LAN de cada institución fueron realizadas para el cumplir las necesidades de interconexión de los cluster's Cuexcomate y Texcal ubicados en cada uno de los centros de datos, los cuales cuentan con interfaces de red 1000BaseT para la conectividad hacia las redes LAN. Por lo antes mencionado se presentan las pruebas de certificación para la red LAN la cual fue implementada con medio de transmisión UTP Cat6/ClaseE las cuales soportan las velocidades de 1000Mbps o 1000BaseT.

Las pruebas de campo para el sistema de cableado par trenzado balanceado UTP muestran la verificación y certificación, incluyendo las clases más recientes y categorías de cableado (BICSI, 2006).

(ISO/IEC 11801, 2002) Menciona que el rendimiento del cableado de red se especifica para los enlaces permanentes y los canales, así como, para dos tipos de medios diferentes (cables balanceados UTP y fibra óptica). El canal es la ruta de transmisión entre el equipo tal como un conmutador / switch LAN y el equipo terminal (PC o Servidor).

Un canal típico consistiría en el subsistema horizontal junto con el área de trabajo y los cables del equipo en ambos extremos con una distancia máxima para medio UTP de 100Mts.

Se usa el modelo de interconexión –ST definido por el estándar NMX-I-248-NYCE e ISO 11801 tipo canal (T568B) para la conectividad de la red LAN en ambos centros de datos (ver Figura 5.1).

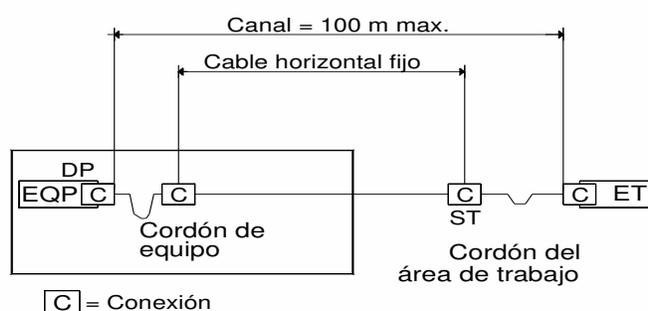


Figura 5.1 Modelo interconexión –ST.

Donde:

ST: Salida de Telecomunicaciones.

C: Conexión (NIC-Panel de parcheo-Jack-NIC).

EQP: Equipo / Switch.

ET: Equipo Terminal – PC – Server.

Para la realización de las pruebas de cableado de red UTP es necesario utilizar equipos de barrido de frecuencias (scanner) tipo TDR (Reflectómetro en el Dominio del Tiempo) conforme la categoría o clase del sistema a medir. Dentro de los parámetros a medir se encuentran los siguientes (ISO/IEC 11801, 2002):

- ✓ Correspondencia de conexión de cable (mapeo).
- ✓ Longitud.
- ✓ Retraso diferencial (Delay skew).
- ✓ Paradiafonía (NEXT).
- ✓ Diafonía Total (PS Next).
- ✓ Telediafonía a igual nivel (ELFEXT).
- ✓ Atenuación.
- ✓ Razón de atenuación y paradiafonía.
- ✓ Ancho de banda.
- ✓ Impedancia.
- ✓ Pérdida de retorno.
- ✓ Resistencia de lazo c.d.

La Figura 5.3. Presenta el certificado de una de las pruebas realizadas a las salidas de telecomunicaciones(ST) implementadas para la conectividad de la red LAN que soporta a los clusters en cada centro de datos. Con esta prueba se demuestra el resultado de PASA para los estándares de Red compatibles con: 10BASE-T, 100BASE-TX, 100BASE-T4, 1000BASE-T, ATM-25 ATM-51, ATM-155, 100VG-AnyLan TR-4, TR-16 Active, TR-16 Passive.

Los certificados fueron realizados mediante analizador de redes modelo DSP 4300 Fluke Networks Nivel III; Instrumento requerido para medir medios de transmisión UTP Categoría 6 y Clase E (ISO/IEC 11801, 2002). La prueba realizada presentada ISO 11801 Channel Class E. La Figura 5.2. muestra el método de prueba utilizado para obtener los resultados.

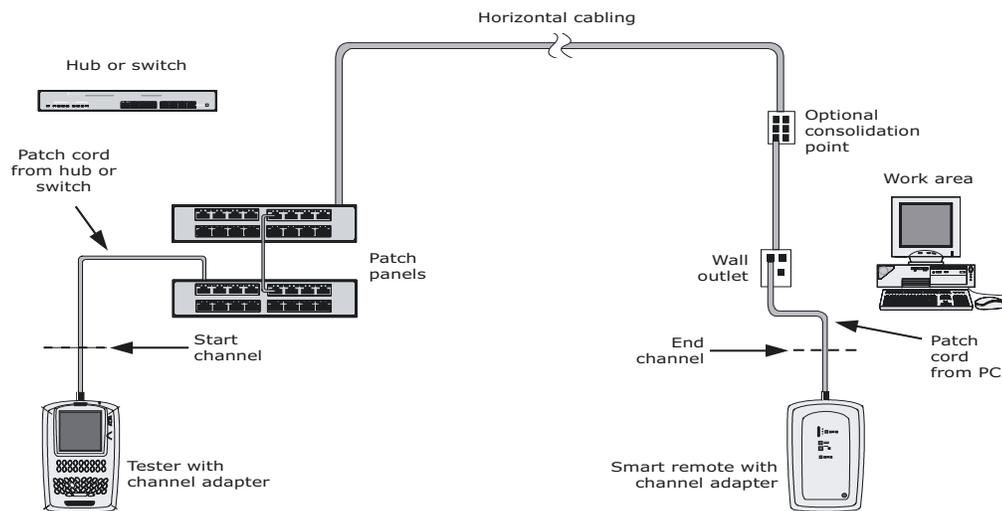


Figura 5.2 Método de prueba de cableado de red horizontal.



ID. Cable: CIICAP-1A-012

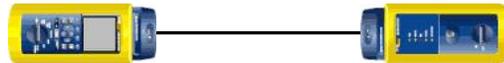
Sumario de Pruebas: PASA

Fecha / Hora: 09/09/2010 04:32:03pm
Paso Libre: 2.5 dB (NEXT 36-78)
Límite de Prueba: ISO11801 Channel Class E
 Tipo de Cable: UTP 100 Ohm Cat 6
 Umbral de Anomalia de Fallo: 15%

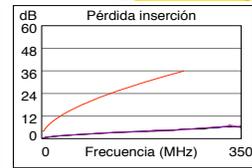
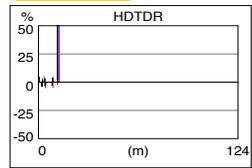
Operador: Miguel A. Cordova
 Versión de Software: 1.921
 Versión de Límites: 5.14
 NVP: 69.0%
 Prueba del Apantallamiento: N/A

Modelo: DSP-4300
 Principal N/S: 7511007
 Remoto N/S: 7511007
 Adaptador Principal: LIA 012
 Adaptador Remoto: LIA 012

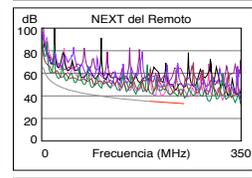
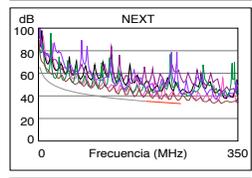
Mapa de Cableado	1 2 3 4 5 6 7 8 B
PASA	
	1 2 3 4 5 6 7 8



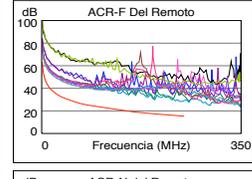
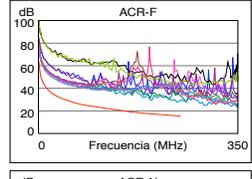
Longitud (m), Lim. 100.0	[Par 78]	11.8
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555	[Par 36]	61
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 36]	4
Resistencia (ohm.), Lim. 25.0	[Par 45]	1.9
Pérdida inserción Margen (dB) [Par 78] 30.6		
Frecuencia (MHz)	[Par 78]	250.0
Límite (dB)	[Par 78]	36.0



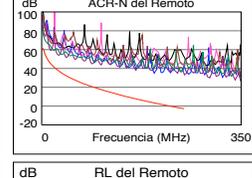
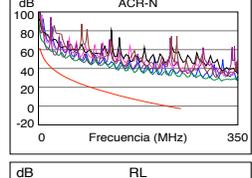
PASA	Margen de Peor Caso		Valor de Peor Valor	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	36-78	12-36	36-78	36-45
NEXT (dB)	2.5*	4.1	2.6	5.2
Frec. (MHz)	246.0	198.5	246.5	250.0
Límite (dB)	33.3	34.9	33.2	33.1
Peor Par	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	2.9*	5.2	3.5	5.8
Frec. (MHz)	213.5	198.5	229.0	225.5
Límite (dB)	31.4	31.9	30.8	30.9



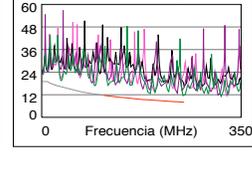
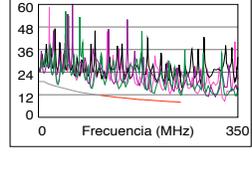
PASA	MAIN		SR	
	Peor Par	45-36	45-36	45-36
ACR-F (dB)	11.5	12.3	12.0	12.4
Frec. (MHz)	198.0	198.0	244.5	245.0
Límite (dB)	17.4	17.4	15.5	15.5
Peor Par	45	45	36	45
PS ACR-F (dB)	12.4	12.1	13.7	14.9
Frec. (MHz)	1.1	1.0	244.5	245.0
Límite (dB)	59.5	60.3	12.5	12.5



PASA	MAIN		SR	
	Peor Par	36-78	36-78	36-78
ACR-N (dB)	13.7	13.8	33.3	36.0
Frec. (MHz)	3.8	3.6	246.5	250.0
Límite (dB)	59.2	59.7	-2.4	-2.8
Peor Par	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	15.0	15.0	34.8	35.3
Frec. (MHz)	3.8	4.5	246.0	225.5
Límite (dB)	56.7	55.2	-5.3	-3.0



PASA	MAIN		SR	
	Peor Par	78	78	78
RL (dB)	3.2	2.8	3.7	2.8
Frec. (MHz)	202.0	250.0	250.0	250.0
Límite (dB)	9.0	8.0	8.0	8.0



Estándares de Red Compatibles:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 100BASE-T ATM-25 ATM-51
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4
 TR-16 Active TR-16 Passive

* El margen está dentro de los límites de exactitud del instrumento. LinkWare Versión 4.0

Proyecto: Grid_Morelense



PruebasGrid2013.flw

Figura 5.3 Certificado de prueba realizado a cada salida de telecomunicaciones LAN con resultado de PASA.

Ver sección de anexos para visualizar el total de las pruebas realizadas a cada salida de telecomunicaciones implementada en cada red LAN al interior de los centros de datos.

5.2. Pruebas y Resultados Red CAN (Campus Área Network) o Backbone de fibra óptica.

Con el objetivo de homologar las velocidades de transmisión a 1000Mbps. para la Red LAN, Red CAN y teniendo en consideración que la fibra óptica implementada entre edificios de cada uno de los Campus es Multimodo de 62.5/125 *mc*, 50/125*mc*, así como para 9/125 *mc*; para las siguientes distancias:

Campus Chamilpa UAEM:

Distancia entre Switch Core y centro de datos Grid (Edificios 44 Torre Universitaria – Ed.48. Centro de datos Grid): 388.2 Mts.

Campus UPEMOR:

Distancia entre Switch Core y centro de datos Grid (Edificios UD1-LT1): 235.9 Mts.

Los resultados de las pruebas a los enlaces de fibra óptica se realizaron en base a las siguientes premisas:

1. La tecnología a implementar entre edificios Ethernet a 1000 Mbps.
2. Considera el tipo de medio de transmisión entre edificios fibra óptica multimodo de 62.5/125, 50/125 *mc*, así como monomodo 9/125 *mc* para las distancias definidas en la presente sección y como base la Figura 2.5.
3. En función del tipo de fibra óptica y distancia, se determina el tipo de aplicación y prueba para Ethernet a 1000Mbps (ISO/IEC 8802-3: 1000BaseLX) y la máxima pérdida de inserción del canal (2.35dB) para una prueba con resultado de PASA (ver Tabla 5.1. Aplicaciones soportadas usando cableado de fibra óptica).
4. Para la realización de pruebas de cableado de fibra óptica se pueden utilizar cualesquiera de dos métodos de prueba: Nivel 1 Régimen básico de control: Realizado con equipo de comprobación de pérdida óptica (Optical Loss Test Set, OLST) - Pérdidas de inserción y/o Nivel 2 Régimen extendido de control: Prueba de Reflectometría OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) (FlukeNetworks, 2014), para el representar los resultados de la presente sección se utiliza el método de medición de potencia óptica, cuyos parámetros a medir son atenuación y continuidad (NMX-I-248-NYCE, 2004).
5. Los certificados fueron realizados mediante analizador de redes modelo DSP 4300 y DSX500 Fluke Networks Nivel III y V respectivamente; Instrumento requerido para medir medios de transmisión de fibra óptica multimodo y monomodo.

Aplicación De red	Pérdida de inserción del canal máxima (dB)		
	Multimodo ^a		Unimodo
	850 (nm)	1 300 (nm)	1 310 (nm)
ISO/IEC 8802-3: 10BASE-FL, FP ^b Y FB ^f	12,5 (6,8)	--	--
ISO/IEC TR 11802-4: 4 Y 16 Mbit/s Token Ring ^f	13,0 (8,0)	--	--
ATM @ 52 Mbit/s ^g	NA	10,0 (5,3)	10,0
ATM @ 155 Mbit/s ^g	7,2	10,0 (5,3)	7,0
ATM @ 622 Mbit/s ^{e, f, g}	4,0	6,0 (2,0)	7,0
ISO/IEC 14165-111: Canal de fibra (FC-PH) @ 133 Mbit/s ^{c, f}	NA	6,0	
ISO/IEC 14165-111: Canal de fibra (FC-PH) @ 266 Mbit/s ^{c, g}	12,0	6,0 (5,5)	6,0
ISO/IEC 14165-111: Canal de fibra (FC-PH) @ 531 Mbit/s ^{e, g}	8,0	--	14,0
ISO/IEC 14165-111: Canal de fibra (FC-PH) @ 1 062 Mbit/s ^{e, g}	4,0	--	6,0
ISO/IEC 8802-3: 1000BASE-SX ^g	2,6 (3,56)	--	--
ISO/IEC 8802-3: 1000BASE-LX ^{e, g}	--	2,35	4,56
ISO/IEC 9314-9: FDDI LCF-PMD ^{d, f}	--	7,0(2,0)	--
ISO/IEC 9314-3: FDDI PMD ^f	--	11,0(6,0)	--
ISO/IEC 9314-4: FDDI SMF-PMD ^g	--	--	10,0
ISO/IEC 8802-3: 100BASE-FX ^f		11,0(6,0)	--

Tabla 5.1 Aplicaciones soportadas usando cableado de fibra óptica (NMX-I-248-NYCE, 2004).

Las Figuras 5.4. y 5.5; Muestran los certificados de prueba de “ida” y “vuelta” con resultado de PASA lo cual demuestran que los enlaces de fibra óptica entre edificios de la red del Campus Chamilpa UAEM cumplen con la perdida y longitud para soportan los estándares de Red: FDDI, 100BASE-FX, 1000BASE-LX, ATM 52 Fiber Optic, ATM 155 Fiber Optic, ATM 622 Fiber Optic, Fibre Channel 133 y Fibre Channel 266.



ID. Cable: CIICAP-7,9A

Sumario de Pruebas: PASA

Fecha / Hora: 09/13/2010 02:28:28pm
Paso Libre: 0.49 dB (Pérdida)
Limite de Prueba: 1000BASE-LX - FTA410/420
 Tipo de Cable: Multimode 62.5 μm

Operador: Miguel A. Cordova
 Versión de Software: 1.921
 Version de Limites: 5.14

Modelo: DSP-4300
 Principal N/S: 7511007
 Remoto N/S: 7511007
 Adaptador Principal: FTA 410
 Adaptador Remoto: FTA 410

n = 1,4719
 Cantidad Adaptadores: N/A
 Cantidad Empalmes: N/A

Tiempo de Prop. (ns) 1906
 Longitud (m), Lim. 550.0 388.2 PASA

Dirección	A-B
Longitud de onda (nm)	1300
Result.	PASA
Pérdida (dB)	1.86
Pérdida Lim. (dB)	2.35
Pérdida Margen (dB)	0.49
Referencia (dBm)	-21.48
09/13/2010 01:28:39pm	

N/S del extremo cercano del adaptador: 7576035

N/S del extremo remoto del adaptador: 7576031

Estándares de Red Compatibles:
 FDDI 100BASE-FX 1000BASE-LX
 ATM 52 Fiber Optic ATM 155 Fiber Optic ATM 622 Fiber Optic
 Fibre Channel 133 Fibre Channel 266

Figura 5.4 Certificado de prueba realizado a enlace óptico entre Edificios 44 Torre Universitaria – Ed.48. Centro de datos Grid con resultado de PASA en prueba RX-TX.



ID. Cable: CIICAP-7,9A

Sumario de Pruebas: PASA

Fecha / Hora: 09/13/2010 02:28:28pm

Operador: Miguel A. Cordova

Modelo: DSP-4300

Paso Libre: 0.49 dB (Pérdida)

Versión de Software: 1.921

Principal N/S: 7511007

Limite de Prueba: 1000BASE-LX - FTA410/420

Versión de Limites: 5.14

Remoto N/S: 7511007

Tipo de Cable: Multimode 62.5 µm

Adaptador Principal: FTA 410

Adaptador Remoto: FTA 410

n = 1.4719
Cantidad Adaptadores: N/A
Cantidad Empalmes: N/A

Tiempo de Prop. (ns) 1906
Longitud (m), Lim. 550.0 388.2 PASA

Dirección	A-B
Longitud de onda (nm)	1300
Result.	PASA
Pérdida (dB)	1.86
Pérdida Lim. (dB)	2.35
Pérdida Margen (dB)	0.49
Referencia (dBm)	-21.48
09/13/2010 01:28:39pm	

N/S del extremo cercano del adaptador: 7576035

N/S del extremo remoto del adaptador: 7576031

Estándares de Red Compatibles:
 FDDI 100BASE-FX 1000BASE-LX
 ATM 52 Fiber Optic ATM 155 Fiber Optic ATM 622 Fiber Optic
 Fibre Channel 133 Fibre Channel 266

Figura 5.5 Certificado de prueba realizado a enlace óptico entre Edificios 44 Torre Universitaria – Ed.48. Centro de datos Grid con resultado de PASA en prueba TX-RX.

Las Figuras 5.6 y 5.7; Muestran los certificados de prueba de “ida” y “vuelta” con resultado de PASA lo cual demuestran que los enlaces de fibra óptica entre edificios de la red del Campus UPEMOR cumplen con la perdida y longitud para soportan los estándares de Red: FDDI, 100BASE-FX, 1000BASE-LX, ATM 52 Fiber Optic, ATM 155 Fiber Optic, ATM 622 Fiber Optic, Fibre Channel 133 y Fibre Channel 266.

LINKWARE
CABLE TEST MANAGEMENT SOFTWARE

ID. Cable: UD1-UD2-1,2A **Sumario de Pruebas: PASA**

Fecha / Hora: 10/08/2011 09:22:00am Operador: Miguel A. Cordova Modelo: DSP-4300
Paso Libre: 1.63 dB (Pérdida) Versión de Software: 1.921 Principal N/S: 7511007
Limite de Prueba: 1000BASE-LX - FTA410/420 Version de Limites: 5.14 Remoto N/S: 7511007
 Tipo de Cable: Multimode 62.5 µm Adaptador Principal: FTA 410
 Adaptador Remoto: FTA 410

n = 1.4719	
Cantidad Adaptadores: N/A	
Cantidad Empalmes: N/A	
Tiempo de Prop. (ns)	1158
Longitud (m), Lim. 550.0	235.9 PASA
Dirección	A-B
Longitud de onda (nm)	1300
Result.	PASA
Pérdida (dB)	0.72
Pérdida Lim. (dB)	2.35
Pérdida Margen (dB)	1.63
Referencia (dBm)	-21.57
10/08/2011 09:11:13am	

N/S del extremo cercano del adaptador: 7576035
 N/S del extremo remoto del adaptador: 7576031

Estándares de Red Compatibles:
 FDDI 100BASE-FX 1000BASE-LX
 ATM 52 Fiber Optic ATM 155 Fiber Optic ATM 622 Fiber Optic
 Fibre Channel 133 Fibre Channel 266

LinkWare Versión 4.0

Proyecto: Grid_Morelense

PruebasGrid2013.flw

FLUKE networks

Figura 5.6 Certificado de prueba realizado a enlace óptico Edificios UD1-LT1 Centro de datos Grid con resultado de PASA en prueba TX-RX.



ID. Cable: UD1-UD2-1,2B

Sumario de Pruebas: PASA

Fecha / Hora: 10/08/2011 09:22:00am
Paso Libre: 1.59 dB (Pérdida)
Límite de Prueba: 1000BASE-LX - FTA410/420
 Tipo de Cable: Multimode 62.5 μm

Operador: Miguel A. Cordova
 Versión de Software: 1.921
 Version de Limites: 5.14

Modelo: DSP-4300
 Principal N/S: 7511007
 Remoto N/S: 7511007
 Adaptador Principal: FTA 410
 Adaptador Remoto: FTA 410

n = 1.4719
 Cantidad Adaptadores: N/A
 Cantidad Empalmes: N/A

Tiempo de Prop. (ns) 1158
 Longitud (m), Lím. 550.0 235.9 PASA

Dirección	B-A
Longitud de onda (nm)	1300
Result.	PASA
Pérdida (dB)	0.76
Pérdida Lím. (dB)	2.35
Pérdida Margen (dB)	1.59
Referencia (dBm)	-19.92
10/08/2011 09:11:13am	

N/S del extremo cercano del adaptador: 7576035

N/S del extremo remoto del adaptador: 7576031

Estándares de Red Compatibles:
 FDDI 100BASE-FX 1000BASE-LX
 ATM 52 Fiber Optic ATM 155 Fiber Optic ATM 622 Fiber Optic
 Fibre Channel 133 Fibre Channel 266

Figura 5.7 Certificado de prueba realizado a enlace óptico Edificios UD1-LT1 Centro de datos Grid con resultado de PASA en prueba RX-TX.

Las pruebas realizadas al backbone de fibra óptica en el extremo UAEM fueron realizadas también para fibra óptica monomodo 9/125 mc. Debido a la capacidad de esta fibra las pruebas fueron realizadas para la mayor capacidad de transmisión existente en el estándar Ethernet que es 100Gbps (100 Gigabits por segundo), lo cual garantiza que el backbone en el extremo UAEM garantizará dos generación de tecnologías superiores a Gigabit Ethernet como son 40G Ethernet y el mencionado 100G Ethernet. Lo anterior agrega al proyecto de la Minigríd Morelense mayor valor tecnológico al contar con medios de transmisión con certificados para ejecutar tecnologías de redes actuales y futuras.

Las pruebas de fibra optica monomodo en el extremo UAEM para Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet, 40 Gigabit Ethernet y 100 Gigabit Ethernet se muestran en las figuras posteriores al parrafo. Es importante mencionar que se muestran solo el resultado de dos hilos de fibra optica; hilos suficientes para realizar un enlace Ethernet entre edificios, el resto de las pruebas se anexan en el formato digital al documento.

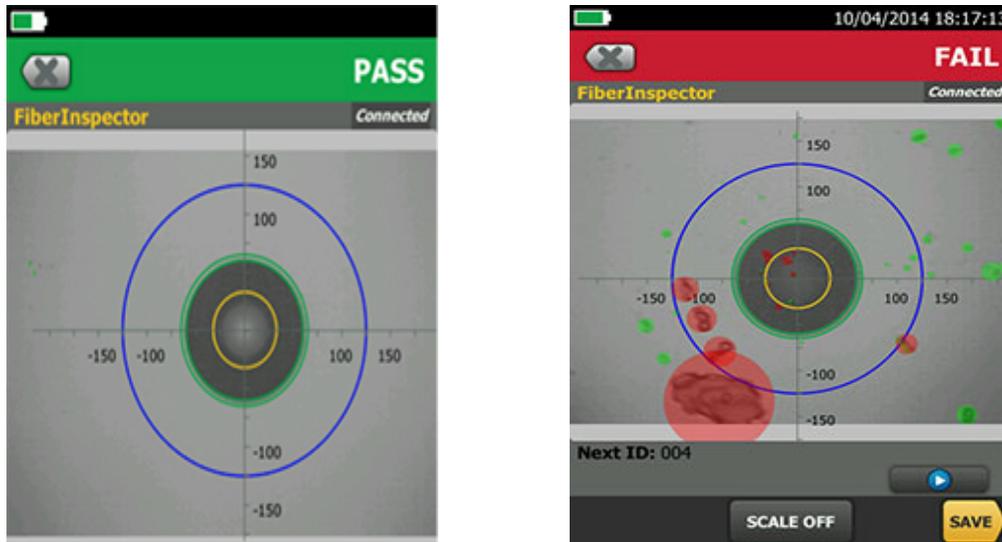
Un punto importante y alternativo a la certificación de nivel II que se suele emplear para detectar problemas de excesiva atenuación en los enlaces, es la inspección visual de las conexiones.

Existen herramientas de microscopio que a su vez lo componen una pantalla LCD y una sonda de múltiples aumentos, entre 200 y 500 es lo habitual, para inspeccionar la férula o superficie de los conectores y ver en tiempo real la suciedad existente en el punto de los conectores por donde se transmite la luz entre conectores.

La inspección visual permite:

- Pruebas de aceptación Pass/Fail automatizadas para extremos de fibra
- Indicaciones gráficas de áreas problemáticas por contaminación, agujeros, roturas y arañazos
- Certificado para cumplir con las normas del sector - IEC 61300-3-35.

Figuras 5.7.1 y 5.7.2 muestran un ejemplo de los resultados gráficos PASA/FALLA de la inspección visual de férulas de fibra óptica. Los resultados de este tipo de prueba aplicados al backbone de fibra optica del backbone de la minigríd morelense son presentados en las figuras 5.7.7 y 5.7.8



Figuras 5.7.1 y 5.7.2 Ejemplos de los resultados de prueba de inspección visual de las férulas de FO.



Cable ID: 40-S-A-21/48-0-A-1.1 **Test Summary: PASS**
 Date / Time: 02/25/2014 11:38:48 AM Backscatter Coefficient: -79.5dB (1310 nm)
 Cable Type: OS2 Singlemode Backscatter Coefficient: -82.0dB (1550 nm)

<p>Loss (R->M) PASS Date / Time: 02/25/2014 11:38:48 AM Test Limit: TIA-568-C Singlemode OSP Limits Version: 2.1 Operator: UAEMor Certifiber Pro (2394506 V2.1 Build 5) Module: CFP-QUAD(2518013) Calibration Date: 08/27/2013 certifiber pro remote (2454469 v2.1 build 5) Module: CFP-QUAD(2518012) Calibration Date: 08/27/2013</p> <p>Loss (M->R) PASS</p> <p>Compliant Network Standards: 1000BASE-LX 100GBASE-ER4 100GBASE-LR4 10GBASE-E 10GBASE-L 10GBASE-LX4 40GBASE-FR 40GBASE-LR4 Fibre Channel 100-SM-LC-L Fibre Channel 1200-SM-LC-L Fibre Channel 1600-SM-LC-L Fibre Channel 200-SM-LC-L Fibre Channel 400-SM-LC-L Fibre Channel 400-SM-LC-M Fibre Channel 800-SM-LC-L Fibre Channel 800-SM-LC-L</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Propagation Delay (ns)</td><td>2804</td><td></td></tr> <tr><td>Length ft</td><td>1879</td><td>PASS</td></tr> <tr><td>Limit</td><td>131234</td><td></td></tr> <tr><td>Result</td><td>1310 nm</td><td>1550 nm</td></tr> <tr><td>Loss (dB)</td><td>0.74</td><td>0.52</td></tr> <tr><td>Limit (dB)</td><td>1.79</td><td>1.79</td></tr> <tr><td>Margin (dB)</td><td>1.05</td><td>1.27</td></tr> <tr><td>Reference (dBm)</td><td>-3.70</td><td>-3.85</td></tr> </table>	Propagation Delay (ns)	2804		Length ft	1879	PASS	Limit	131234		Result	1310 nm	1550 nm	Loss (dB)	0.74	0.52	Limit (dB)	1.79	1.79	Margin (dB)	1.05	1.27	Reference (dBm)	-3.70	-3.85	Number of Adapters: 2 Number of Splices: 0 Connector Type: LC Patch Length1 (ft): 7 Reference Date: 02/25/2014 11:31:36 AM 1 Jumper
	Propagation Delay (ns)	2804																								
	Length ft	1879	PASS																							
	Limit	131234																								
	Result	1310 nm	1550 nm																							
	Loss (dB)	0.74	0.52																							
	Limit (dB)	1.79	1.79																							
	Margin (dB)	1.05	1.27																							
	Reference (dBm)	-3.70	-3.85																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Result</td><td>1310 nm</td><td>1550 nm</td></tr> <tr><td>Loss (dB)</td><td>0.75</td><td>0.48</td></tr> <tr><td>Limit (dB)</td><td>1.79</td><td>1.79</td></tr> <tr><td>Margin (dB)</td><td>1.04</td><td>1.31</td></tr> <tr><td>Reference (dBm)</td><td>-4.08</td><td>-3.45</td></tr> </table>	Result	1310 nm	1550 nm	Loss (dB)	0.75	0.48	Limit (dB)	1.79	1.79	Margin (dB)	1.04	1.31	Reference (dBm)	-4.08	-3.45										
Result	1310 nm	1550 nm																								
Loss (dB)	0.75	0.48																								
Limit (dB)	1.79	1.79																								
Margin (dB)	1.04	1.31																								
Reference (dBm)	-4.08	-3.45																								

LinkWare Version 8.2

Figura 5.7.3. Certificado de prueba de fibra optica monomodo 9/125 OLTS – 100Gigabit Ethernet – Hilo1.



Cable ID: 40-S-A-21/48-0-A-1.2

Date / Time: 02/25/2014 11:38:03 AM n = 1.4670 (1310 nm)
Cable Type: OS2 Singlemode n = 1.4680 (1550 nm)

Test Summary: PASS

Backscatter Coefficient: -79.5dB (1310 nm)
Backscatter Coefficient: -82.0dB (1550 nm)

Loss (R->M)

PASS

Date / Time: 02/25/2014 11:38:03 AM
Test Limit: TIA-568-C Singlemode OSP
Limits Version: 2.1
Operator: UAEMor
CertiFiber Pro (2394506 V2.1 Build 5)
Module: CFP-QUAD(2518013)
Calibration Date: 08/27/2013
certifiber pro remote (2454469 v2.1 build 5)
Module: CFP-QUAD(2518012)
Calibration Date: 08/27/2013

Propagation Delay (ns)	2804	
Length ft	1879	PASS
Limit 131234		
	1310 nm	1550 nm
Result	PASS	PASS
Loss (dB)	0.33	0.35
Limit (dB)	1.79	1.79
Margin (dB)	1.46	1.44
Reference (dBm)	-3.70	-3.85

Number of Adapters: 2
Number of Splices: 0
Connector Type: LC
Patch Length1 (ft): 7
Reference Date: 02/25/2014 11:31:36 AM
1 Jumper

Loss (M->R)

PASS

	1310 nm	1550 nm
Result	PASS	PASS
Loss (dB)	0.78	0.40
Limit (dB)	1.79	1.79
Margin (dB)	1.01	1.39
Reference (dBm)	-4.08	-3.45

Compliant Network Standards:

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1000BASE-LX | 100GBASE-ER4 | 100GBASE-LR4 |
| 10GBASE-E | 10GBASE-L | 10GBASE-LX4 |
| 40GBASE-FR | 40GBASE-LR4 | Fibre Channel 100-SM-LC-L |
| Fibre Channel 1200-SM-LC-L | Fibre Channel 1600-SM-LC-L | Fibre Channel 200-SM-LC-L |
| Fibre Channel 400-SM-LC-L | Fibre Channel 400-SM-LC-M | Fibre Channel 800-SM-LC-L |
| Fibre Channel 800-SM-LC-L | | |

Figura 5.7.4. Certificado de prueba de fibra optica monomodo 9/125 OLTS – 100Gigabit Ethernet – Hilo2.



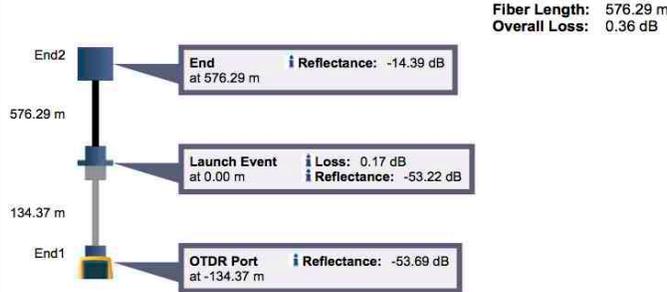
Cable ID: 100G_CIICAP_HILO_1

Date / Time: 03-12-2013 01:32:12 PM n = 1.4670 (1310 nm)
Cable Type: OS2 Singlemode n = 1.4680 (1550 nm)
End2 Name: EXTREMO2

Test Summary: PASS

Backscatter Coefficient: -79.5dB (1310 nm)
Backscatter Coefficient: -82.0dB (1550 nm)

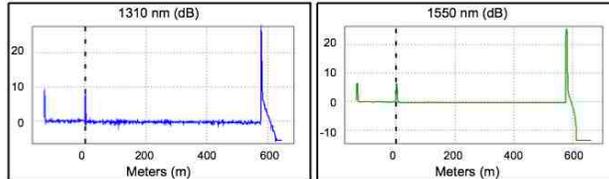
EventMap [OTDR Bidir. Avg.]



OTDR End1 PASS

Test Limit: 100GBASE-LR4
Limits Version: 2.1
Date / Time: 03-12-2013 01:06:14 PM
Operator: RESIDENTES
Tester: OptiFiber Pro (2394506 V2.1 Build 5)
Module: OFF-QUAD (2534005)
Calibration Date: 12-09-2013

Launch Only
Launch Type: Singlemode
Launch Length (m): 134.37



Overall Results	1310 nm	1550 nm	Limit
Overall Length (m)	576.29		10000.
Overall Loss (dB)	0.36		6.30
ORL (dB)	42.11	0.27	44.38

Settings (Auto OTDR)	1310 nm	1550 nm
Auto OTDR		
Range (Auto)	781 m	797 m
Resolution (Auto)	0.13 m	0.03 m
Pulse Width (Auto)	10 ns	30 ns
Averaging Time (Auto)	3 s	13 s
Loss Threshold (Auto)	0.10 dB	0.10 dB
End Threshold (Auto)	0.00 dB	0.00 dB

Events	Loss (dB)			Reflectance (dB)			Attn Coeff (dB/km)		
	1310 nm	1550 nm	Limit	1310 nm	1550 nm	Limit	1310 nm	1550 nm	Limit
576.29 m End	N/A	N/A		-14.70	-14.39		0.33	0.19	
0.00 m Launch Event	0.17	0.17		-53.22	-53.41		0.56	0.22	
-134.37 m OTDR Port	N/A	N/A		-53.69	-53.92		N/A	N/A	

Figura 5.7.5. Certificado de prueba de fibra optica monomodo 9/125 OTDR – 100Gigabit Ethernet – Hilo1.



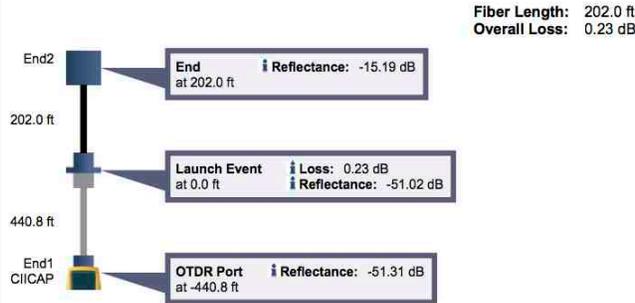
Cable ID: 100G_GRID_HILO_2

Date / Time: 12/03/2013 02:38:05 PM n = 1.4670 (1310 nm)
Cable Type: OS2 Singlemode n = 1.4680 (1550 nm)
End1 Name: CIICAP

Test Summary: PASS

Backscatter Coefficient: -79.5dB (1310 nm)
Backscatter Coefficient: -82.0dB (1550 nm)

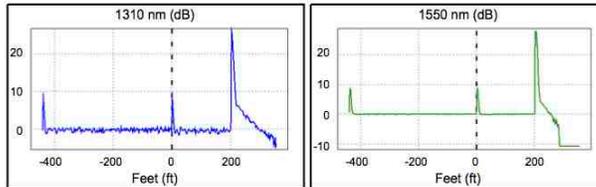
EventMap



OTDR End1 PASS

Test Limit: 100GBASE-LR4
Limits Version: 2.1
Date / Time: 12/03/2013 02:38:05 PM
Operator: RESIDENTES
Tester: OptiFiber Pro (2394506 V2.1 Build 5)
Module: OFP-QUAD (2534005)
Calibration Date: 09/12/2013

Launch Only
Launch Type: Singlemode
Launch Length (ft): 440.8



Overall Results	1310 nm	1550 nm	Limit
Overall Length (ft)	202.0		32808
Overall Loss (dB)	0.23		6.30
ORL (dB)	50.05	51.02	

Settings (Auto OTDR)	1310 nm	1550 nm
Auto OTDR		
Range (Auto)	797 ft	798 ft
Resolution (Auto)	0.4 ft	0.1 ft
Pulse Width (Auto)	3 ns	10 ns
Averaging Time (Auto)	3 s	15 s
Loss Threshold (Auto)	0.10 dB	0.10 dB
End Threshold (Auto)	0.00 dB	0.00 dB

Events	Loss (dB)			Reflectance (dB)			Attn Coeff (dB/km)		
	1310 nm	1550 nm	Limit	1310 nm	1550 nm	Limit	1310 nm	1550 nm	Limit
202.0 ft End	N/A	N/A		-15.19	-16.28		0.00	0.00	
0.0 ft Launch Event	0.23	0.00		-51.02	-53.05		0.60	0.10	
-440.8 ft OTDR Port	N/A	N/A		-51.31	-53.74		N/A	---	

Figura 5.7.6. Certificado de prueba de fibra optica monomodo 9/125 OTDR – 100Gigabit Ethernet – Hilo2.



Cable ID: FI_48_HILO_01
Date / Time: 02/25/2014 10:57:47 AM

Test Summary: PASS

Endface Image End1
PASS

Date / Time: 02/25/2014 10:57:47 AM
Operator: UAEMor
OptiFiber Pro (2394506 V2.1 Build 5)

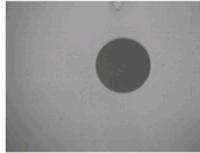


Figura 5.7.7. Certificado de prueba de fibra optica monomodo 9/125 Video Microscopio – 100Gigabit Ethernet – Hilo1.



Cable ID: FI_48_HILO_02
Date / Time: 02/25/2014 11:00:28 AM

Test Summary: PASS

Endface Image End1
PASS

Date / Time: 02/25/2014 11:00:28 AM
Operator: UAEMor
OptiFiber Pro (2394506 V2.1 Build 5)

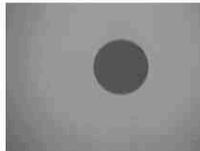


Figura 5.7.8. Certificado de prueba de fibra optica monomodo 9/125 Video Microscopio – 100Gigabit Ethernet – Hilo2.

5.3. Pruebas y resultados de enlace WAN inalámbrico entre las instituciones implementado mediante enlace de microondas punto a punto con bandas de frecuencia ISM.

En la presente sección se presentan los resultados de las pruebas realizadas al enlace inalámbrico punto a punto. Las pruebas del enlace WAN punto a punto consistieron en las siguientes premisas:

- 1) Alcanzar o acercar los valores de configuración a los valores de los resultados de la herramienta LYNX TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1; es importante mencionar que dicha herramienta es proporcionada por el fabricante Proxim Wireless Network para calcular y obtener los valores ideales de la implementación del enlace inalámbrico.
- 2) Pruebas de velocidad utilizando software de medición como Qchek y Jperf.
- 3) Pruebas de latencia usando pruebas ICMP Ping,

Los resultados de la herramienta LYNX TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1 se muestran en la Figura 5.8 en los valores importantes a tomar en consideración son RSL - Receive Signal Level (Nivel de señal recibida) y Predicted Outage (interrupción prevista). Los valores que se esperados ideales durante la implementación son: Nivel de disponibilidad previsto de 99.99981%, y Niveles de intensidad de señal esperados de -58.8 dBm.

Resultados de LYNX-TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL ENLACE WAN ENTRE UPEMOR Y UAEM



Point-to-Point Link Budget Calculator Lynx and Tsunami GX (User-defined Regulations)

(use this space to type a title for your specific calculation before printing)

Instructions: Fill in all pull-down boxes and boxes with borders. Values in blue are calculated for you.

Regulations: Alternative EIRP in dBm:

Product Model Type: → Se introduce el modelo de Radio a utilizar en el enlace (TSUNAMI GX32)

Terrain Factor: Alternative Terrain Factor:

Climate Factor: Alternative Climate Factor:

Link Distance: Miles Kilometers → Se introduce la distancia del enlace en Km.

Transmit Frequency Band, Site A: GHz

Transmission Line Length, Site A: Feet Meters → 2-piece architecture - see transmission line note → Longitud del cable del radio a la antena en el área exterior en Mts. Extremo UAEM.

Transmission Line Type, Site A: Alternative Transmission Line Specification:

Protection Switch on Site A? Yes (2.5dB loss) Units: dB per 100 Feet dB per 100 Meters

Number of Connectors: (114dB loss per connector)

Additional Losses, Site A: dB

Antenna, Site A: Enter Gain (dBi) of Alternative Antenna: → Se selecciona el tipo de antena a utilizar en el enlace extremo UAEM.

Transmit Frequency Band, Site B: GHz

Transmission Line Length, Site B: Feet Meters → 2-piece architecture - see transmission line note → Longitud del cable del radio a la antena en el área exterior en Mts extremo UAEM.

Transmission Line Type, Site B: Alternative Transmission Line Specification:

Protection Switch on Site B? Yes (2.5dB loss) Units: dB per 100 Feet dB per 100 Meters

Number of Connectors: (114dB loss per connector)

Additional Losses, Site B: dB

Antenna, Site B: Enter Gain (dBi) of Alternative Antenna: → Se selecciona el tipo de antena a utilizar en el enlace extremo UAEM.

Analysis From Site A to Site B:			Analysis From Site B to Site A:		
Maximum Legal Transmit Power at Site A	30.0	dBm	30.0	Maximum Legal Transmit Power at Site B	
Transmit Power at Site A Used for Calculation	23.5	dBm	23.5	Transmit Power at Site B Used for Calculation	
Received Signal Level (RSL) at Site B	-54.8	dBm	-54.8	Received Signal Level (RSL) at Site A	
Threshold at Site B	-86	dBm	-86	Threshold at Site A	
Fade Margin into Site B	31.2	dB	31.2	Fade Margin into Site A	
Predicted Availability A-towards-B	99.99981%	percent	99.99981%	Predicted Availability B-towards-A	
Predicted Outage A-towards-B	1.02	minutes	1.02	Predicted Outage B-towards-A	

RESULTADOS DEL ANALISIS

Niveles de intensidad de señal esperados durante la implementación del enlace
-54.8 dBm

Nivel de disponibilidad previsto:
99.99981%

Minutos al año máximo previstos fuera de servicio:
1.02 Minutos.

Important Note: The provided calculations are not a guarantee of link performance. The data is provided in order to assist with the design of a wireless link using a Lynx or Tsunami product. The calculated performance may be useful for comparison with the actual system when installed. These calculations assume an unobstructed line-of-site radio path with adequate clearance for antenna height above terrain and obstructions. The availability and outage results are based on the industry-standard formulae and use the manufacturer's specified performance for transmitter output power, receiver threshold, and antenna gain. Standard factors apply for the terrain type and current climate conditions, assuming no unusual or multipath propagation.

Figura 5.8 Resultados ideales esperado en el enlace de microondas mostrados por herramienta LYNX TSUNAMI_CALCULATOR_REV_3.1.1.

Demostración de Calculo de RSL:

$$RSL \text{ (dBm)} = P_{\text{out}} - L_1 + G_1 + G_2 - L_2 - L_p$$

Donde:

P_{out} es la potencia de salida del transmisor (en dBm)

L_1 es la pérdida total de todos los elementos de transmisión entre la antena y la unidad de RF en un lado del enlace (en dB).

G_1 es la ganancia de la antena en un lado del enlace (en dB)

G_2 es la ganancia de la antena en el lado opuesto del enlace (en dB)

L_2 es la pérdida total de todos los elementos de transmisión entre la antena y la unidad de RF en el lado opuesto del enlace (en dB)

L_p es la pérdida de trayectoria, definida por cualquiera de las siguientes formulas:

$$L_p \text{ (dB)} = 96.6 + 20 \log_{10} F + 20 \log_{10} D \text{ (D = distancia en millas).}$$

or:

$$L_p \text{ (dB)} = 92.4 + 20 \log_{10} F + 20 \log_{10} D \text{ (D = distancia en kilómetros)}$$

Se demuestra el resultado del calculo del RSL con los valores del enlace WAN UAEM – UPEMOR. Donde para calcular L_1 y L_2 se toma en consideración que el cable entre antena y radio es del tipo coaxial LMR600 con perdida de 7.3dB por cada 100ft (9.84 ft usados en la implementación del enlace). Así como 2 conectores en cada extremo del enlace considerando .25 dB por cada conector (Proxim, 2005).

Demostración de calculo RSL:

	Pout -	L1 +	G1 +	G2 -	L2 -	Lp	
Calculo RSL	25	1.21850394	28	28	1.21850394	132.817695	-54.254703

Donde para Calcular $L_1 = ((3 \times 7.3) / 30.48) + 0.25 + 0.25$

Donde para Calcular $L_p = 94.4 + 20(\text{LogB10}(5.8)) + 20(\text{LogB10}(14.37))$

Los resultados de este cálculo del presupuesto de RSL del enlace son muy importantes para la verificación de la correcta instalación y pueden ayudar significativamente a identificar los problemas durante la instalación y solución de problemas. Si se calcula el RSL esperado, se puede verificar que se ha logrado las mejores prácticas durante la instalación y el uso de los resultados reales comparados con los resultados esperados para la solución de problemas (Proxim, 2005).

En la Figura 5.8 Muestra la pantalla de configuración del enlace de microondas al cual se asignaron los parámetros como potencia del radio 25 dBm, así como frecuencia de transmisión y recepción: 5.8435 Rx y 5.7585Tx. para poder obtener una representación grafica del RSL se ejecuta el enlace en modo analizador de espectro.

La Figura 5.9 Muestra de manera análoga los niveles de señal y permite que de manera visual verificar el estado de la calidad del enlace.

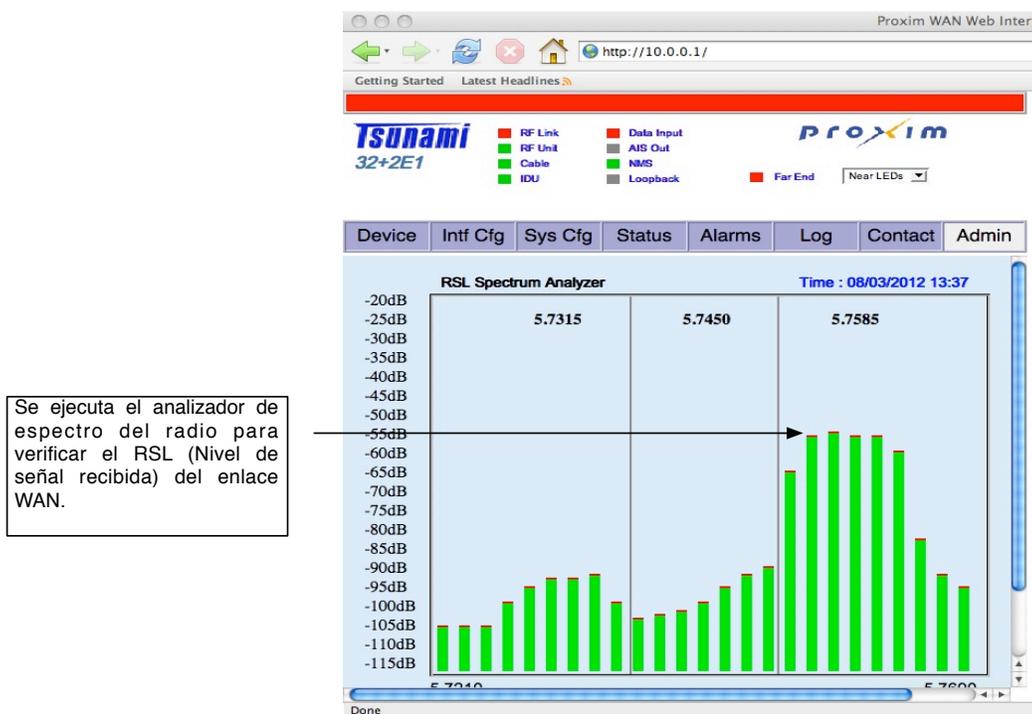


Figura 5.9 Ventana muestra el RSL del enlace WAN mediante grafico de barras.

Para verificar los valores exactos de RSL y verificar los valores esperados por el diseño del enlace se muestra la figura 5.10. de status como resultado de la implementación.

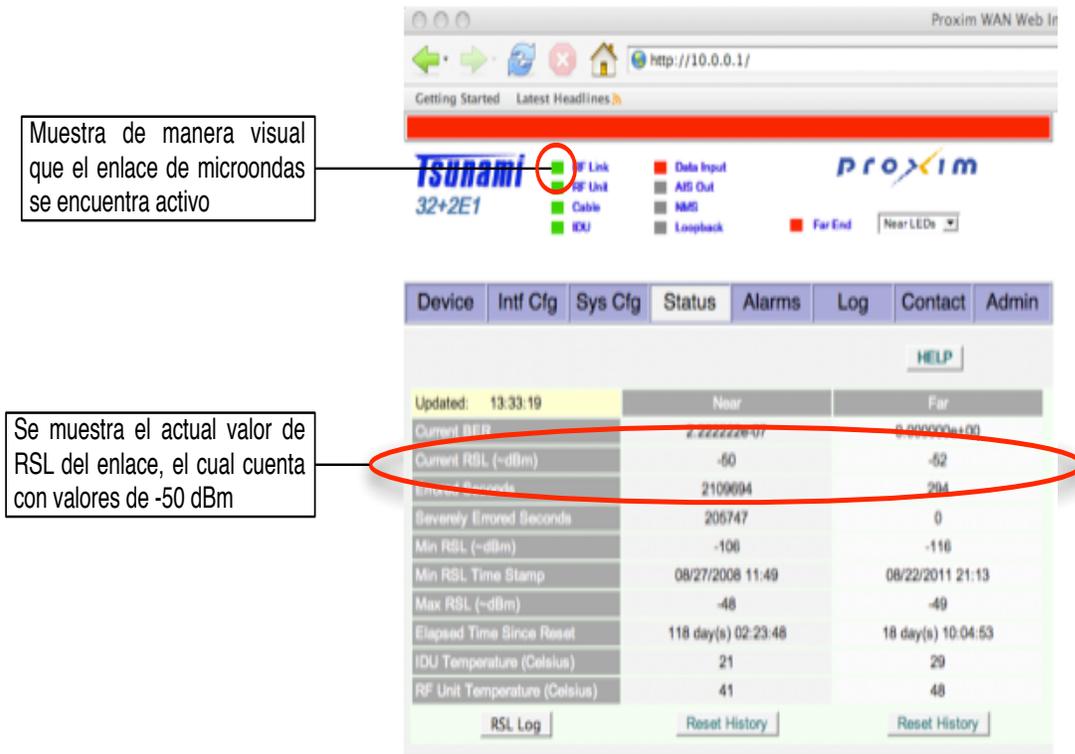


Figura 5.10 Ventana muestra el estado del enlace WAN configurado.

La Figura 5.10. Muestra los valores digitales de RSL del enlace WAN los cuales coinciden con los valores de RSL esperados en el diseño del mismo de -54.8 dBm; los cuales se demuestra que son mejorados al tener como valores actuales de niveles de señal recibida -50 dBm, así como el nivel de disponibilidad esperado del enlace en porcentaje y en minutos previstos fuera de servicio al año 99.99981% o 1.02 minutos respectivamente están garantizados.

5.4. Pruebas y resultados de velocidad y latencia extremo a extremo de la Minigrad Morelense.

Una vez confirmada la correcta implementación del enlace WAN mediante las pantallas de configuración de los dispositivos inalámbricos, en la presente sección se muestran los resultados de velocidad entre ambas instituciones, para ello se utilizan las siguientes herramientas de software:

- **Jperf:** Es un marco simple para escribir y ejecutar el rendimiento automatizado y pruebas de escalabilidad. Sirve para medir el rendimiento y la latencia entre dos o más enlaces punto a punto. Perfecto para medir el impacto de la optimización del rendimiento. Muestra la duración media y el rendimiento (invocaciones por segundo) (Sourceforge.net, 2013).
- **Ping:** El comando ping es un método muy común para resolver problemas con la accesibilidad de dispositivos. Utiliza una serie de mensajes eco del protocolo Internet Control Message Protocol (ICMP) para determinar; Si un host remoto está activo o inactivo, el retraso de ida y vuelta al comunicarse con el host y pérdida de paquetes (Cisco, 2013).
- **Qcheck:** Es un programa de uso libre diseñado para ayudar a medir el rendimiento de la red y la conectividad, que no interfiera con otro tráfico de aplicaciones, lo que puede asegurar que las medidas que se reflexión exactas al comportamiento de su red en condiciones reales de operación (qcheck.software.informer, 2013).
- **Latencia:** Representa cuánto tiempo toma al primer bit llegar del cliente al servidor (Tanenbaum, 2003), la prueba de latencia fue realizada utilizando el la herramienta Ping.
- **TraceRoute:** El ping se usa para indicar la conectividad entre dos hosts. Traceroute (tracert) es una utilidad que permite observar la ruta entre estos hosts. El rastreo genera una lista de saltos alcanzados con éxito a lo largo de la ruta. Esta lista puede suministrar información importante para la verificación y el diagnóstico de fallas. Si los datos llegan a destino, entonces el rastreador menciona la interfaz en cada router que aparece en el camino (Exploration, 2013).

Pruebas utilizando herramienta JPERF

Se muestra los resultados de velocidad de la conectividad de la MiniGrid Morelense, las pruebas de para obtener la velocidad total del sistema se realizaron de extremo a extremo incluyendo los diferentes segmentos de red LAN, CAN y WAN; demostrando con estos resultados la capacidad máxima de transporte de la conectividad de redes implementado en este trabajo. Las pruebas realizas con el software JPERF se muestran en la parte inferior.

Las pruebas de velocidad de la conectividad de la MiniGrid Morelense utilizando JPERF se realizo mediante el esquema mostrado en la figura 5.11

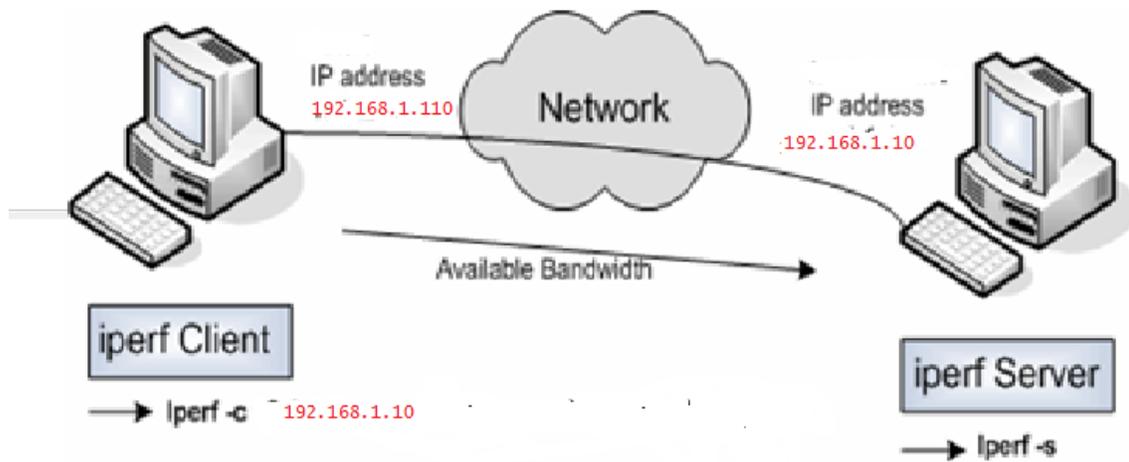


Figura 5.11 Pruebas de velocidad de la conectividad de la MiniGrid Morelense utilizando software JPERF.

Desarrollo de la prueba JPERF

Se comprueba la comunicación extremo a extremo usando la herramienta ICMP Ping entre los dispositivos terminales con direcciones IP mostradas en la figura 5.12 y 5.13.

PC servidor UAEM -> Ping a la 192.168.1.110 cliente UPEMOR

```
Haciendo ping a 192.168.1.104 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.10: Host de destino inaccesible.

Estadísticas de ping para 192.168.1.104:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos>).

C:\Users\Lucero>ping 192.168.1.110

Haciendo ping a 192.168.1.110 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.110: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.110:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos>).
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
```

Figura 5.12 Resultado de prueba de conectividad usando el comando Ping UAEM->UPEMOR.

PC cliente UPEMOR -> PING a la 192.168.1.10 servidor UAEM

```
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos>).
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 3ms, Media = 1ms

C:\Users\TEO>ping 192.168.1.10

Haciendo ping a 192.168.1.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=3ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos>).
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 3ms, Media = 1ms
```

Figura 5.13 Resultado de prueba de conectividad usando el comando Ping UAEM->UPEMOR.

Las figuras 5.12. y 5.13. muestran la existencia de conectividad entre ambos extremos de la MiniGrid Morelense demostrando de la misma manera que no existen paquetes perdidos en la comunicación de la red.

Las Figuras 5.14 y 5.15. muestran la ejecución de las prueba de la herramienta JPERF para probar ancho de banda y Jitter's existente extremo a extremo de la conectividad de la Minigrid Morelense; se realiza la prueba durante 10 segundos simulando 10 streams paralelos para dicha prueba.

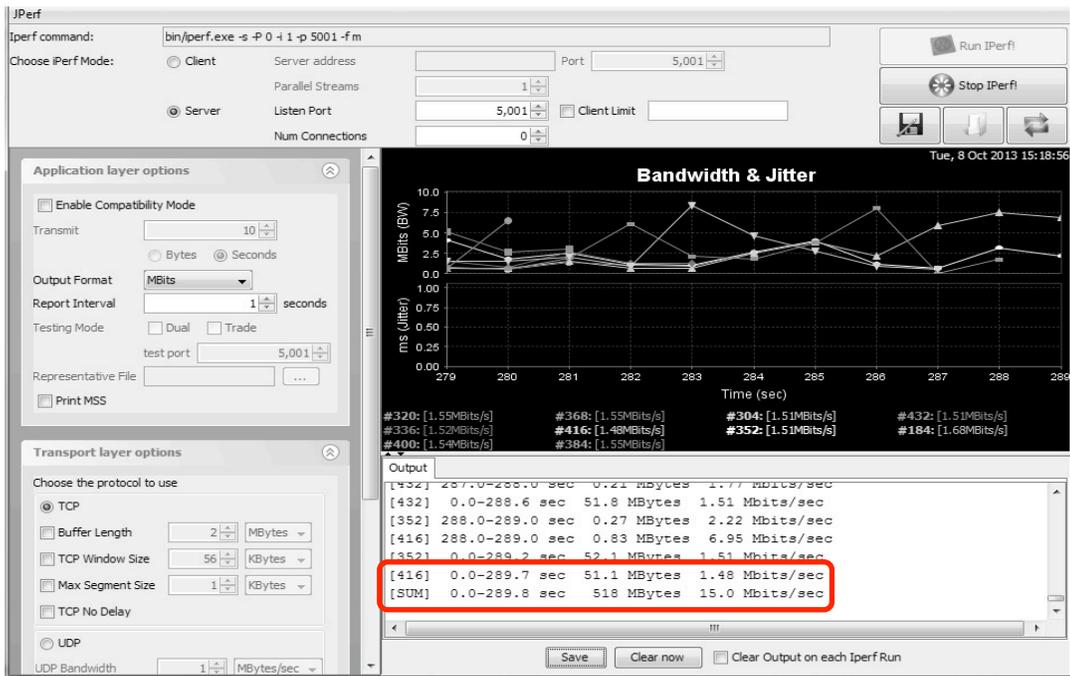


Figura 5.14 Resultado de la prueba JPERF del lado del servidor.

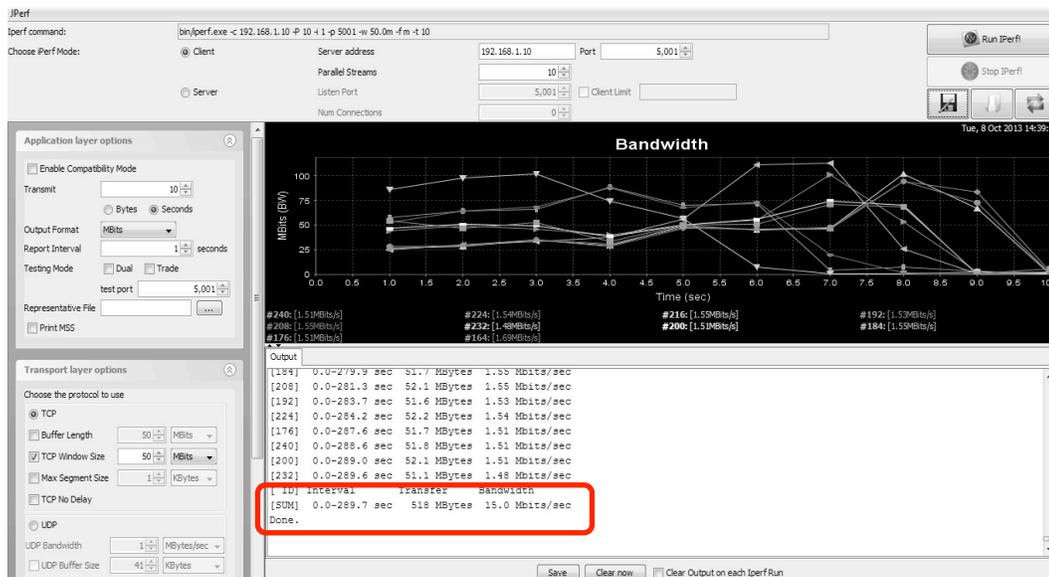


Figura 5.15 Resultado de la prueba JPERF del lado del cliente.

Resultados

Cliente



ID	Interval	Transfer	Bandwidth
[184]	0.0-279.9 sec	51.7 MBytes	1.55 Mbits/sec
[208]	0.0-281.3 sec	52.1 MBytes	1.55 Mbits/sec
[192]	0.0-283.7 sec	51.6 MBytes	1.53 Mbits/sec
[224]	0.0-284.2 sec	52.2 MBytes	1.54 Mbits/sec
[176]	0.0-287.6 sec	51.7 MBytes	1.51 Mbits/sec
[240]	0.0-288.6 sec	51.8 MBytes	1.51 Mbits/sec
[200]	0.0-289.0 sec	52.1 MBytes	1.51 Mbits/sec
[232]	0.0-289.6 sec	51.1 MBytes	1.48 Mbits/sec
[SUM]	0.0-289.7 sec	518 MBytes	15.0 Mbits/sec

servidor



ID	Interval	Transfer	Bandwidth
[432]	0.0-288.6 sec	51.8 MBytes	1.51 Mbits/sec
[352]	288.0-289.0 sec	0.27 MBytes	2.22 Mbits/sec
[416]	288.0-289.0 sec	0.83 MBytes	6.95 Mbits/sec
[352]	0.0-289.2 sec	52.1 MBytes	1.51 Mbits/sec
[416]	0.0-289.7 sec	51.1 MBytes	1.48 Mbits/sec
[SUM]	0.0-289.8 sec	518 MBytes	15.0 Mbits/sec

Figura 5.16 Resumen de resultados de la prueba JPERF en los extremos cliente y servidor.

Las figura 5.16. muestra el resumen de resultados de la prueba JPERF en los extremos servidor (UAEM) y cliente (UPEMOR). Comprobando así, los resultados obtenidos con la herramienta de software QCHEK en figura 5.18, donde se tiene un agregado de velocidad de ambos extremos de 30 Mbps; así mismo la herramienta JPERF demuestra en la presente prueba la no existencia de Jitter's durante la comunicación, lo cual representa un parámetro benéfico para la MiniGrid Morelense.

La Figura 5.17 muestra los resultados y esquema de prueba de velocidad de la conectividad de la MiniGrid Morelense; las pruebas de para obtener la velocidad total del sistema se realizaron de extremo a extremo incluyendo los diferentes segmentos de red LAN, CAN y WAN; demostrando con estos resultados la capacidad máxima de transporte de la conectividad de redes implementado en este trabajo. Las pruebas realizadas con el software QCHECK se muestran en la parte inferior.

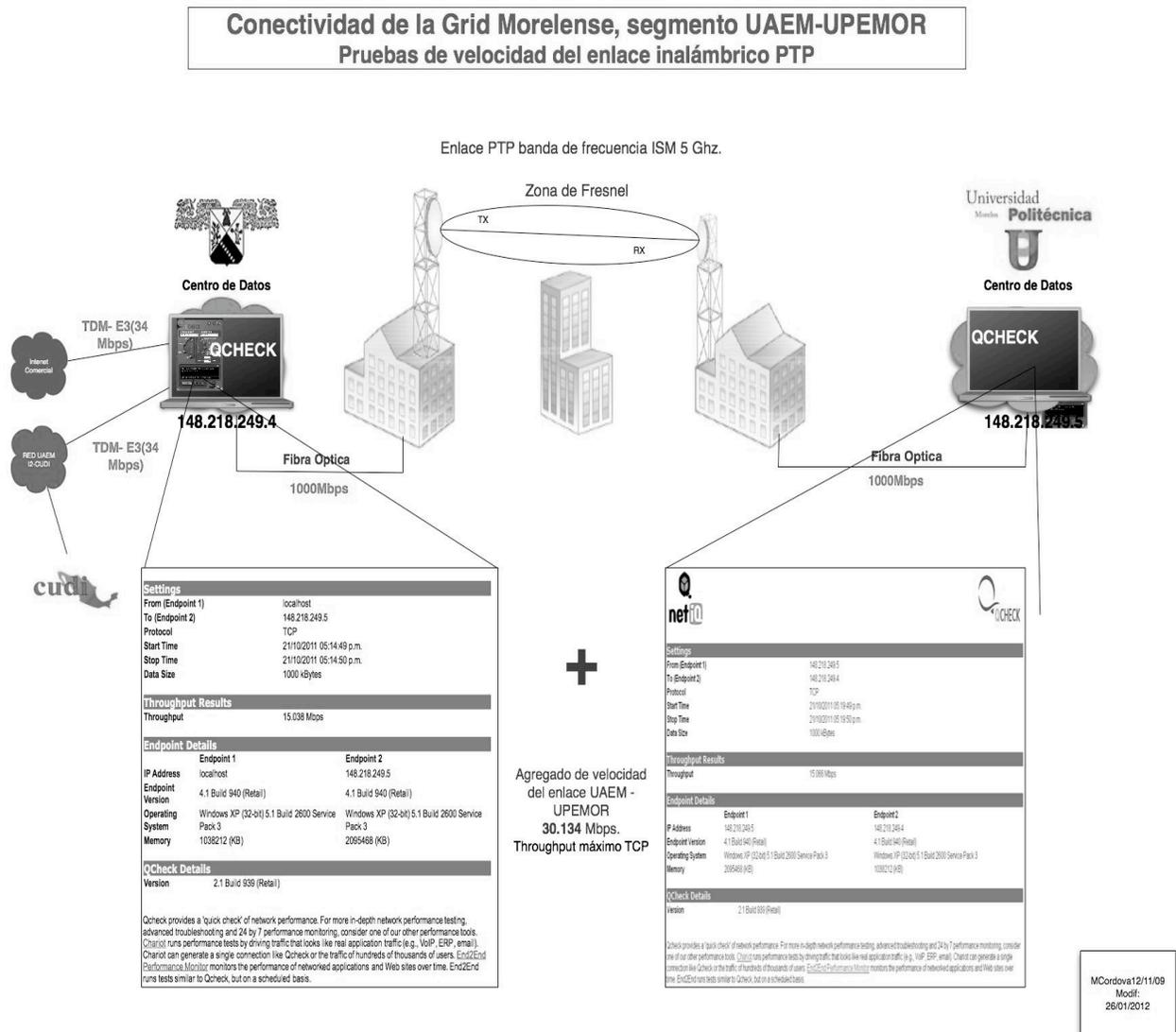


Figura 5.17 Pruebas de velocidad de la conectividad de la MiniGrid Morelense utilizando software QCHECK.

5.5. Resultados de las pruebas de latencia de la MiniGrid Morelense UAEM – UPEMOR.

La figura 5.18 y 5.19 muestran los resultados de latencia anterior a la implementación del presente trabajo, así como los resultados de latencia actuales resultado de pruebas realizadas durante una semana en horarios “pico” de trafico de red en ambas instituciones. Los resultado se muestran en milisegundos donde $1\text{ ms} = 1 \times 10^{-3}\text{ s}$.

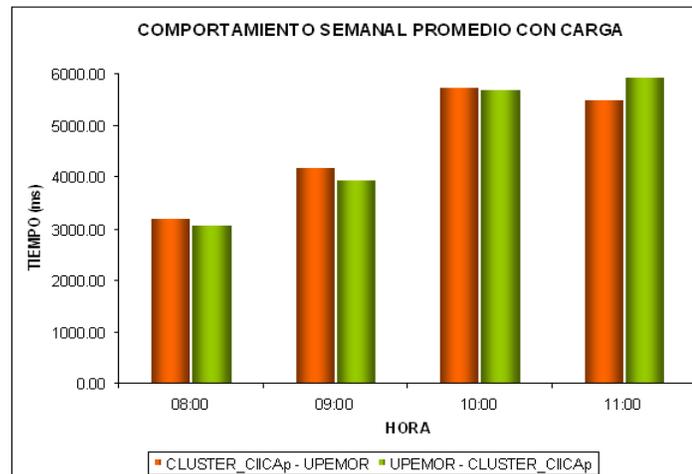


Figura 5.18 Comportamiento semanal de latencia promedio con carga, anterior a la implementación de la conectividad de la MiniGrid Morelense (Chávez, 2013).

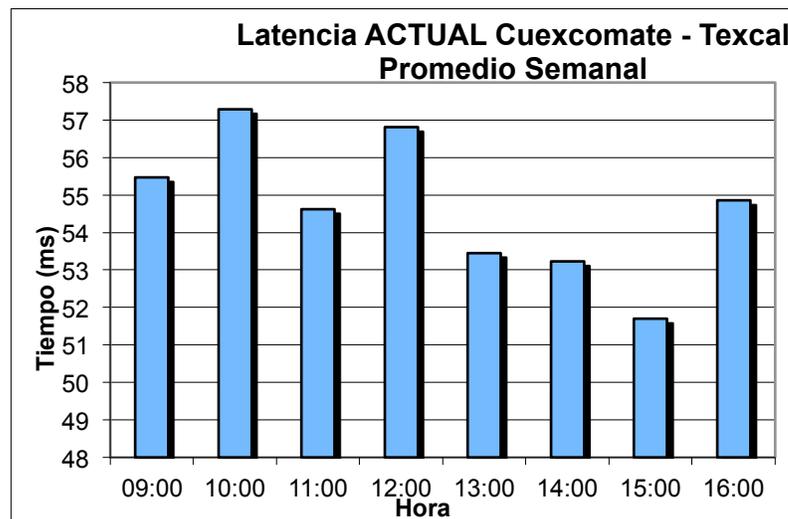


Figura 5.19 Comportamiento semanal de latencia promedio con carga actual, posterior a la implementación de la conectividad de la MiniGrid Morelense (Chávez, 2013).

Los resultados mostrados en las figuras 5.19 y 5.20 demuestran que la implementación de la conectividad de la Minigríd Morelense desarrollada en el presente trabajo, a reducido la latencia de la comunicación entre los clusters Cuescomate y Texcal en un **99.9906%** en comparación con la latencia cuando dicha comunicación se realizaba utilizando Internet comercial.

5.6. Pruebas de Traceroute

Los listados de la herramienta traceroute se muestran en la parte inferior del presente párrafo.

Las pruebas de Traceroute se realizaron desde los cluster's en tres direcciones:

1. Hacia una dirección IP o URL existente en Internet comercial, con la finalidad de verificar la correcta comunicación mediante un proveedor de servicios de Internet Comercial (ISP).
2. Hacia una dirección IP o URL (por su siglas en inglés de uniform resource locator) existente en Internet2. con la finalidad de verificar la correcta comunicación mediante la Red Nacional de Investigación y Educación (RNIE) administrada por CUDI (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet).
3. Entre cluster's Cuexcomate – Texcal ida y vuelta. Con la finalidad de verificar la comunicación mediante la VLAN (capa2) de tráfico de la MiniGrid Morelense.

Resultado de Traceroute hacia una dirección IP o dominio existente en Internet comercial.

En la parte inferior del presente párrafo se lista el resultado de la ejecución de la herramienta traceroute desde cluster Cuexcomate hacia URL www.google.com. Donde se muestra los saltos hacia las interfaces de los diferentes ruteadores para llegar a la URL destino, comprobando en los saltos 4 y 5 la trayectoria de la traza mediante el ISP de internet comercial que actualmente cuenta la UAEM (Alestra).

```

{cuexcomate}: ~
[@:~]$(2)->tracert www.google.com
tracert to www.google.com (74.125.227.177), 30 hops max, 40 byte packets
 1 148.218.100.254 (148.218.100.254) 0.890 ms 0.887 ms 0.892 ms
 2 148.218.251.37 (148.218.251.37) 0.488 ms 0.477 ms 0.478 ms
 3 201.163.178.155 (201.163.178.155) 5.995 ms 8.472 ms 8.439 ms
 4 pd-mex1.alestra.net.mx (189.206.31.29) 14.233 ms 14.237 ms 14.229 ms
 5 igmex1.alestra.net.mx (201.151.29.34) 5.183 ms 5.175 ms 5.159 ms
 6 63-218-101-157-static.pccwglobal.net (63.218.101.157) 23.670 ms
23.851 ms 23.833 ms
 7 TenGE11-3.br02.dal01.pccwbtn.net (63.218.22.102) 34.948 ms
34.921 ms 34.697 ms
 8 google.tenge11-4.br02.dal01.pccwbtn.net (63.218.23.118) 34.228 ms
34.342 ms 34.291 ms
 9 * * *
10 64.233.174.137 (64.233.174.137) 34.830 ms 34.885 ms 35.197 ms
11 dfw06s32-in-f17.1e100.net (74.125.227.177) 35.648 ms 35.695 ms 35.975 ms

```

Resultado de Traceroute hacia una dirección IP o URL existente en Internet2. En la parte inferior del presente párrafo se lista el resultado de la ejecución de la herramienta traceroute desde cluster Cuexcomate hacia URL www.unam.mx. Donde se muestra los saltos hacia las interfaces de los diferentes ruteadores para llegar a la URL destino, comprobando en los saltos 4 y 5 la trayectoria de la traza mediante la infraestructura de la red RNIE administrada por CUDI. Es importante mencionar que la Universidad Nacional Autónoma de México cuenta de la misma manera con conectividad hacia Internet comercial e Internet2.

```

[@:~]$(1)->tracert www.unam.mx

tracert to www.unam.mx (132.248.10.44), 30 hops max, 40 byte packets
 1 148.218.100.254 (148.218.100.254) 1.085 ms 1.078 ms 1.083 ms
 2 148.218.251.37 (148.218.251.37) 0.444 ms 0.425 ms 0.407 ms
 3 148.218.251.226 (148.218.251.226) 0.758 ms 0.712 ms 0.725 ms
 4 mexico10k-uaem.core.cudi.edu.mx (200.23.60.77) 290.352 ms
290.342 ms 290.343 ms
 5 mexico7200-mexico10k.core.cudi.edu.mx (200.23.60.229) 290.327 ms
290.309 ms 290.312 ms
 6 unam-mexico7200.core.ri3.unam.mx (132.247.255.181) 290.363 ms
289.973 ms 289.949 ms
 7 132.247.255.254 (132.247.255.254) 289.935 ms 289.746 ms 289.719 ms
 8 ve2.dgtic-core.unam.mx (132.247.251.194) 289.713 ms 289.118 ms 288.350 ms
 9 132.247.251.170 (132.247.251.170) 337.206 ms 343.561 ms 363.672 ms

```

Resultado de Traceroute entre cluster's Cuexcomate – Texcal ida y vuelta

En la parte inferior del presente párrafo se listan los resultados de los comandos traceroute entre clusters, ambas pruebas tienen como resultado un salto, es decir, se comprueba la comunicación entre clusters mediante VLAN (Capa2) de tráfico de la MiniGrid Morelense implementada en el presente trabajo.

Traceroute de cluster Cuexcomate a Cluster Texcal

```
{cuexcomate}: ~  
[pmoreno@:~]$ (1)->traceroute texcal  
traceroute to texcal (192.168.1.250), 30 hops max, 40 byte packets  
1 texcal (192.168.1.250) 2.716 ms 2.751 ms 2.807 ms  
-----  
{cuexcomate}: ~  
[pmoreno@:~]$ (2)->traceroute 192.168.1.250  
traceroute to 192.168.1.250 (192.168.1.250), 30 hops max, 40 byte packets  
1 texcal (192.168.1.250) 17.507 ms 17.494 ms 17.490 ms
```

Traceroute de Cluster Texcal a cluster Cuexcomate

```
[@texcal ~]$ traceroute cuexcomate  
traceroute to cuexcomate (192.168.1.253), 30 hops max, 40 byte packets  
1 cuexcomate (192.168.1.253) 0.787 ms 0.881 ms 0.934 ms  
[pmoreno@texcal ~]$ traceroute 192.168.1.253  
traceroute to 192.168.1.253 (192.168.1.253), 30 hops max, 40 byte packets  
1 cuexcomate (192.168.1.253) 0.667 ms 0.720 ms 0.839 ms  
[pmoreno@texcal ~]$
```

5.7 Resultados de Centro de datos.

Los resultados que se muestran para los Centros de Datos donde se encuentran físicamente los cluster's Cuexcomate y Texcal se presentan en la parte inferior a este párrafo, donde se tiene como objetivo mostrar el apego de las infraestructuras de cada uno de ellos a la norma ICREA-Std-131-2013. Donde La norma "ICREA-Std-131-2013" es un conjunto de recomendaciones y mejores practicas consensadas entre varios países y un grupo de expertos en CPD's (Centros de Procesamiento de Datos). que define la forma de construir un data center de acuerdo con los niveles de confiabilidad y seguridad deseados siendo así los siguientes (ICREA, 2013):

Nivel	Descripción	Disponibilidad
I	Quality assurance data center (QADC)	95%
II	World Class Quality Assurance Data Center (WCQA)	99%
III	Safety World Class Quality Assurance Data Center (S-WCQA)	99.9%
IV	High Security World Class Quality Assurance Data Center (HS-WCQA)	99.99%
V	High Security High Available World Class Quality Assurance Data Center (HSHA-WCQA)	99.998%

Incluye: Aspectos generales, Instalaciones eléctricas, Aire acondicionado, Comunicaciones, Enviroment (Piso elevado, acabados, obra civil) y Seguridad (CCTV, control de acceso, detección y supresión de incendios).

Los resultados mostrados son alineados al cumplimiento Sala de Cómputo en Ambiente Certificado (QADC), Nivel I de la norma ICREA para un 95% de disponibilidad.

Los resultados se muestran en dos formas:

1. Tabla CheckList donde se verifica el cumplimiento de cada componente de la infraestructura de centros de datos de ambas instituciones para el Nivel I (Ver anexos 2 y 3).
2. Grafico representativo de análisis FODA de cada centro de datos según los resultados del punto anterior

Las figuras 5.20 y 5.21 muestran los resultados de cada centro de datos que conforman a la Minigríd Morelense, por lo que se muestran las fortalezas y debilidades de casa uno de ellos para poder cumplir con el nivel de certificación Nivle I de ICREA.

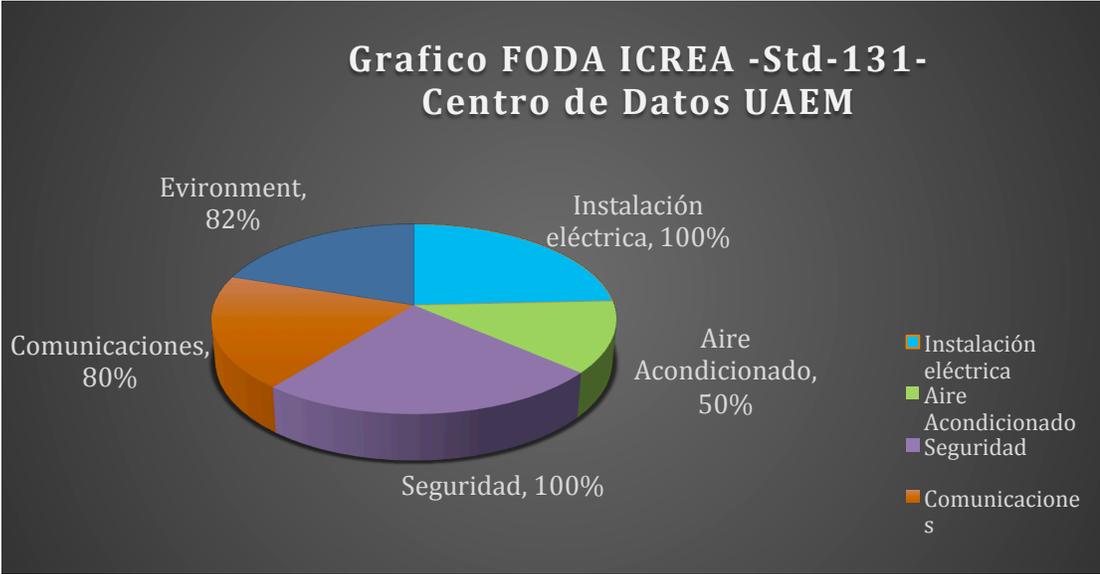


Figura 5.20 Resultados del centro de datos CIICAP – UAEM de acuerdo al CheckList ICREA.

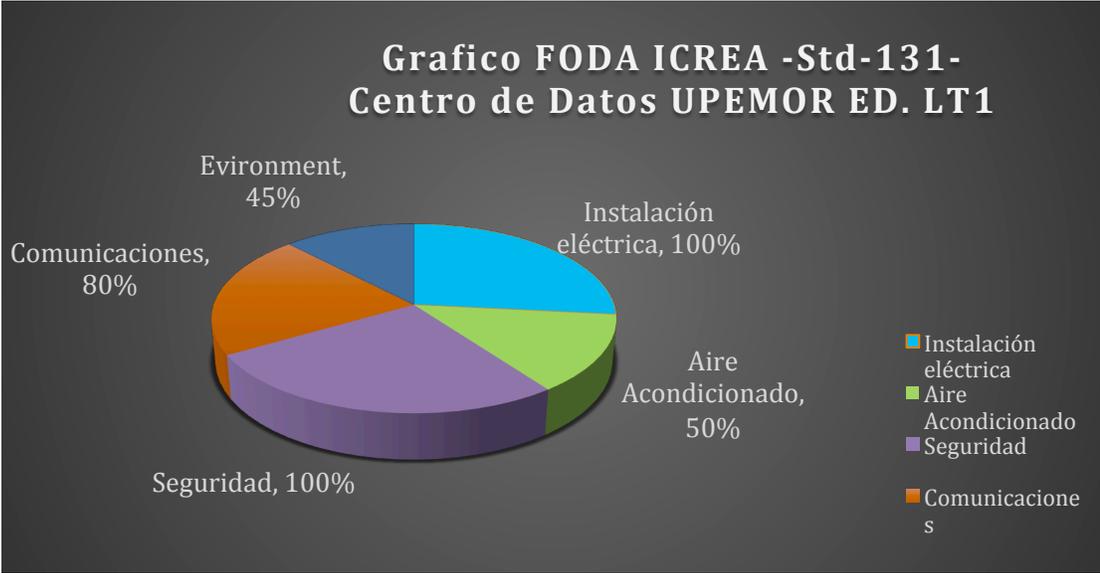


Figura 5.21 Resultados del centro de datos UPEMOR de acuerdo al CheckList ICREA.

5.8 Caso de prueba en la Grid Morelos

En los siguientes párrafos se presenta una breve descripción del caso de prueba utilizado en la MiniGrid Morelos y con el cual se demuestra el impacto del trabajo de la presente tesis para los desarrollos científicos que actualmente se realizan por parte de los cuerpos académicos de la UAEM y UPEMOR. Se describe brevemente el fundamento teórico del problema y las mejoras que se obtuvo al ejecutarlo en ambiente Grid gracias a la conectividad en redes realizado. Es importante mencionar que no es el alcance de esta tesis el desarrollo y ejecución del algoritmo presentado como caso de prueba y si el mostrar las mejoras obtenidas en el mismo debido al incremento de la velocidad de red y disminución de tiempos de latencia.

Programación matemática

En las sociedades modernas, década tras década, un sin número de problemas han comenzado a tener un gran auge debido a la insuficiencia de pruebas experimentales, y realizar un modelo matemático que se asemeje a la realidad para representar un problema es muy complicado, ya que en muchos problemas el número de variables puede ser muy grande y muestran comportamientos subjetivos los cuales son muy difíciles de controlar, por lo que aun hacen más complicado el asemejarse a la realidad.

A mediados de la década de los 40's, George Dantzig publica sus trabajos de planificación de tareas dentro del pentágono (Estados Unidos), donde introduce explícitamente la función objetivo como tal en el modelo matemático (González, 2001). Cabe mencionar que Dantzig propuso el método simplex para tratar problemas modelados en sistemas de ecuaciones lineales. Nació así la programación lineal, y con ella la programación matemática, también llamada optimización combinatoria.

Es de suma importancia mencionar que con la aparición de las computadoras electrónicas, las cuales tienen un papel clave en este proceso, la programación matemática se fortalece y comienza a producir resultados exitosos mediante la implementación de algoritmos para computadora.

Algunos problemas o fenómenos de la naturaleza pueden ser descritos como sistemas dinámicos. La teoría del caos hace precisos los caminos en que muchos de estos sistemas muestran un comportamiento determinista e impredecible.

Las matemáticas aplicadas junto con la estadística, proveen metodologías que son utilizadas en las ciencias, ingeniería, economía y en la industria, basadas en el conocimiento para estudiar problemas de decisión, tales como minimizar el riesgo, minimizar una función objetivo, estimación de parámetros, pruebas de hipótesis y seleccionar la mejor solución. En este sentido, se hace uso de la optimización para resolver problemas de IO, teoría de control y matemáticas económicas entre otras (C., 1997), por tanto, las ciencias computacionales proponen y analizan métodos para resolver problemas matemáticos que requieren de procesar o analizar una gran cantidad de datos, difíciles para los humanos. Así como también permiten simular procesos y obtener suficientes pruebas experimentales que logran explorar el mayor número de posibles soluciones, las cuales permiten ahorrar costos de experimentación física y a la vez obtener datos estadísticos para futuras tomas de decisiones sobre las consecuencias de implementación de los procesos.

Métodos de solución

Los métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales se pueden dividir en dos grupos. Los *métodos exactos* o algoritmos finitos, que permiten obtener la solución del sistema de manera directa y los *métodos aproximados*, que utilizan algoritmos iterativos e infinitos que calculan la solución del sistema por aproximaciones sucesivas.

En muchas ocasiones los métodos aproximados permiten obtener un grado de exactitud superior al que se puede obtener de los métodos exactos, debido fundamentalmente a los errores de truncamiento, es decir, al dividir en distintas partes el problema, el método de aproximación de forma iterativa permite explorar distintas partes del problema dentro un mayor espacio de soluciones, lo cual en muchas ocasiones permite encontrar una mejor solución mediante el uso de algoritmos.

La importancia de encontrar algoritmos eficientes era ya conocida mucho antes de la época de las computadoras electrónicas. Un caso muy conocido es el algoritmo de Euclides para calcular el máximo común divisor. A lo largo de la historia, varios autores han tratado de definir formalmente a los algoritmos utilizando modelos matemáticos como máquinas de Turing entre otros (Sipser, 2006). Los algoritmos que son de interés para las ciencias computacionales son aquellos que se van a utilizar en una computadora.

Existen procedimientos que efectúan elecciones aleatorias acerca de lo que se debe hacer en una situación dada. Estos algoritmos son denominados algoritmos estocásticos o probabilistas en donde el término “aleatorio” no quiere decir arbitrario; por el contrario, se utilizan valores seleccionados de tal manera que la probabilidad de seleccionar cada uno de los valores es conocida y está controlada (Para-Vasquez, 1976).

De forma muy general podemos clasificar a los algoritmos en dos grupos. Los *algoritmos deterministas*, que en cada paso del algoritmo se determina de forma única el siguiente paso y los *algoritmos no deterministas*, que deben decidir en cada paso de la ejecución entre varias alternativas y agotarlas todas antes de encontrar la solución. En este contexto, los algoritmos no deterministas finalizan su ejecución con *admitir* o *rechazar*, dos instrucciones especiales, o bien pueden quedar en un bucle infinito.

Todos los algoritmos tienen una serie de características entre las cuales algunas que requieren una serie de recursos a la hora de implementarlos en una máquina. Estos recursos son principalmente el tiempo y la memoria.

Un enfoque teórico, consiste en determinar matemáticamente la cantidad de recursos necesarios para cada uno de los algoritmos como función del tamaño de los casos considerados. El enfoque empírico, consiste en programar las técnicas competidoras e ir probándolas en distintos casos con ayuda de una computadora (Brassard, 1997).

Aunque un problema sea muy difícil de resolver, incluso puede evitarse perder tiempo buscando un algoritmo, esto no hace que el problema desaparezca. Se tiene que hallar algún tipo de solución para el problema, sea difícil o no. Aquí son los dominios de los algoritmos aproximados como son las heurísticas y meta heurísticas.

Una *heurística* se puede definir como un método con reglas empíricas, para encontrar soluciones a problemas, basado en la experiencia y el cual no tiene pruebas de optimalidad. Una *metaheurística* es una estrategia de alto nivel aplicada a problemas combinatorios que mejora óptimos locales guiando el proceso de búsqueda que permite encontrar buenas soluciones.

Tipos de problemas

Existen problemas para los cuales hasta el mejor algoritmo posible requiere una cantidad de tiempo exorbitante, incluso para casos pequeños. Estipularemos que un algoritmo es eficiente si su complejidad, es decir, si el conjunto de operaciones puede ser reducido y representado a través de un polinomio, de tal forma que el algoritmo pueda resolver cualquier caso de tamaño n en un tiempo considerable.

Los algoritmos de tiempo exponencial se vuelven rápidamente inútiles en la práctica, mientras que un algoritmo de tiempo polinómico nos permite resolver casos mucho más grandes (Garey, 1979.).

En los problemas de decisión, existe una función que relaciona un conjunto de datos de entrada con el conjunto $X = \{si, no\}$, equivalente a verdadero o falso como se muestra en la Figura 5.22. Por ejemplo, buscar un ciclo hamiltoniano en un grafo, no es un problema de decisión, pero la respuesta a la pregunta ¿es hamiltoniano el grafo? sí que lo es. Si el problema de decisión define un conjunto X de casos en que la respuesta es 'sí', todos los demás casos son 'no'. Por lo tanto, un algoritmo correcto que resuelva el problema de decisión *acepta* el caso sí y *rechaza* los casos no.

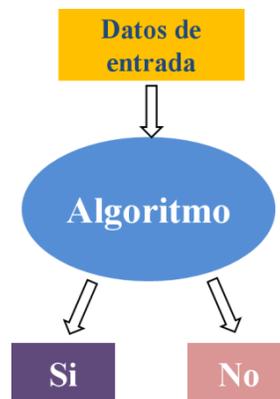


Figura 5.22 Problema de decisión

Tomando el ejemplo anterior, un problema de optimización es, encontrar el mejor camino para realizar el recorrido hamiltoniano en el grafo, como se observa en la figura 2, cada arista del grafo representa la conexión entre dos nodos con un costo asociado. Supongamos que los nodos del grafo representan ciudades y las aristas el tiempo en llegar de una ciudad a otra.

La pregunta ¿cuál es el camino más corto para ir del nodo de inicio al nodo final? es un problema de optimización combinatoria que requiere minimizar los costos, por lo tanto se deben evaluar todas las posibles combinaciones de los diferentes caminos y según sea el caso, se elegirá como la mejor solución a la respuesta que satisfaga el objetivo que es minimizar costos. Este problema es conocido en la literatura como el problema del agente viajero (TSP, por sus siglas en ingles), el cual, de manera formal, consiste en determinar un ciclo hamiltoniano en un grafo no orientado con un costo asociado a cada arista, cuyas aristas tengan un costo total mínimo. Se suele asumir que el grafo es completo y en el contexto del TSP, a cada ciclo hamiltoniano se le llama también “tour” o “recorrido”.

Este problema aparece en numerosas aplicaciones donde hay que secuenciar un conjunto de tareas, cada una tiene asociado un costo de procesamiento, una inmediatamente después de que acabe la otra. El TSP es un problema de especial relevancia en la optimización combinatoria desde sus inicios por su simple definición y su implícita dificultad de resolución.



Figura 5.23 Problema de optimización.

Varios de los problemas de optimización, pueden ser modelados mediante el uso de herramientas de abstracción alternativas a los modelos matemáticos basados en variables e inequaciones. Estas herramientas son los grafos. La teoría de grafos permite describir algoritmos que aprovechan la estructura combinatoria de sus problemas. Existen diferentes problemas de flujos sobre redes que en la literatura están comprobados de ser problemas polinomiales y que los algoritmos para resolver este tipo de problemas son especializaciones de algoritmos de programación lineal, como lo es el problema del árbol generador de costo

mínimo. Los requerimientos de tiempo de un algoritmo son convenientemente expresados en términos de una sola variable, el “tamaño” de una instancia del problema es la cantidad de datos de entrada necesarios para describir la instancia⁶.

En la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), el cuerpo académico consolidado “Optimización y software” (CAC) se encuentra realizando trabajos de investigación para encontrar algoritmos más eficientes que permitan resolver diferentes tipos de problemas, tanto de la literatura como problemas reales que se presentan en la sociedad y/o en la industria, en dichos algoritmos se busca siempre que sean eficientes, lo cual involucra todos los recursos de cómputo necesarios para ejecutar los algoritmos, esto significa que el algoritmo más eficiente es el más rápido, el tiempo que es un factor determinante, para ello, en el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la UAEM, se encuentra el laboratorio de cómputo intensivo “Grid Morelos”⁷, iniciativa del Dr. Marco A. Cruz Chávez, Profesor-Investigador de tiempo completo de esta Unidad Académica, en donde actualmente están en producción las siguientes aplicaciones: “Algoritmo Genético Híbrido Cooperativo en Ambiente Grid para Talleres con Flujo Flexible”, “Algoritmo Evolutivo en Ambiente Grid para el Problema de Redes de Distribución de Agua”, entre otros.

Algoritmo cooperativo AGHCGrid en ambiente Grid

El algoritmo genético híbrido cooperativo en ambiente Grid, denominado AGHCGrid se centra en la hibridación que tiene como objetivo realizar búsquedas globales (Algoritmo genético), búsquedas locales iterativas (Recocido Simulado) y búsquedas locales cooperativas (Colonia de hormigas) sobre el espacio de soluciones utilizando la Grid Morelos⁸ como se muestra en la Figura 5.24.

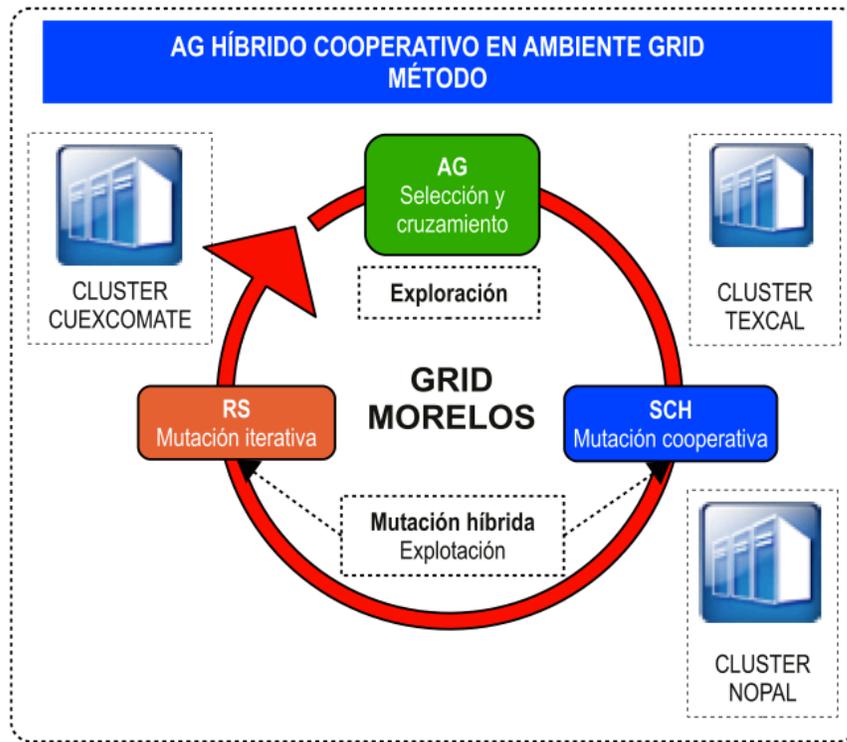


Figura 5.24 Método AGHCGGrid propuesto y su ejecución en ambiente Grid (Juárez F., 2013).

A diferencia de un método secuencial, el método propuesto ejecuta el algoritmo sobre la Grid en forma paralela, es decir que existen múltiples instancias del mismo programa corriendo sobre la Grid en un tiempo dado.

El esquema implementado para el control de los procesos del algoritmo es un esquema maestro/esclavo en donde el proceso maestro asigna las tareas a los procesos esclavos.

La aplicación (software) fue desarrollada en el lenguaje de programación Ansi C y la librería de paso de mensajes MPI compatible con las versiones de Intel, OpenMPI y MPICH que implementan el estándar MPI-1 y MPI-2.

La aplicación ejecuta el algoritmo en forma paralela con el fin de ubicar múltiples instancias del mismo programa corriendo en un tiempo dado sobre la Grid como se muestra en la Figura 5.25, el algoritmo AGHCGGrid esta integrado por dos segmentos de código principales: uno para el proceso maestro y otro para los procesos esclavos. El segmento de código maestro alberga la codificación para la implementación de la selección y cruzamiento, mientras que el segmento de código para los esclavos alberga la codificación para la implementación de las mutaciones cooperativas con SCH y de las mutaciones iterativas con RS.

Los segmentos implementan mecanismos de paso de mensajes para comunicarse entre ellos con independencia de su ubicación geográfica, la cual involucra las técnicas para la distribución de procesos, de comunicación, de sincronización y de cooperación.

La planeación de la ejecución tiene como objetivo hacer uso del máximo número núcleos disponibles en la Grid, con el fin de hacer una máxima exploración y explotación del espacio de soluciones. También se toma en cuenta que no todos los recursos son iguales, el trabajar con una Grid implica que los recursos pueden ser heterogéneos, por tanto lo que aplica es usar aquellos recursos que no degraden la eficiencia del algoritmo.

La técnica usada para seleccionar los recursos, consiste en lanzar un mismo proceso en toda la Grid por un tiempo suficientemente largo y medir cuanto tarda en cada nodo, después hacer un análisis nodo por nodo y determinar cuales son demasiado lentos para no incluirlos o asignarles menos procesos y cuales son muy rápidos para asignarles más procesos, siempre pensando en aproximar los tiempos de término de todos los procesos hacia un mismo tiempo para evitar los tiempos de espera que se determinan con la sincronización.

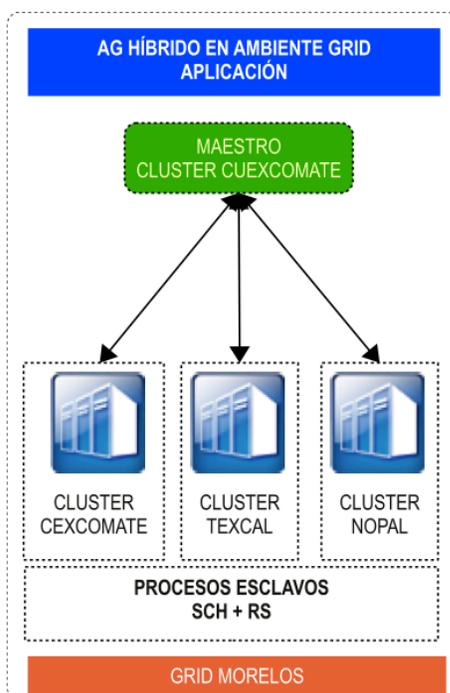


Figura 5.25 Ejecución de la aplicación en ambiente Grid

Resultados experimentales

La plataforma de producción Grid Morelos, la cual es a la fecha la primera Grid que se encuentra en funcionamiento en el país, se define como una Grid multi-cluster heterogénea de cómputo intensivo, está integrada por tres clusters de alto rendimiento que se encuentran geográficamente dispersos, pero unidos a través de Internet 2 (I2), como se muestra en la Tabla 5.2.

GRID MORELOS											
CLUSTER CUEXCOMATE (66 Núcleos)						CLUSTER TEXCAL (66 Núcleos)					
Nodo01	Nodo02	Nodo03	Nodo04	Nodo05	Nodo06	Nodo01	Nodo02	Nodo03	Nodo04	Nodo05	Nodo06
12	12	12	12	12	6	12	12	12	12	12	6
núcleos	núcleos	núcleos	núcleos	núcleos	núcleos	núcleos	núcleos	núcleos	núcleos	núcleos	núcleos
CLUSTER NOPAL (30 Núcleos)											
Nodo01	Nodo02	Nodo03	Nodo04	Nodo05	Nodo06	Nodo07	Nodo08	...			Nodo14
2 núcleos	2 núcleos	2 núcleos	2 núcleos	2 núcleos	2 núcleos	2 núcleos	2 núcleos				2 núcleos

Tabla 5.2 Recursos de la MiniGrid Morelense (Juárez F., 2013).

El clúster Cuexcomate se encuentra localizado en el CIICAp-UAEM (www.gridmorelos.uaem.mx), el clúster Texcal en la UPEMOR (www.upemor.edu.mx/) y el clúster Nopal en el ITVer (www.itver.edu.mx/), los primeros dos clústers son idénticos y el tercero es diferente en el número de nodos, procesadores y núcleos. Los recursos totales comprenden 36 microprocesadores, 156 núcleos de procesamiento, 325.5 GB de memoria RAM, 31 TB de almacenamiento distribuido y 1792 núcleos en 4 tarjetas NVIDIA Tesla Fermi. En el enlace <http://148.218.100.189:8080/ganglia/> se puede apreciar el monitor de software libre “Ganglia”, que muestra el rendimiento completo de la Grid Morelos.

Eficiencia del algoritmo

Se llevó a cabo el cálculo de la aceleración del algoritmo propuesto, para una instancia bien conocida del problema Flexible Flow Shop (FFS [TrabajosxEtapasxMáquinas]) y un número de núcleos:1, 10, 30, 60 y 120, donde al utilizar un núcleo representa el tiempo secuencial y al utilizar un número de núcleos mayor a uno, representa el tiempo en paralelo, la planeación de la ejecución consiste en dividir el número de procesos, de tal forma que siempre se utilice la Grid, esto es, al utilizar 10 procesos, 5 se ejecutan en el clúster

Cuexcomate y 5 en el clúster Texcal, el proceso maestro siempre se localiza en el clúster Cuexcomate, al utilizar 30 procesos, 15 se ejecutan en Cuexcomate y 15 el Texcal, con 60 se ejecutan 30 y 30 en cada clúster, finalmente 120 corresponde a 60 y 60. En la gráfica 1 se muestra el comportamiento de una instancia bien conocida.

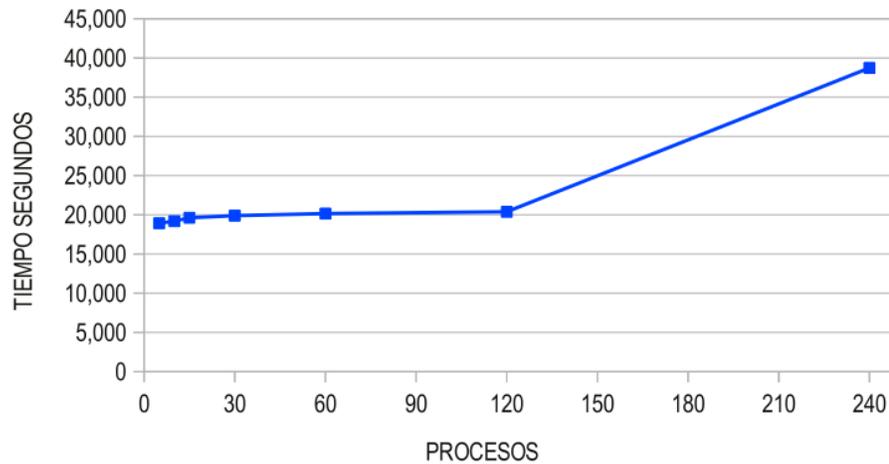


Figura 5.26 Media de tiempos de la cooperación de procesos para FFS_140x4x4x25 (Juárez F., 2013).

La Figura 5.26 muestra un comportamiento uniforme, en la media de tiempos al utilizar 5, 10, 15, 30, 60 y 120 procesos donde se mantiene un balance de un proceso por núcleo, el ligero aumento en el tiempo, al pasar a un número más grande de procesos, es debido a la sobrecarga en las comunicaciones, finalmente al utilizar 240 procesos, se ven reflejados dos sobrecargas: la sobrecarga en las comunicaciones y la sobrecarga de dos procesos por núcleos.

La tabla 2, muestra que el tiempo secuencial $\sigma(n)+\varphi(n) = 722, 210$ segundos, al ejecutar el algoritmo sobre un solo núcleo, con un peso de las comunicaciones $\kappa(n, p) = 5$ segundos, en dicha tabla también muestra que al utilizar 10 núcleos tomando la parte secuencial y dividiendo la parte paralela entre los 10 núcleos utilizados $\sigma(n) + \frac{\varphi(n)}{p}$, resulta en un tiempo de 78, 572 segundos, el cual representa una aceleración (Speedup) de 9.19 con respecto al ideal que es de 10, alcanzando una eficiencia del 91.9 % en la utilización de 10 núcleos, cuando se pasa a utilizar 30 núcleos, la aceleración alcanza los 27.44 con respecto al ideal de 30 que representa un 91.5% de eficiencia, la utilización de 60 núcleos da una aceleración del 54.81 con respecto al ideal de 60 con una eficiencia del 91.3 %, finalmente al utilizar 120

núcleos alcanza una aceleración del 106.17 con respecto al ideal de 120 con una eficiencia del 88.5 %.

La tabla 5.3 muestra el cálculo de la aceleración y eficacia de la utilización de los núcleos, así mismo se presentan los tiempos de la sobrecarga aproximados y la aceleración ideal esperada.

FFS_80x4x4x25							
#P	#N	SECUENCIAL	PARALELO	SOBRECARGA	SPEEDUP($\Psi(n, p)$)	EFICIENCIA($\epsilon(n, p)$)	IDEAL
p	n	$\sigma(n)+\varphi(n)$	$\sigma(n)+\frac{\varphi(n)}{p}$	$\kappa(n, p)$	$\frac{\sigma(n)+\varphi(n)}{\sigma(n)+\frac{\varphi(n)}{p}+\kappa(n, p)}$	$\frac{\sigma(n)+\varphi(n)}{p(\sigma(n)+\frac{\varphi(n)}{p}+\kappa(n, p))}$	$\Psi(n, p)=p$
120	1	722,215	-	-	1.00	1.000	1
	10		78,572	5	9.19	0.919	10
	30		26,310	5	27.44	0.915	30
	60		13,170	5	54.81	0.913	60
	120		6,794	5	106.17	0.885	120

Tabla 5.3 Resultados de la aceleración (Speedup) y eficacia del algoritmo para FFS_80x4x4x25 (Juárez F., 2013).

La Figura 5.27, muestra la aceleración ideal (Speedup) y el real obtenido utilizando la instancia bien conocida FFS_80x4x4x25, se puede apreciar una aceleración sublineal con una eficiencia promedio calculada de la utilización de los procesadores del 0.93 %, es decir que la paralelización hace eficiente el uso de los núcleos en un promedio del 93% al utilizar 10, 30, 60 y 120 procesos, el 7% restante representa la parte que no se puede paralelizar y la sobrecarga de las comunicaciones, la sobrecarga calculada en esta tesis solo corresponde al tiempo utilizado por el envío y recepción de soluciones basadas en individuos, dejando fuera los tiempos de sincronización propias de MPI y de la sobrecarga de procesos ajenos y propios del sistema operativo Linux con sus servicios activos de comunicación.

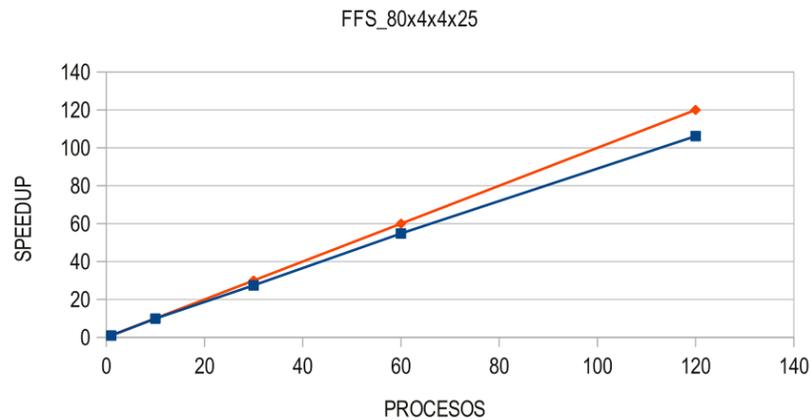


Figura 5.27 (línea azul) Aceleración (Speedup) real vs (línea roja) aceleración ideal (Juárez F., 2013).

Si el algoritmo conserva esta eficacia con una caída del 12 % con pequeñas disminuciones, debido a la sobrecarga y al no contar con un mayor número de núcleos de la Grid, se espera que el algoritmo pueda escalar linealmente en el orden de los miles de procesos a un ritmo sub-lineal, antes de comenzar a degradarse debido a que los tiempos, comenzaran a alargarse poco a poco, debido a que la sobrecarga en las comunicaciones que tendrá cada vez un mayor peso.

Conclusiones del caso de prueba en la Grid Morelos

Se comprobó mediante la experimentación, que el uso de la Grid, mejora la eficiencia del algoritmo AGHCGrid, con respecto a una ejecución secuencial para tratar el problema de FFS-SDST, así mismo, se comprobó que el uso de una Grid, que integra dos de clúster de alto rendimiento alejados geográficamente y que tiene la limitante del ancho de banda que los une de 15 Mb/s, mejora la eficiencia del algoritmo GHCCGrid, al hacer una distribución de procesos alejados geográficamente, esta mejora es debido al diseño del algoritmo que minimiza el intercambio de mensajes en la comunicación con los procesos remotos, de tal forma que, para una instancia cualquiera de las propuestas, las tareas que se realizan en paralelo, son las que más consumen tiempo, que son las de construcción de la población, mutación cooperativa y mutación iterativa, mientras que en secuencial se realizan las tareas de selección y cruce (Juárez F., 2013).

La aceleración (Speedup) del algoritmo en la Grid, muestra un comportamiento sub-lineal, ligeramente por debajo (Juárez del ideal, con una tendencia cargada hacia el peso de las comunicaciones, a medida que aumenta el número de núcleos usados. La aceleración promedio al utilizar una secuencia de procesos asignados a núcleos de 10, 30, 60 y 120 es del 93 %, en donde la eficiencia ideal es del 100 % para una aceleración ideal, es decir que solo tenemos una pérdida en eficiencia del 7 %, que re Juárez presenta la parte que no se puede paralelizar y la sobrecarga de las comunicaciones, la sobrecarga calculada en esta tesis, solo corresponde al tiempo utilizado por el envío y recepción de soluciones basadas en individuos, dejando fuera los tiempos de sincronización propias de MPI y de la sobrecarga de procesos ajenos y propios del sistema operativo Linux, con sus servicios activos de comunicación.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En las secciones 6.1 y 6.2 se presentan las conclusiones y recomendaciones para la actual tesis:

6.1 Conclusiones

El presente trabajo de tesis es una muestra de que las redes de computo de alta velocidad son y serán parte fundamental en el desarrollo de cualquier actividad académica y de investigación en nuestro país.

El aprovechamiento de las Redes Nacionales de Investigación y Educación (Internet2), así como esfuerzos de redes dedicadas independientes de Internet Comercial son la solución en términos de conectividad para la implementación de Grids en México, garantizan altas velocidades de transmisión de datos y calidad de servicio mismas que Internet Comercial por sus características, difícil acceso y alto costo se transforman en limitantes para dicho fin.

En el transcurso del documento se ha demostrado que el incremento de la velocidad de transmisión de datos y disminución de latencia mediante una red física y lógica dedicada entre instituciones a beneficiado en buena medida a los desarrollos académicos en optimización de software de los cuerpos académicos de dos de las más importantes instituciones académicas de nivel superior del Estado de Morelos. Con ello se han disminuido las limitantes de comunicación entre las Universidades que forman parte del proyecto MiniGrid Morelense además de dejar las bases que permitirán la colaboración en un futuro de más instituciones que deseen sumar poder de computo. Así mismo, la conectividad en redes e infraestructura de centro de datos a impulsado a desarrollar la primera Grid en su tipo en el país a nivel laboratorio, a permitido mejorar SpeedUp entre clusters y eliminar la dependencia de conectividad con proveedores de servicios de Internet.

La aplicación de estándares de telecomunicaciones para las diferentes tecnologías de red utilizadas para la conectividad y centro de datos entre las dos instituciones que integran la MiniGrid Morelense como mejores practicas para el desarrollo del proyecto, garantizan un eficiente desempeño en las comunicaciones y por lo tanto la integración de infraestructura para computo colaborativo.

La tecnología y ciencia avanzan cada día más, lo cual aporta beneficios a nuestro país, como es el caso del importante proyecto MiniGrid Morelense.

6.2 Recomendaciones

Las necesidades de mayor velocidad en transmisión de datos en redes de cómputo que permitan la colaboración entre instituciones de educación, salud y gobierno son y serán una característica tecnológica de colaboración en creciente demanda. Por tal motivo se recomienda para el la evolución y crecimiento del presente proyecto:

- I. Actualizar en corto plazo enlace WAN inalámbrico PTP entre UAEM y UPEMOR usando dispositivos de radio con frecuencias ISM MIMO de nueva generación que permitan contar con velocidades de transmisión de datos de al menos 300Mbps hasta 1000 Mbps.
- II. Gestionar la conectividad para la Universidad Politécnica del Estado de Morelos e instituciones que se integren al proyecto de la Minigríd Morelense para el aprovechamiento de estrategias nacionales de conectividad SCT – Coordinación de la sociedad de la información y conocimiento :

Red Dorsal Nacional de Impulso a la Banda Ancha (RedNIBA):

La dorsal NIBA se conectaría a la fibra óptica de cruce transfronterizo de CUDI para conectarse en los EUA a Internet 2 e Internet comercial; Con ello los costos de Internet comercial para las entidades conectadas bajaría de unos \$400 dólares por Mbps al mes a menos de \$15 dólares; Los costos de esta ampliación representarían un gasto aproximado de \$35 millones de USD anuales. Esta cifra está sujeta al proyecto de ingeniería definitivo; Este contrato de la SCT con CFE Telecom sería el más grande de cualquier entidad con un operador a nivel nacional; Se lleva la dorsal a capacidades similares a las de las RNEI's de los países más avanzados

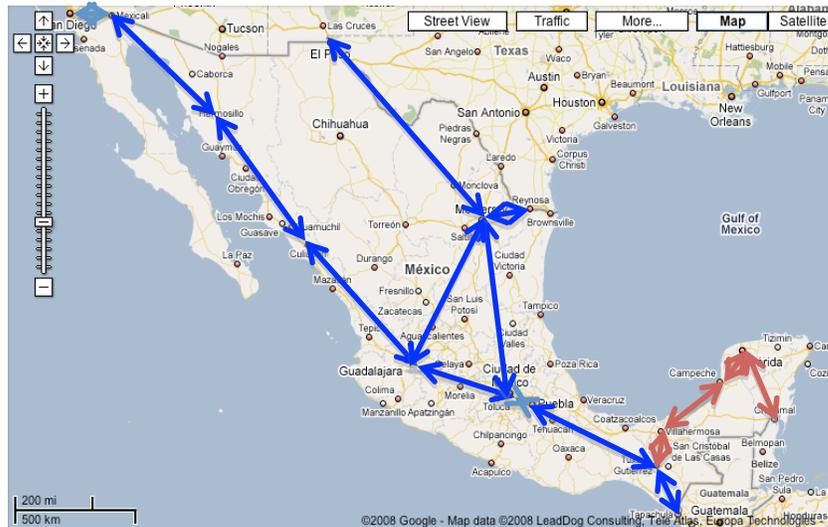


Figura 6.1 Dorsal Red NIBA

Redes Estatales para Educación, Salud y Gobierno (REESyG)

Están enfocadas a conectar a los sistemas de educación básica, servicios de salud y Gobierno; Entrega de servicio a tres órdenes (federal, estatal y municipal); Generan economías de escala; compras conjuntas interinstitucionales; Comparten infraestructura; Trabajan con estándares abiertos y homologados; Hacen un uso eficiente del espectro radioeléctrico.

Ciudades Digitales

Una Ciudad Digital o Inteligente es aquella comunidad que adopta de manera estratégica e intensiva las Tecnologías de la Información y Comunicación para crear valor económico, social y político mejorando la calidad de vida de sus habitantes. La transformación ocurre cuando la comunidad asume el control y la elección de la manera como vive, trabaja, se gobierna, se relaciona, se educa, crea valor y se divierte

Es importante mencionar que la Universidad Autónoma del Estado de Morelos ya cuenta con la conectividad hacia la red NIBA y REESyG por lo que las velocidades hacia dichas redes se podrá realizar hasta 10 Gigabits por segundo.

- III. Cubrir las áreas de oportunidad de la Infraestructura del Centro de Datos de las instituciones participantes en la MiniGrid Morelense (soporte ambiental clima, respaldo de energía, instalación eléctrica, seguridad física, entre otras) con el objetivo de cumplir al 100% cada unos de los requerimientos de la Norma Internacional para la construcción de centros de procesamiento de datos (ICREA-Std-131-2007) Sala de Cómputo en Ambiente Certificado (QADC).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- C., R. (1997). *Statistics and truth: putting chance to work*, . (W. S. Ed., Ed.) Singapure.
- CÁMARA, J. M. (2010). LAS TECNOLOGÍAS GRID DE LA INFORMACIÓN COMO NUEVA HERRAMIENTA EMPRESARIAL. *RevistaEconómicaIndustrial* , 155.
- Chávez, D. M. (2013). *MiniGrid: Cómputo de Alto rendimiento para Problemas Complejos*. Atlacomulco, Edo. de Mexico, México.
- Casasús, L. C. (2008, Set 11). Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, A.C. . *Las Redes Estatales para Educación, Salud y Gobierno* . Torreón, COAH, México.
- Chavez, M. C. (2012). Mini Grid Morelos, una sinergia interinstitucional. *HYPATIA* (41), 32-33.
- CIM 2011, C. d. (28 de Octubre de 2011). Una Grid de Clusters de Cómputo para el Desarrollo de Aplicaciones Paralelas y en Grid en México. 1080-1087. Orizaba, Veracruz, México.
- Cisco. (2008). *CCNA Discovery 4.0*. USA.
- Cisco. (2013). *Compresión de los comandos ping y traceroute*. (Cisco, Productor) Recuperado el 2013, de *Compresión de los comandos ping y traceroute*: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1025/1025102_ping_traceroute.html#ping_com
- CITID2013-ITZ. (2013). MINI GRID MORELOS, INFRAESTRUCTURA DE CÓMPUTO DE ALTO RENDIMIENTO EN EL ESTADO DE MORELOS PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN E- CIENCIA . *NOUSITZ* , 346-354.
- Citycloud. (2012). *Algunos datos interesantes sobre latencia*. (citycloud, Productor) Recuperado el 2013, de *Algunos datos interesantes sobre latencia*: <https://www.citycloud.com.ar/city-cloud-es/algunos-datos-interesantes-sobre-latencia/#.Uml-SXDTuSp>
- CUDI. (2011, Nov 15). *CUDI*. From [cudi.mx](http://www.cudi.mx/): <http://www.cudi.mx/>
- Lukas Nellen, ICN-UNAM, JRU-MEX. (2009 de Sept de 2009). *Cómputo en GRID para la investigación*. Cd. México, D.F., México.
- 568B.1, A. T. (2001). *Estandar de Cableado Estructurado para Edificios Comerciales 568B.1*. USA.

A.M.I.P.C.I. (2011, Nov 15). *A.M.I.P.C.I.* Retrieved Nov 15, 2011 from La asociación Mexica de Internet.: <http://www.amipci.org.mx/>

ABBAS, A. (2004). Grid Computing Technology-An Overview. En H. Charles River Media, *Grid Computing* (págs. 43-73). Massachusetts, USA.

America, G. I.-S. (2011, Nov 15). *GISELA Grid*. Retrieved Nov 15, 2011 from GISELA Grid: <http://www.gisela-grid.eu/>

Association, I. C. (1999). ICREA. México, DF, México.

ASSOCIATION, T. I. (2001, Mayo). ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001. *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, Part 1: General Requirements*. Arlington, VA, USA.

ASSOCIATION, T. I. (2001, Mayo). ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001. *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 2: Balanced Twisted-Pair Cabling Components* . Arlington, VA, USA.

Association, T. I. (Abril de 2005). ANSI/TIA-942. USA.

ASSOCIATION, T. I. (2000). *TIA/EIA-568-B.3 - Optical Fiber Cabling Components Standard* . U.S.A., Arlington, USA: TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION (TIA).

BICSI. (2006). *Telecommunications Distribution Methods. 1 (849) , 11*. Tampa, FL., USA: BICSI World Headquarters.

BICSI. (2006). *Telecommunications Distribution Methods Manual (TDMM)*. Tampa, Florida, USA: BICSI World Headquarters.

Brassard, B. (1997). *Fundamentos de algoritmia*. Madrid.

BUYYA, R., BRANSON, K., & GIDDY, J. y. (2003). (CCPE) Journal. *The Virtual Laboratory: Enabling Molecular Modeling for Drug Design on the World Wide Grid», Concurrency and Computation: Practice and Experience , 15(1)*. Obtenido de <http://www.buyya.com>

E.H. D'Hollander, G. J. (2000). *Parallel Computing Fundamentals and Applications*. England: Imperial College Press.

Eric Ouellet, R. P. (2002). *Building A Cisco Wireless LAN*. Rockland,MA, USA: Syngress.

e-Sciencecity. (2013). *Grid Café*. Recuperado el 2013, de <http://www.gridcafe.org/ES/la-arquitectura.html>

Exploration, C. C. (2013). *Cisco CCNA Exploration*. USA.

- F. Berman, A. H. (2003). *Grid Computing – Making the Global Infrastructure a Reality*. . USA: John Wiley & Sons.
- FELLENSTEIN, J. J. (2004). *Grid Computing*. (O. D. IBM Press, Ed.) New Jersey, USA.
- Fernando Martín-Sánchez, A. V. (2004). *INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA GRID*. España.
- FERREIRA, L. (2004). *Introduction to Grid Computing with Globus. Introduction to Grid Computing with Globus*. Austin, Texas, USA.
- Foster, I. (2001). *The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations*. Chicago, Illinois, USA.
- FOSTER, I. (Sept de 2002). *What is The Grid? A three point checklis*. Obtenido de GRID Today.: www.globus.org/research/papers.html
- FOSTER, I. y. (1999a). *Computational Grids», en The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*. San Francisco: Morgan-Kaufman Publishers.
- FOSTER, I. y. (1999a). «Computational Grids», en *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*. San Francisco,, USA: Morgan-Kaufman Publishers,.
- FOSTER, I. y. (1999b). *The Globus Toolkit*. En I. y. FOSTER, *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure* (págs. pp. 259-278). San Francisco,: Kaufman Publishers.
- FOSTER, I., KESSELMAN, C., & y TUECKE, S. (2001). *The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organization. International Journal of Supercomputer Applications* , 5 (3), 200-222.
- FRAN BERMAN, G. F. (2003). *Grid Computing - Making the Global Infrastructure a Reality*. California, USA: WILEY.
- GARCÍA, I. y. (2004). *E-Business Colaborativo*. p. 199. Fundación Confemetal, Madrid.
- Garey, M. J. (1979). *Computers and intractability*. USA.
- Garey, M. J. (1979.). *Computers and intractability*. (B. T. Inc., Ed.)
- Geant. (2011, Nov 15). *Geant*. From [geant.net](http://www.geant.net): <http://www.geant.net/pages/home.aspx>
- GENTZSCH, W. (2004). *Grid Computing Adoption in Research and Industry*. En H. Charles River Media, *Grid Computing* (págs. 309-339). Massachusetts.
- Gilder, G. (2002). *Gilder's law on network performance*. In G. Gilder, *The World After Bandwidth Abundance*. USA: Touchstone Books.
- González, S. (2001). J. J., *Programación Matemática*. (E. D. Santos, Ed.) España:.
- GRAHAM, G., CAVANAUGH, R., COUVARES, P., & DE SMET, A. y. (2004). *Distributed Data Analysis: Federated Computing for High-Energy Physics*. En M.-K.

Publishers, *The Grid2: Blueprint for a New Computing Infrastructure* (págs. 37-63). Morgan-Kaufman Publishers.

HAECKEL, S. (1999). «Adaptive Enterprise: Creating and Leading Sense-And-Respond Organizations. *Harvard Business School Press* .

Hamar, V. (2009). Grid Computing. *CICos2009* , 144-152.

Harold Castro, P. h. (2008, Diciembre). Grid computing: promesa de los sistemas distribuidos. *Sistemas* .

ICREA. (2013). *International Computer Room Experts Association*. (ICREA, Productor) Recuperado el 2013, de <http://www.icrea-international.org/nuevoportal/index.asp>

IEEE., I. o. (2011, Nov 16). *IEEE 802.3 ETHERNET WORKING GROUP*. Retrieved nov 19, 2001 from IEEE 802.3 ETHERNET WORKING GROUP: <http://www.ieee802.org/3/>

Instituto Tecnológico de Orizaba. (28 de Octubre de 2011). Coloquio de Investigación Multidisciplinaria. Orizaba, Veracruz, México.

International Computer Room Experts Association, A. (2007, Dic). ICREA-Std-131-2007. *"Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Infraestructura de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares"* . México, D.F., México.

Internet2. (2011, Nov 15). *Internet2-USA*. From Internet2: <http://www.internet2.edu/>

ISO/IEC 11801, I. S. (2002). ISO/IEC 11801:2002(E). Switzerland.

J., J., & ERNEST, M. y. (2004). Evolution of grid computing, architecture and grid adoption models. *IBM Systems Journal* , 43 (4), 624-645.

Juárez F., C.-C. M. (2013). ALGORITMO GENÉTICO HÍBRIDO COOPERATIVO EN AMBIENTE GRID PARA TALLERES CON FLUJO FLEXIBLE. *Tesis doctoral* . Mex: UAEM.

Kesselman, I. F. (2004). *The Grid 2*. San Francisco, CA, USA: ELSEVIER.

Maguire, V. (2013). Cuando un Gato tiene Clase. *Bicsi News Magazine* , 34, 13.

MARCO, J. (2002). Grid y e-Ciencia. *Boletín de RedIRIS*, nº 61 , pp. 16-23.

MARCUS, R. (2002). *Great Global Grid: Emerging Technology Strategies*. Canada: Trafford Publishing.

Negus, C. (2008). *Linux® Bible 2008 Edition*. Indianapolis, IN 46256, USA: Wiley.

NMX-I-248-NYCE. (2004). Norma Mexicana de Telecomunicaciones- Cableado-Cableado Estructurado-Cableado de Telecomunicaciones. *Norma Mexicana NMX-248-NYCE 2004* , 124. México.

NYCE. (2004). Norma Mexicana NMX-I-248-NYCE 2004. *Telecomunicaciones-cableado-cableado estructurado generico-cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales-especificaciones y metodos de prueba* . México.

Para-Vasquez, A. S. (1976). Simulations as a technique for comparing decision procedures, .

Proxim, W. (2005). Tsunami.GX Models 32 and 200 (5.8 GHz) Model 90 (5.3/5.8 GHz) Installation and Management. 107.

qcheck.software.informer. (2013). *qcheck.software.informer*. Recuperado el 2013, de qcheck.software.informer: <http://qcheck.software.informer.com/>

Sánchez, J. R. (2006, Abril 21). Aplicación de la Tecnología de Grid al Diseño y Desarrollo de un Portal de Recursos Computacionales . (E. d. Granda, Ed.) Granada, España.

Sipser, M. (2006). Introduction to the theory of computation. USA: .

-SNIT, S. I. (2013). *Que es Internet2?* (SEP, Productor) Obtenido de <http://www.snit.mx/telecomunicaciones/que-es-internet-2>

Sourceforge.net. (2013). *Jperf*. (Sourceforge, Productor) Recuperado el 2013, de Jperf: <http://sourceforge.net/projects/jperf/>

T. Durniak P. Herman J. Karuturi C. Woods C. Gilman J. Barry, M. A.-r. (1998). Enterprise Distributed Computing Workshop. IEEE. USA.

Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de computadoras* (4ª edición ed.). Amsterdam, The Netherlands: Pearson Educación.

Tejedor, R. J. (2007). *Ramon Millán - Articulos*. Retrieved Nov 04, 2011 from <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gridcomputing.php>

Tena, P. M. (2003). Grid Computing: Compartición de recursos y optimización del hardware. *Mundo Electrónico* N° 346 , 50-55.

TIRLER, R. (2003). Next Generation Grid (s): European Grid Research 2005-2010. *Expert Group Report, Information Society-DG, Grids for Complex Problem Solving, Comisión Europea* . Bruselas.

Trejo, Dr Luis A./CUDI. (2012). Comunidad GRID y Supercómputo de CUDI: Iniciativas Nacionales y Mejores Prácticas. Chihuahua.

UAEM-CIICAP. (2013). *GridMorelos*. (UAEM, Productor) Recuperado el 2013, de <http://www.gridmorelos.uaem.mx/>

UNAM. (2012). *site_grid-UAEM*. Recuperado el 2013, de *site_grid-UAEM*:
http://hpc.nucleares.unam.mx/web/uc/GOCmx/sites/site_grid-UAEM.html

UNAM, D. . (2009). *Programa e-Science México*. Recuperado el 2013 de Nov de 2013,
de JRU-MX: <http://www.e-science.unam.mx/jru-mx.jsp>

ANEXO

Anexo1 Referencia costo enlace dedicado E1 Punto-multipunto entre UAEM -UPEMOR de 2.048 Mbps (ISP).



Cuernavaca, Mor. 25 de Julio del 2012
Ucc-0/2007

UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS CUERNAVACA, MOR.

Por este conducto, me permito presentar a usted la cotización solicitada para sus servicios de telecomunicación, el cual consiste en un enlace local E1 Punto-multipunto de 2.048 Mbps:

Gastos de contratación:

SERVICIO	CANTIDAD	PUNTA "A"	IVA	TOTAL CONTRATACIÓN
Ladaenlace E1 Punto-Punto Local	1	\$90,971.00	\$13,645.65	\$104,616.65

Política de descuento:

Permite aplicar un porcentaje de descuento a los gastos de instalación de los Lada enlaces digitales de acuerdo al tiempo de contratación que el cliente se comprometa a permanecer con el servicio.

Periodo de contratación (años)	% de descuento
1	0 %
2	50 %
3	100 %

Renta mensual:

SERVICIO	CANTIDAD	RENTA MENSUAL	IVA	TOTAL DE RENTA MENSUAL
Ladaenlace E1 Punto-Punto Local	1	\$10642.00	\$1,702.7	\$12,344.7

DESCRIPCION DEL SERVICIO:

Es un servicio para transmisión de voz, datos o video permitiendo integrar enlaces punto a punto A velocidades de NX64 KBPS, este enlace recibe hasta 30 canales en un solo E1, por medio de un canal síncrono, brindado a través de una interfase G.703

Los enlaces privados pueden ser establecidos a nivel: Local, Nacional, Internacional, Mundial y Cruce Fronterizo.

CONDICIONES DE ENTREGA:

- El área de Ingeniería definirá el medio físico de entrega en base a la infraestructura con que se cuenta en la zona geográfica en donde se solicita el servicio.
- En caso de que se defina como medio físico Fibra Optica, se solicitará al cliente un Site de acuerdo a la normatividad de Ingeniería.

TIEMPO DE ENTREGA:

- La entrega se realizará de 4 a 6 semanas en sitios con infraestructura, una vez firmado el contrato.
- En caso de requerir adecuación del site, el tiempo de entrega es de 4 semanas una vez recepcionado el local.

CONDICIONES COMERCIALES

- Los precios no incluyen el 16% I. V. A.
- El 100% del monto total por concepto de instalación se pagará al firmar el contrato con cheque certificado a nombre de TELÉFONOS DE MÉXICO S.A. DE C.V..
- Estos precios tienen una vigencia de 20 días a partir de la presente y son sujetos a cambio sin previo aviso.
- El tiempo mínimo de contratación será de un año, en caso de la cancelación antes de éste período se aplicarán las clausulas del contrato maestro.
- En caso de solicitud de baja del servicio se tendrá que solicitar con anticipación de 30 días.

Sin otro particular, agradecemos la oportunidad que nos dan de servirles.

ATENTAMENTE

Ing. Benito Niño Martínez
Ejecutivo de Cuenta Mercado Empresarial
Tel. 777-3154892, 316-94-50

Noviembre del 2002 Rev. 02

Anexo 2 CheckList Norma ICREA -Std-131-2013 del centro de datos UAEM

Instalación eléctrica	Nivel I
Energía eléctrica con alimentadores independientes de otras cargas en sistema SVA (simple vía de alimentación).	CUMPLE
Sistema de tierra Aislada:	
Sistema de Puesta a Tierra aislada exclusiva referenciada al sistema central de puesta a tierra y al núcleo del ultimo sistema derivado separado, cada electrodo debe contar con registros de supervisión identificados y la impedancia monos de 2 ohms, en el conductor principal de puesta a tierra de la BPT.	CUMPLE
Supresores de Transitorios:	
Supresión de transitorios de sobre tensiones, en categoría A de 100 KA, 4 modos de protección por línea de alimentación.	CUMPLE
Protección contra descargas atmosféricas	
Sistema de puesta a tierra exclusivo pero referenciado al sistema de puesta a tierra central	CUMPLE
Registros en piso identificados	CUMPLE
UPS's:	
Fuente de energía ininterrumpible, que soporte el 120% de la carga existente, más un 30% para crecimiento.	CUMPLE
Circuitos derivados:	
Contactos con sistema de tierra aislada	CUMPLE

Aire Acondicionado	Nivel I
Aire acondicionado de precisión independiente de otras cargas.	CUMPLE
Filtros de aire:	
Mediana eficiencia 70%<E3<84.5%, MERV 8, arrestancia de 95% a 98% y UL900 clase II.	NO CUMPLE

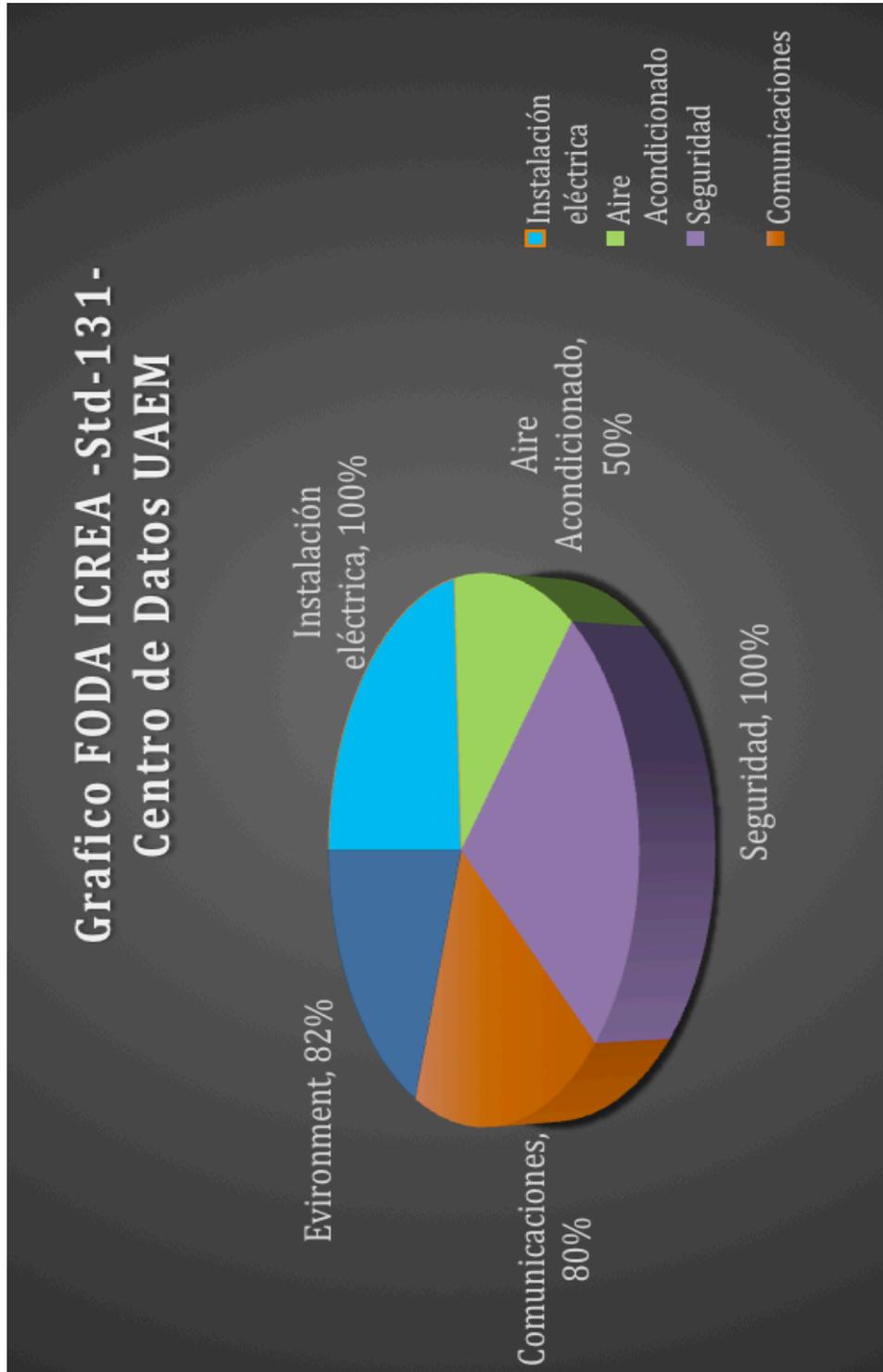
Seguridad	Nivel I
Detección:	
Sencilla	CUMPLE

Continua Anexo2.

Comunicaciones	Nivel I
Basados en estándares de cableados	CUMPLE
Categoría 5	CUMPLE
Separación de cableados con los de energía 15 cm	CUMPLE
Identificación de todos los paneles de parcheo	CUMPLE
Control:	
Silenciador manual de cualquier alarma audible	NO CUMPLE

Environment	Nivel I
Sala para uso exclusivo de equipos de comunicaciones y/o de procesamiento de datos.	CUMPLE
Puerta de acceso:	
Acceso controlado.	CUMPLE
Las puertas deben cerrar automáticamente y permitir salir a cualquier persona aún en ausencia energía eléctrica.	CUMPLE
Puertas de emergencia:	
Abatimiento hacia el exterior no se aceptarán puertas corredizas.	CUMPLE
Ubicada del lado opuesto al de la entrada principal, para Data Centers mayores a 99 m ² .	NO CUMPLE
Barra de pánico	NO CUMPLE
Puertas interiores:	
Ausencia de tuberías hidráulicas y sanitarias dentro del centro de cómputo	CUMPLE
Piso elevado:	
Nivelable y antiestático con impedancia de descarga a tierra entre 1.5×10^5 y 2×10^{10} Ohms.	CUMPLE
Altura mínima de 30 cm.	CUMPLE
Soportar 450kg. Al centro del módulo en un área de 5 cm ² presentando una deflexión máxima 25mm	CUMPLE
Vibración:	
Mantenerse dentro de los límites marcados en la norma	CUMPLE

Continua Anexo 2.



Anexo 3 CheckList Norma ICREA -Std-131-2013 del centro de datos UPEMOR

Instalación eléctrica	Nivel I
Energía eléctrica con alimentadores independientes de otras cargas en sistema SVA (simple vía de alimentación).	CUMPLE
Sistema de tierra Aislada:	
Sistema de Puesta a Tierra aislada exclusiva referenciada al sistema central de puesta a tierra y al núcleo del ultimo sistema derivado separado, cada electrodo debe contar con registros de supervisión identificados y la impedancia monos de 2 ohms, en el conductor principal de puesta a tierra de la BPT.	CUMPLE
Supresores de Transitorios:	
Supresión de transitorios de sobre tensiones, en categoría A de 100 KA, 4 modos de protección por línea de alimentación.	CUMPLE
Protección contra descargas atmosféricas	
Sistema de puesta a tierra exclusivo pero referenciado al sistema de puesta a tierra central	CUMPLE
Registros en piso identificados	CUMPLE
UPS's:	
Fuente de energía ininterrumpible, que soporte el 120% de la carga existente, más un 30% para crecimiento.	CUMPLE
Circuitos derivados:	
Contactos con sistema de tierra aislada	CUMPLE

Aire Acondicionado	Nivel I
Aire acondicionado de precisión independiente de otras cargas.	CUMPLE
Filtros de aire:	
Mediana eficiencia 70%<E3<84.5%, MERV 8, arrestancia de 95% a 98% y UL900 clase II.	NO CUMPLE

Seguridad	Nivel I
Detección:	
Sencilla	CUMPLE

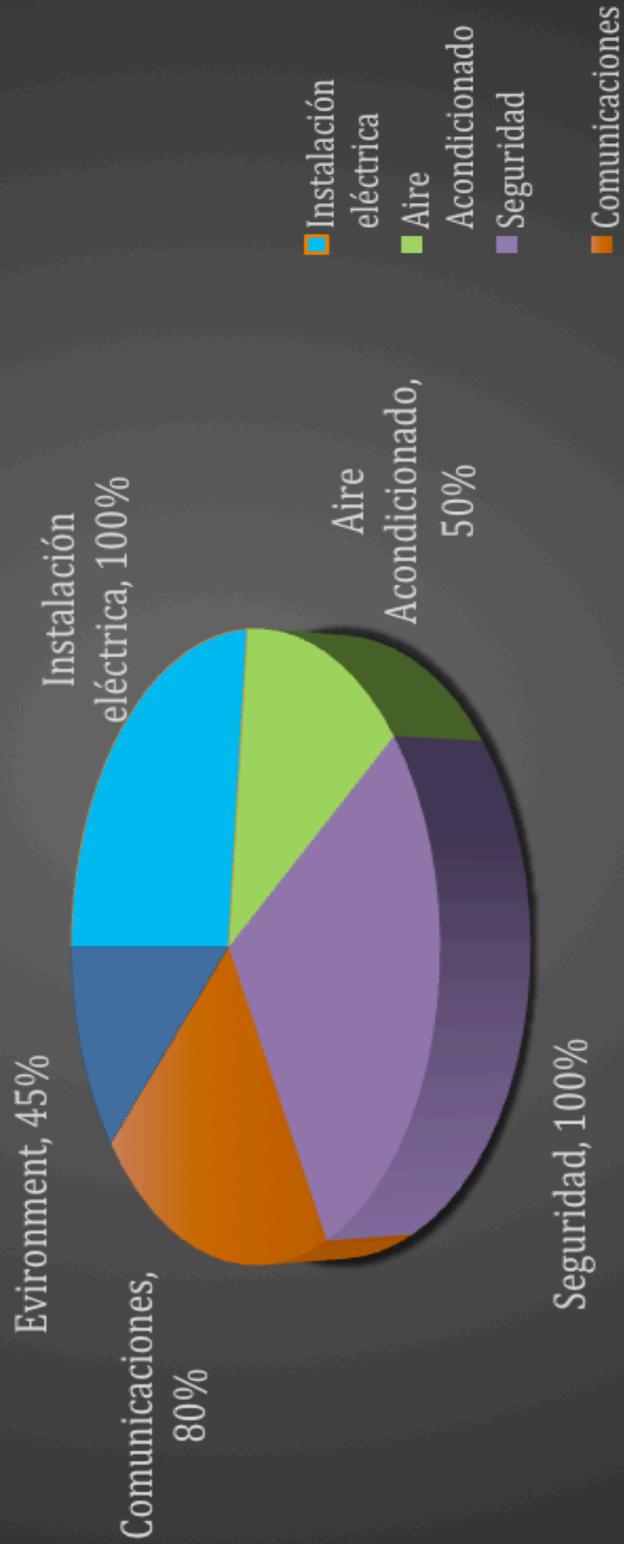
Continua Anexo 3.

Separación de cableados con los de energía 15 cm	CUMPLE
Identificación de todos los paneles de parcheo	CUMPLE
Control:	
Silenciador manual de cualquier alarma audible	NO CUMPLE

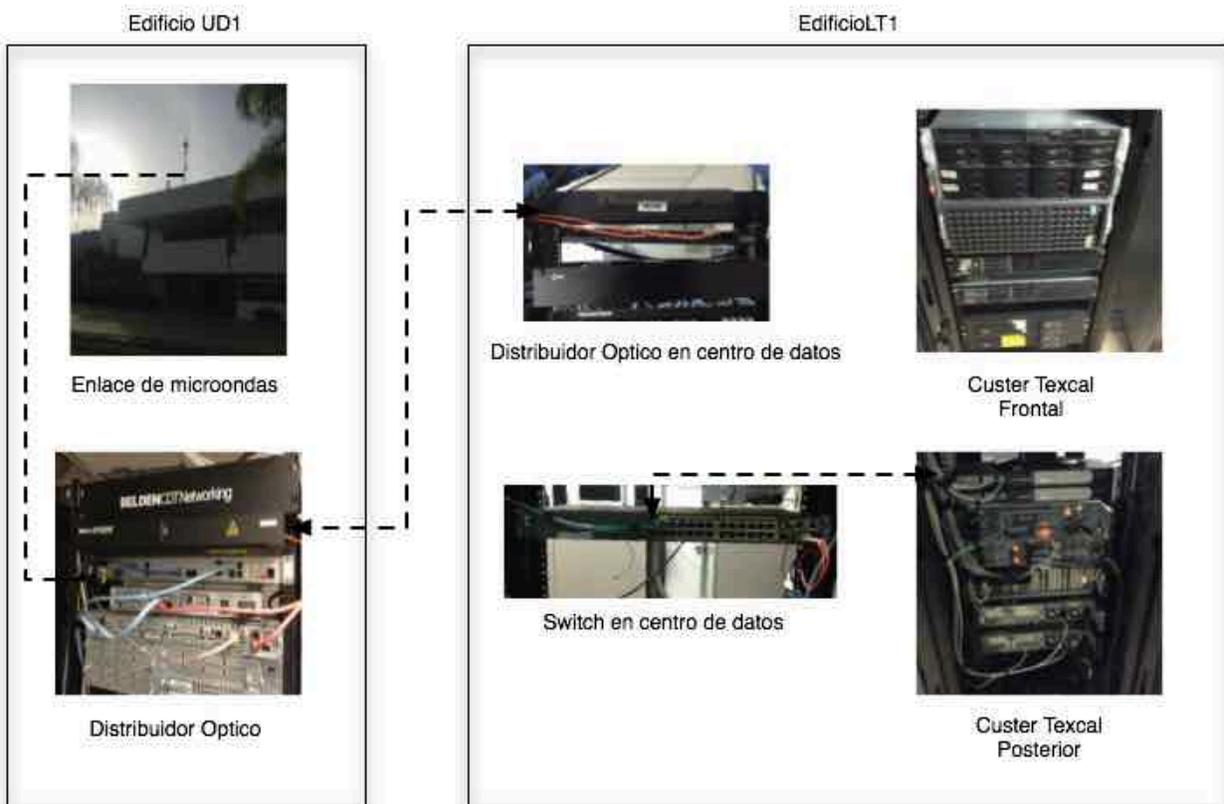
Environment	Nivel I
Sala para uso exclusivo de equipos de comunicaciones y/o de procesamiento de datos.	CUMPLE
Puerta de acceso:	
Acceso controlado.	CUMPLE
Las puertas deben cerrar automáticamente y permitir salir a cualquier persona aún en ausencia energía eléctrica.	CUMPLE
Puertas de emergencia:	
Abatimiento hacia el exterior no se aceptarán puertas corredizas.	CUMPLE
Ubicada del lado opuesto al de la entrada principal, para Data Centers mayores a 99 m ² .	NO CUMPLE
Barra de pánico	NO CUMPLE
Puertas interiores:	
Ausencia de tuberías hidráulicas y sanitarias dentro del centro de cómputo	CUMPLE
Piso elevado:	
Nivelable y antiestático con impedancia de descarga a tierra entre 1.5×10^5 y 2×10^{10} Ohms.	NO CUMPLE
Altura mínima de 30 cm.	NO CUMPLE
Soportar 450kg. Al centro del módulo en un área de 5 cm ² presentando una deflexión máxima 25mm	NO CUMPLE
Vibración:	
Mantenerse dentro de los límites marcados en la norma	NO CUMPLE

Anexo 4. Reporte fotográfico de la conectividad e infraestructura de centros de datos de la UPEMOR

Gráfico FODA ICREA -Std-131- Centro de Datos UPEMOR ED. LT1



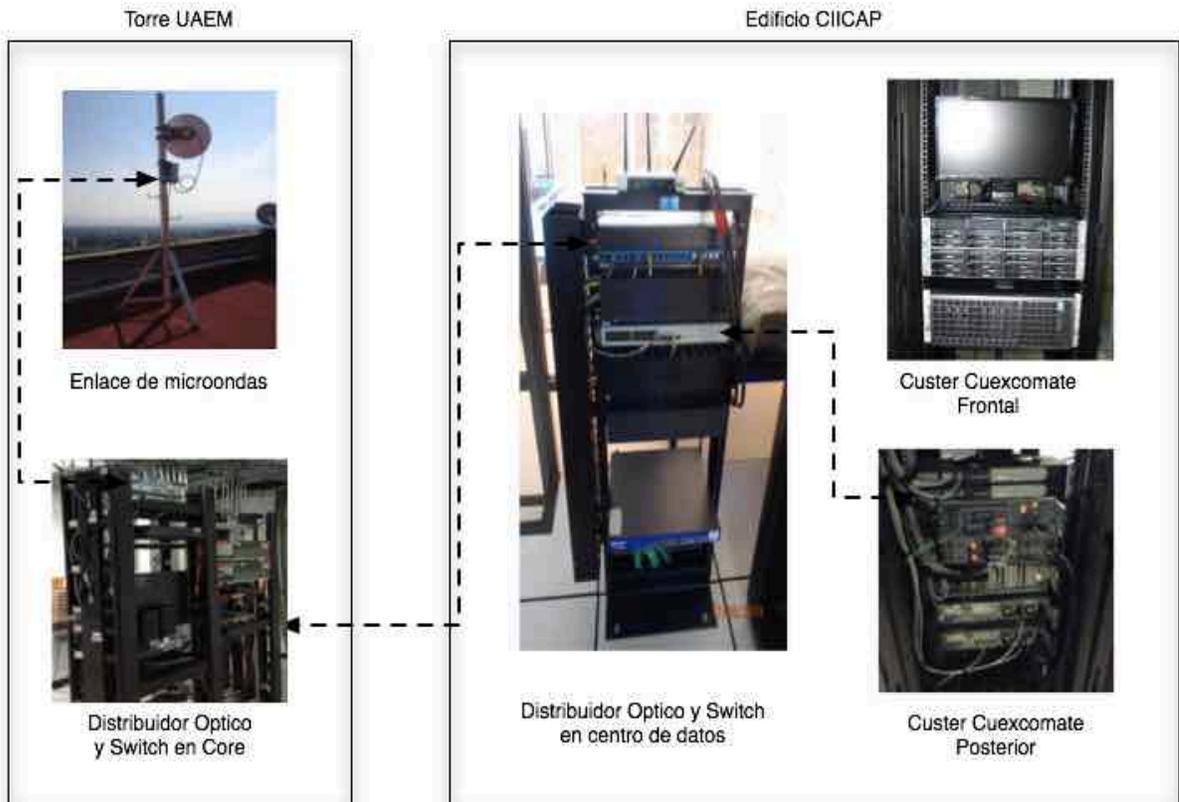
Reporte Fotográfico de la conectividad e infraestructura de centro de datos de la UPEMOR



Anexo 5 Reporte fotográfico de la conectividad e infraestructura de centro de datos de la UAEM.



Reporte fotográfico de la conectividad e infraestructura de centro de datos de la UAEM



Anexo 6 Reporte fotográfico de la infraestructura de centro de datos de la MiniGrid Morelense Extremo UAEM

Parte frontal de la ubicación de los equipos del Data Center.



Vista de organizador frontal



Salidas de red identificadas



Continúa Anexo 6.

Instrumentos de Medición.



Contactos en la parte inferior del piso falso.



Sistema de aire acondicionado cuenta con dos aires el primero de 2 toneladas y el segundo de 5 toneladas.



Continua Anexo 6.

<p>Sistema de vigilancia (dos cámaras) + Control de acceso</p>	
<p>Supresor de trasitorios</p>	
<p>Tierra fisica aislada</p>	

Continua Anexo 6.

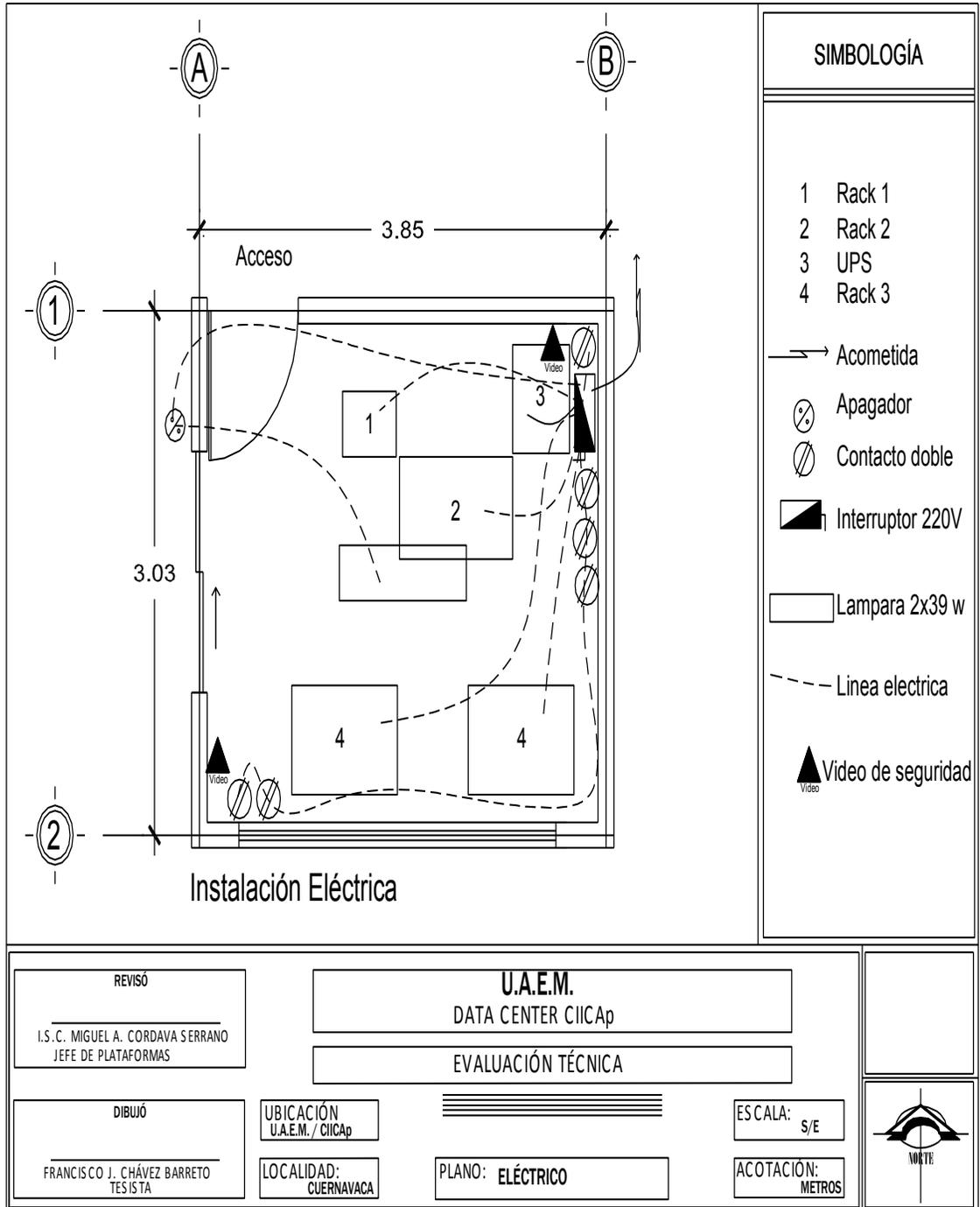
Tableros eléctricos 220V.



Sistema contra incendio agentes limpios.



Continua Anexo 6.. **CIICAp. (Plano eléctrico)**



REVISÓ
I.S.C. MIGUEL A. CORDAVA SERRANO
JEFE DE PLATAFORMAS

U.A.E.M.
DATA CENTER CIICAp

EVALUACIÓN TÉCNICA

DIBUJÓ
FRANCISCO J. CHÁVEZ BARRETO
TESISTA

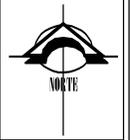
UBICACIÓN
U.A.E.M. / CIICAp

LOCALIDAD:
CUERNAVACA

PLANO: **ELÉCTRICO**

ESCALA: S/E

ACOTACIÓN: METROS



Anexo 7 Reporte fotográfico de la infraestructura de centro de datos de la MiniGrid Morelense Extremo UPEMOR

<p>Vista frontal de la entrada al site donde se encuentra el Cluster de la Grid Morelense.</p>	 A photograph showing the entrance to a data center. The entrance consists of glass doors with a metal frame. On the glass, there is a logo for 'Universidad Politécnica Morelense'. The interior of the data center is visible through the glass, showing rows of server racks and equipment. The lighting is dim, and there are some reflections on the glass.
<p>Sistema contra incendio.</p>	 A photograph of a fire extinguisher system. A red fire extinguisher is mounted on a wall. Above it is a red sign that says 'EXTINTOR' with a downward arrow and a picture of the extinguisher. To the right of the red extinguisher is a black extinguisher. The background is a plain white wall.

Continua Anexo 7.

<p>Tierra física aislada</p>	
<p>Cluster vista frontal y posterior</p>	

Continua Anexo 7.

Sistema de aire acondicionado.
Cuenta con 4 aires de 2 toneladas



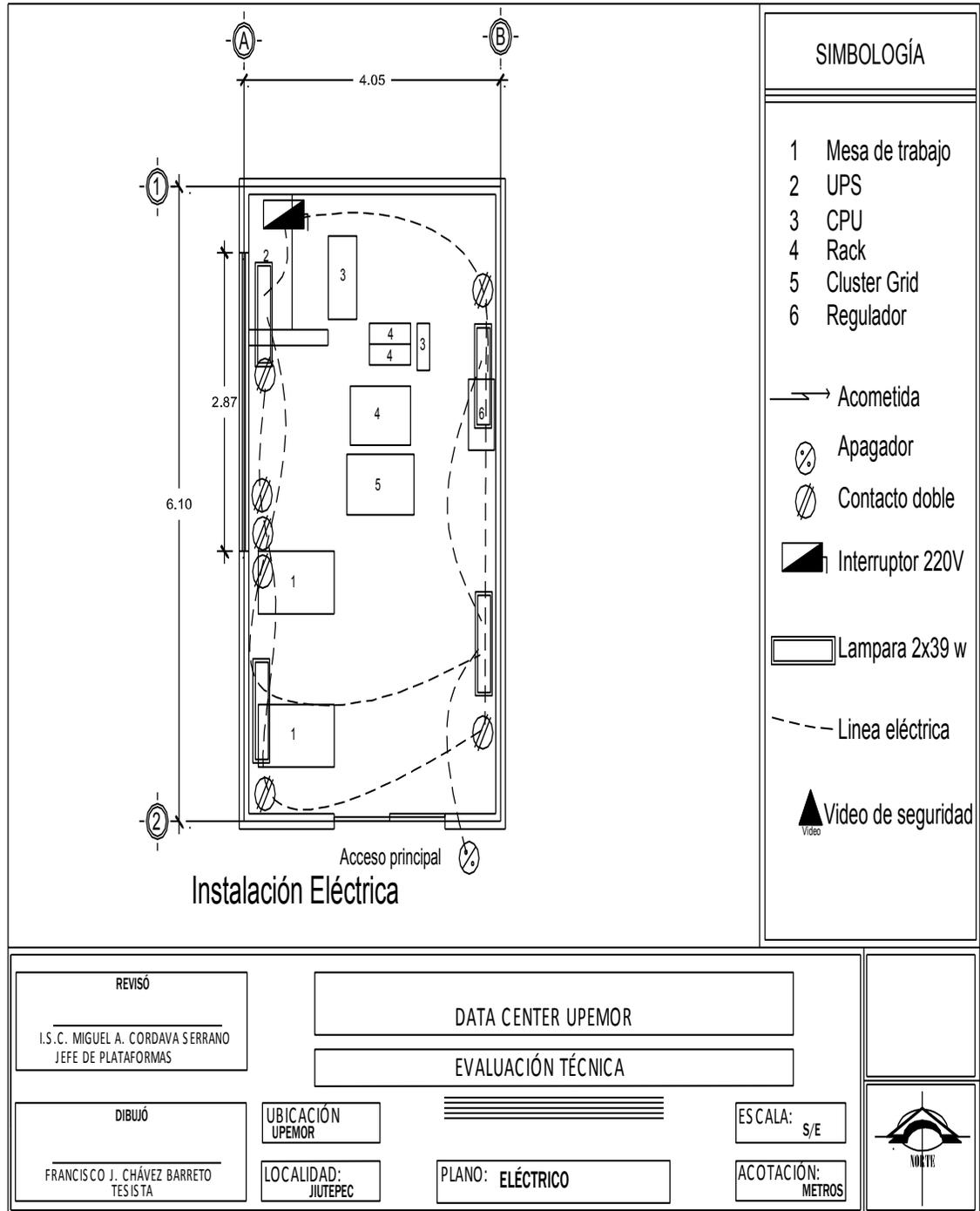
Sistema de vigilancia



Vista frontal dentro del Site



Continua Anexo 7.. UPEMOR. (Plano eléctrico)



<p style="text-align: center;">REVISÓ</p> <p style="text-align: center;">I.S.C. MIGUEL A. CORDAVA SERRANO JEFE DE PLATAFORMAS</p>	<p>DATA CENTER UPEMOR</p> <p>EVALUACIÓN TÉCNICA</p>	
<p style="text-align: center;">DIBUJÓ</p> <p style="text-align: center;">FRANCISCO J. CHÁVEZ BARRETO TESISTA</p>	<p>UBICACIÓN UPEMOR</p> <p>LOCALIDAD: JUTEPEC</p>	<p>ESCALA: S/E</p> <p>ACOTACIÓN: METROS</p>
<p>PLANO: ELÉCTRICO</p>		

Anexo 8 Archivos de configuración de los switches de la Minigríd Morelense

Configuración de Switches segmento de red UPEMOR		
Switch Hostname	Configuración	
Sw_3C_UPEMOR_UD1	<pre> version 12.1 service password-encryption ! hostname Sw_3C_UPEMOR_UD1 ! enable password 7 0822455D0A16 ! ! spanning-tree mode pvst ! interface GigabitEthernet0/1 switchport mode trunk ! interface GigabitEthernet1/1 ! interface GigabitEthernet2/1 switchport mode trunk ! interface GigabitEthernet3/1 ! interface GigabitEthernet4/1 ! interface GigabitEthernet5/1 ! interface GigabitEthernet6/1 ! interface GigabitEthernet7/1 </pre>	<pre> ! interface GigabitEthernet8/1 ! interface GigabitEthernet9/1 ! interface Vlan1 no ip address shutdown ! interface Vlan100 ip address 148.218.100.251 255.255.255.0 ! ip default-gateway 148.218.100.254 ! ! line con 0 password 7 0822455D0A16 ! line vty 0 4 password 7 0822455D0A16 login line vty 5 15 password 7 0822455D0A16 login ! ! end </pre>

Configuración de Switches segmento de red UPEMOR		
Switch Hostname	Configuración	
Sw_CISCO_UPEMOR_LT1	<pre> version 12.1 service password-encryption ! hostname Sw_CISCO_UPEMOR_LT1 ! enable password 7 0822455D0A16 ! ! spanning-tree mode pvst ! interface GigabitEthernet0/1 switchport mode trunk ! interface GigabitEthernet1/1 ! interface GigabitEthernet2/1 ! interface GigabitEthernet3/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet4/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet5/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet6/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet7/1 </pre>	<pre> switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet8/1 switchport access vlan 100 switchport mode access ! interface GigabitEthernet9/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface Vlan1 no ip address shutdown ! interface Vlan100 ip address 148.218.100.250 255.255.255.0 ! ip default-gateway 148.218.100.254 ! ! line con 0 password 7 0822455D0A16 ! line vty 0 4 password 7 0822455D0A16 login line vty 5 15 password 7 0822455D0A16 login ! ! end </pre>

Configuración de Switches segmento de red UAEM		
Switch Hostname	Configuración	
Sw_3C_TorreUAEM	<pre> version 12.1 no service timestamps log datetime msec no service timestamps debug datetime msec service password-encryption ! hostname Sw_3C_TorreUAEM ! enable password 7 0822455D0A16 ! ! spanning-tree mode pvst ! interface GigabitEthernet0/1 switchport mode trunk ! interface GigabitEthernet1/1 switchport access vlan 100 switchport mode access ! interface GigabitEthernet2/1 ! interface GigabitEthernet3/1 ! interface GigabitEthernet4/1 ! interface GigabitEthernet5/1 ! interface GigabitEthernet6/1 ! </pre>	<pre> interface GigabitEthernet7/1 ! interface GigabitEthernet8/1 ! interface GigabitEthernet9/1 ! interface Vlan1 no ip address shutdown ! interface Vlan10 no ip address ! interface Vlan100 ip address 148.218.100.253 255.255.255.0 ! ! line con 0 password 7 0822455D0A16 ! line vty 0 4 password 7 0822455D0A16 login line vty 5 15 password 7 0822455D0A16 login ! ! end </pre>

Configuración de Switches segmento de red UAEM		
Switch Hostname	Configuración	
Sw_3C_CIICAP	<pre> version 12.1 no service timestamps log datetime msec no service timestamps debug datetime msec service password-encryption ! hostname Sw_3C_CIICAP ! enable password 7 0822455D0A16 ! ! spanning-tree mode pvst ! interface GigabitEthernet0/1 switchport mode trunk ! interface GigabitEthernet1/1 ! interface GigabitEthernet2/1 switchport access vlan 100 switchport mode access ! interface GigabitEthernet3/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet4/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet5/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet6/1 switchport access vlan 101 </pre>	<pre> switchport mode access ! interface GigabitEthernet7/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface GigabitEthernet8/1 switchport access vlan 100 switchport mode access ! interface GigabitEthernet9/1 switchport access vlan 101 switchport mode access ! interface Vlan1 no ip address shutdown ! interface Vlan100 ip address 148.218.100.252 255.255.255.0 ! ! line con 0 password 7 0822455D0A16 ! line vty 0 4 password 7 0822455D0A16 login line vty 5 15 password 7 0822455D0A16 login ! ! end </pre>

GLOSARIO DE TERMINOS

A

ATM (modo de transferencia asíncrono)

Un servicio WAN utilizando una técnica de conmutación de paquetes, dichos paquetes pequeños también llamados células. Soportando velocidades máximas de 155 Mbps.

ANSI/TIA/EIA

Asociaciones involucradas en el desarrollo de la industria de las telecomunicaciones normas.

Ancho de banda

La cantidad de información que pueden ser enviados a través de un canal en una unidad de tiempo. Por lo general se mide en bits por segundo.

B

Backbone

Una instalación (por ejemplo cable, conductores) entre cualquiera de los siguientes espacios: cuartos de telecomunicaciones, Closets de telecomunicaciones, salas comunes de telecomunicaciones, que sirve a las terminales de un piso, acometidas, salas de máquinas, equipos y salas comunes, centros de datos, etc. (TIA).

Bandas de frecuencia

Intervalos de frecuencias del espectro radioeléctrico asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. Su uso está regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y puede variar según el lugar.

Bridge

Un dispositivo de red de capa 2 utilizado para conectar distintos dominios de colisión LAN (o segmentos de red) para extender el alcance de la red o de forma selectiva aislar el tráfico de red.

Bits por segundo (b/s)

Una unidad de medida utilizada para expresar la tasa de transferencia de datos binarios de un dispositivo, sistema o canal de comunicación. También llamada tasa de bits.

C

Capa de acceso

La capa de acceso hace interfaz con dispositivos finales como las PC, impresoras y teléfonos IP, para proveer acceso al resto de la red.

Capa de distribución

La capa de distribución agrega los datos recibidos de los switches de la capa de acceso antes de que se transmitan a la capa núcleo para el enrutamiento hacia su destino final.

Capa núcleo

La capa núcleo del diseño jerárquico es la backbone de alta velocidad de la internetwork.

Cableado estructurado horizontal

Medios de distribución que conectan la toma de telecomunicaciones / conector en el área de trabajo y la primera pieza de hardware de conexión en la conexión cruzada horizontal (distribuidor de piso).

Cableado estructurado vertical

Ver Backbone

Cable Coaxial

Un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes.

Categoría de cable de cobre (Cat3, Cat5e, Ca6)

Una clasificación que define el funcionamiento de componentes de cableado y sistemas. Describe las propiedades mecánicas y características de transmisión de par trenzado balanceado de cableado y proporciona una designación numerada. Categorías se definen en muchas de las normas regionales (por ejemplo, ANSI / TIA / EIA, ISO, AS / NZS, JIS).

Cluster

Puede ser descrito como el equivalente de agregación de enlaces con dos o más servidores.

CPU

Unidad de Proceso Central. Director y principal realizador de procesos de la computadora. Circuito microprocesador que realiza los procesos de datos básicos y controla el funcionamiento general de la computadora.

CUDI

La Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI).

Conectividad de Redes

Permite la comunicación entre los dispositivos conectados en diferentes las redes.

D

Data Center

Un edificio o parte de un edificio cuya función principal es la de albergar una sala de equipos de cómputo y sus áreas de apoyo. Los centros de datos son responsables de administrar y mantener los numerosos sistemas de datos que son vitales para el funcionamiento de las empresas modernas

E

Ethernet

El más común de las tecnologías de red de área local, desarrollado en el Xerox PARC en la década de 1970. Originalmente se utilizó un bus de medios compartidos, como el cable coaxial, pero ahora se basa normalmente en las líneas de par trenzado y fibra óptica que están interconectadas por puentes.

E1 y E3

Los niveles de multiplexación TDM utilizado en Europa y México , E1 2.048 Mb/s, E2 8.192 Mb/s, E3 34.816 Mb/s, E4 139.264 Mb/s.

Espectro radioeléctrico

Medio en el que se propagan las ondas electromagnéticas que son empleadas en dicho tipo de comunicaciones para transmitir información (datos, imágenes, voz, sonido, etc.).

F

Fast Ethernet

Ethernet operando a 100 Megabit/sec.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

Interfaz de Datos Distribuida por Fibra

Fibra óptica

Cable formado por uno o más hilos de vidrio formada por un núcleo central y el revestimiento exterior (fibra óptica), los miembros de la fuerza, y una cubierta exterior.

FTP (File Transfer Protocol)

La aplicación para mover archivos entre equipos de cómputo.

Firewall

Un equipo se coloca entre dos redes a través de la cual sólo la comunicación específicamente autorizada puede proceder al flujo de información.

G**Gateway**

Un dispositivo que se utiliza para interconectar dos redes, con el nivel de aplicación de la información.

GRID

Una infraestructura de computación distribuida que soporta la creación y el funcionamiento de las organizaciones virtuales, proporcionando mecanismos para la distribución controlada de los recursos entre organizaciones.

GRID COMPUTING

Tecnología innovadora que permite utilizar de forma coordinada todo tipo de recursos (entre ellos cómputo, almacenamiento y aplicaciones específicas) que no están sujetos a un control centralizado.

Gigabit Ethernet

Ethernet operando a 1 Gigabit/sec.

H**Host**

Termino usado para referirse a una computadora conectada a internet.

I

ISO 11801

El estándar internacional ISO/IEC 11801 especifica sistemas de cableado para telecomunicación de multipropósito.

ICREA-Std-131-2007

Norma Internacional para la construcción de centros de procesamiento de datos.

Internet

El acceso público interconectado conjunto de redes que utilizan el protocolo de Internet.

Internet 2

Un programa patrocinado por las principales universidades para ofrecer una alta capacidad de servicio de red para los investigadores universitarios.

infraestructura (telecomunicaciones)

Una colección de los componentes de telecomunicaciones, sin contar el equipo, que en conjunto proporciona el soporte básico para la distribución de toda la información dentro de un edificio o campus. (TIA).

ISM (Industrial, Scientific and Medical)

Son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

ISO / IEC 11801

Conjuntamente desarrolla y define las normas internacionales de cableado.

ISP El proveedor de acceso o de Servicios de Internet

Una empresa (por ejemplo, la compañía telefónica), que proporciona un circuito de camino entre un proveedor de servicios (SP) y el cliente. El operador de cualquier instalación que se utiliza para transmitir señales de telecomunicaciones de un cliente.

IP (Protocolo de Internet)

J

JPERF

Aplicación cliente-servidor muy sencilla que permite medir la velocidad máxima que alcanzan 2 ordenadores conectados en red.

L

LAN

Local Area Network (Red de Área Local)

Latencia

El tiempo desde el origen del mensaje en la fuente hasta entrega de mensajes a su destino (s). En la comunicación, es la suma de las latencias de transmisión y propagación.

Latencia en la transmisión

El tiempo que tarda en emitir un mensaje completo. Relacionados con el ancho de banda de un canal, pero no a todos los relacionados con la distancia del canal.

M

MAN

Metropolitan Area Network

Microondas

Se denomina microondas a las ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado; generalmente de entre 300 MHz y 300 GHz.

Mbps

Un megabit por segundo (Mb/s o Mbit/s) es una unidad que se usa para cuantificar un caudal de datos equivalente a 1 000 kb/s

Modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos)

Porque tiene que ver con la conexión de sistemas abiertos, es decir, sistemas que están abiertos a la comunicación con otros sistemas.

P

Protocolo

Un procedimiento de comunicación con normas específicas sobre el lenguaje utilizado y las secuencias de instrucciones.

Protocolo de enrutamiento

La comunicación entre los routers utilizados para actualizar la información que utilizan para decidir el mejor camino para un paquete de tomar en su camino desde el origen al destino. Hay dos grandes clases de protocolos de enrutamiento: vector distancia y el estado del enlace.

Q

Qcheck

Aplicación que pueden usar gestores de red o desarrolladores de programas que utilizarás para analizar y comprobar el tiempo de respuesta de una determinada red.

R

RNEI

Red Nacional para la Educación y la Investigación en México.

RedNIBA

Red Dorsal Nacional de Impulso a la Banda Ancha.

Router

Un dispositivo de interconexión de las tecnologías de red heterogéneas.

Radio frecuencia (RF)

El grupo de energía electromagnética en el espectro electromagnético cuya longitud de onda es entre el audio y el rango de luz (por lo general entre 535 kHz y 300 GHz).

S

Servidor

Un dispositivo de red que combina hardware y software para proporcionar y gestionar servicios y recursos compartidos en la red

Sistemas Inalámbricos

Son sistemas que conectan dispositivos de red haciendo uso de luz infrarroja o de ondas de radio.

SNMP (Simple Network Management Protocol)

Un protocolo que permitirá a los servidores para controlar y supervisar los dispositivos de red tales como los host, enlaces, hubs y routers.

Switch

Dispositivo de comunicación en redes que opera en la capa de enlace de datos.

T

Telecomunicaciones

Toda transmisión, emisión y recepción de signos, señales, escritos, imágenes y sonidos, es decir, la información de cualquier naturaleza por cable, radio, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos. (TIA).

TIC's (Tecnologías de la Información y la Comunicación)

Son herramientas teórico conceptuales, soportes y canales que procesan, almacenan, sintetizan, recuperan y presentan información de la forma más variada.

TCP / IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)

Los protocolos de capas en la que TCP se encarga de la funciones relacionadas con la garantía de entrega y el período de funciones relacionadas con el direccionamiento y el reenvío de mensajes a través de la red.

TCP

El Transmission Control Protocol es un protocolo de la capa de transporte en el conjunto de protocolos TCP / IP que proporciona un servicio orientado a conexión.

Token ring

Arquitectura de red desarrollada por IBM en los años 1970 con topología física en anillo.

Throughput

El número de bits de datos de los usuarios comunicarse por segundo.

TDM multiplexación por división de tiempo

Una técnica de transmisión por el cual varios canales de baja velocidad se combinan en un solo canal de alta velocidad para la transmisión.

Cada canal de baja velocidad se le asigna una posición de tiempo específico en el flujo de bits.

Topologia

Es una representación de la apariencia física de la red.

U

UDP (User Datagram Protocol)

Un protocolo de transporte que ofrece de manera desordenada la entrega de mensajes confiable.

UTP (Unshielded twisted pair)

Par trenzado sin blindaje, cable usado en telecomunicaciones en el que dos conductores eléctricos aislados son entrelazados para anular las interferencias de fuentes externas y diafonía de los cables opuestos.

V

LAN virtual (VLAN)

Una técnica que hace posible que tecnologías de conmutación permita la agrupación lógica de cualquier número de dispositivos de red en una o más subredes para mejorar la gestión del tráfico y / o de seguridad.

VoIP

Es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP.

VPN (red privada virtual)

Una combinación de tecnologías de hardware y software diseñado para permitir el paso seguro del tráfico de red de la organización a través de Internet.

W

WAN

Wide Area Network

WIMAX

Interoperabilidad mundial para el acceso por Microondas. Estándar de transmisión inalámbrica de datos proporcionando accesos concurrentes en áreas de hasta 48 Km. de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps utilizando tecnología que no requiere visión directa NLOS.

WirelessBroadBand

Banda Ancha Inalámbrica, tecnología que proporciona alta velocidad inalámbrica de acceso a Internet o de redes informáticas de acceso en un área amplia.

Wireless PTP

Sistema inalámbrico punto a punto.