

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN – Managua
Recinto Universitario “Rubén Darío”
Facultad de Educación e Idiomas
Maestría en Administración de Recursos TIC
Para Instituciones Educativas.



**Evaluación de la infraestructura de red de la UNAN Managua –
FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa
UNICAM en el segundo semestre de 2017**

Tesis para optar al título de Master en Administración de Recursos TIC, para Instituciones Educativas

Elaborado por:

Lic. Erick Noel Lanzas Martínez

Tutor:

M Sc. Derman Jazzer Zepeda Vega

Asesoras:

M Sc. Guisselle Martínez.

Ph D. Natalia Golovina.

Managua, 15 enero 2019

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN – Managua
Recinto Universitario “Rubén Darío”
Facultad de Educación e Idiomas
Maestría en Administración de Recursos TIC
Para Instituciones Educativas.



**Evaluación de la infraestructura de red de la UNAN Managua –
FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa
UNICAM en el segundo semestre de 2017**

Tesis para optar al título de Master en Administración de Recursos TIC, para Instituciones Educativas

Elaborado por:

Lic. Erick Noel Lanzas Martínez

Tutor:

M Sc. Derman Jazzer Zepeda Vega

Asesoras:

M Sc. Guisselle Martínez.

Ph D. Natalia Golovina.

Managua, 15 enero 2019

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

CARTA AVAL

Por este medio certifico que la Tesis de graduación, con el Tema: *Evaluación de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM en el segundo semestre de 2017*, realizada por el Licenciado **Erick Noel Lanzas Martínez**, como requisito para optar al título de Master en Administración de recursos TIC para Instituciones Educativas, ha sido concluido satisfactoriamente.

Como tutor de tesis del licenciado **Lanzas**, considero que contiene los elementos científicos, técnicos y metodológicos necesarios para ser sometidos a pre-defensa ante el Tribunal Examinador.

El trabajo del licenciado **Lanzas**, se enmarca en las líneas de desarrollo e investigación prioritarias del programa de Posgrado de la universidad, referida a la solución de problemas en el desarrollo, evaluación e inversión de las TIC en la Educación Superior, en los municipios pertenecientes al programa Universidad en el Campo.

Dado en la ciudad de Managua, Nicaragua a los tres días del mes de diciembre del año dos mil dieciocho.

MSc. Derman Jazzer Zepeda Vega

Tutor

RESUMEN

La presente tesis presenta un análisis del estado actual de la infraestructura red de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN Managua) – Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa (FAREM Matagalpa) en los municipios participantes del programa “Universidad en el Campo” (UNICAM). Se caracterizó el estado actual de la red, logrando así definir los requerimientos de los servicios de red según los usuarios y según la guía de buenas prácticas de ITIL 2011, finalmente se formuló un plan de fortalecimiento de la red a partir del análisis estratégico de los hallazgos encontrados en el desarrollo del estudio.

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo con implicaciones cualitativas, el diseño de investigación es no experimental, de tipo explicativo y de corte transversal; se trabajó con una población de 80 estudiantes de las carreras ofertadas en cuatro sitios de UNICAM, donde existe infraestructura de red; un Responsable de área TIC, un director de programa UNICAM, dos técnicos y 16 docentes. Para la recolección de información se utilizaron técnicas como entrevistas a los directores del área TIC y del programa UNICAM, a los técnicos de soporte, escalas de apreciación basadas en ITIL y aplicadas con la aprobación de la dirección TIC de la Facultad, encuestas online dirigidas a los estudiantes.

Al concluir la evaluación de la infraestructura de red se afirma que los usuarios están conformes, aunque no satisfechos con el servicio brindado actualmente, que es imprescindible la existencia de la infraestructura de red para el desarrollo de las actividades académicas y que el nivel de madurez de los procesos de ITIL en estos municipios es de 37% del recomendado por la guía, lo que hace evidente la necesidad de fortalecer los servicios e infraestructura actuales. Para fortalecer la infraestructura de red se proponen la implementación de la propuesta presentada para que mitigue las dificultades más relevantes.

Palabras claves: evaluación de infraestructura, ITIL, fortalecimiento, red

ABSTRACT

This thesis presents an analysis of the current state of the network infrastructure of the National Autonomous University of Nicaragua, Managua (UNAN Managua) - Regional Multidisciplinary Faculty of Matagalpa (FAREM Matagalpa) in the participating municipalities of the "University in the countryside" program (UNICAM). The current state of the network was characterized, thus being able to define the requirements of the network services according to the users and according to the guide of good practices of ITIL 2011, finally a plan of strengthening of the network was formulated from the strategic analysis of the findings found in the development of the study.

This study has a quantitative approach with qualitative implications, the research design is non-experimental, explanatory and cross-sectional; it worked with a population of 80 students of the courses offered in four UNICAM branches, where there is a network infrastructure; an ICT area director, an UNICAM program director, two technicians and 16 teachers. For the collection of information, there were used techniques such as the interview with the director of the ICT area and the UNICAM program, the support technicians, assessment scales based on ITIL and applied with the approval of the ICT direction of the Faculty, online surveys aimed at the students.

The conclusion of the assessment of the network infrastructure, it is stated that users are satisfied with the service currently provided, that the existence of the network infrastructure is essential for the development of academic activities and that the level of maturity of the ITIL processes in these municipalities it is 37% of that recommended by the guide, which makes evident the need to strengthen the current services and infrastructure. To strengthen the network infrastructure, is proposed the implementation of a strengthening plan that mitigates the most relevant difficulties.

Keywords: infrastructure evaluation, ITIL, strengthening, network

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 OBJETIVOS	7
1.4.1 Objetivo general:.....	7
1.4.2 Objetivos específicos:.....	7
CAPÍTULO II	8
2.1 ANTECEDENTES	8
2.2 MARCO TEÓRICO.....	13
2.2.1 Las Redes de computadoras.....	13
2.2.1.1 Definiciones.....	13
2.2.1.2 Arquitectura de red	13
2.2.1.3 Tipos de red.....	14
2.2.1.3.1 Redes de área local (LAN)	14
2.2.1.3.2 Redes de área amplia (WAN)	14
2.2.1.4 Elementos de una red	15
2.2.1.4.1 Dispositivos	15
2.2.1.4.2 Medios.....	15
2.2.1.4.3 Servicios	16
2.2.2 Infraestructura de red	16
2.2.2.1 Infraestructura Física.....	17
2.2.2.1.1 Principales dispositivos de red	17
2.2.2.1.2 Estación de Trabajo (Host)	18
2.2.2.1.3 Medios de red cableado.....	19
2.2.2.1.4 Medio de transmisión inalámbrica	21
2.2.2.2 Infraestructura Lógica	24

2.2.2.2.1	Direccionamiento IP	24
2.2.2.2.2	Servicios en red	24
2.2.2.2.3	VLAN.....	29
2.2.3	Evaluación de la Infraestructura de red	29
2.2.4	Modelos de evaluación de infraestructura de red.....	32
2.2.4.1	COBIT	32
2.2.4.2	ITIL 2011	33
2.2.4.3	ISO 27002:2013	35
2.2.4.4	ISO/IEC 20000.....	36
2.2.4.5	Comparación entre los modelos de evaluación de infraestructura de red	37
2.2.4.6	Elección del modelo a utilizar en la evaluación.....	41
2.2.5	ITIL 2011 y los servicios soportados por la red	41
2.2.5.1	Definición de servicio	41
2.2.5.2	Antecedentes de ITIL.....	42
2.2.5.3	Estructura de ITIL.....	43
2.2.5.4	Ciclo de Vida del Servicio.....	44
2.2.5.5	Fases del Ciclo de Vida del Servicio	44
2.2.5.6	Selección de procesos ITIL a evaluar en la red	51
2.3	PREGUNTAS DIRECTRICES	53
2.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	54
CAPÍTULO III	81
3.1	DISEÑO METODOLÓGICO.....	81
3.1.1	Área de estudio o línea de desarrollo	81
3.1.2	Tipo de estudio según su alcance, diseño y corte	81
3.1.3	Enfoque de estudio	82
3.1.4	Universo – Muestra.....	82
3.1.5	Métodos teóricos y empíricos.....	83
3.1.5.1	Métodos teóricos	83
3.1.5.2	Métodos empíricos	84
3.1.5.2.1	Entrevistas.....	84
3.1.5.2.2	Encuestas	85
3.1.5.2.3	Escala de apreciación	85
3.1.6	Validez y fiabilidad de los instrumentos.....	86

3.1.7	Procesamiento de la información	86
3.1.8	Variables de Estudio	87
CAPÍTULO IV		88
4.1	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
4.1.1	La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria, Matagalpa.....	88
4.1.2	El programa UNICAM	89
4.1.3	Estado actual de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	90
4.1.3.1	Infraestructura de red en la FAREM Matagalpa, Recinto Mariano Fiallos Gil.....	91
4.1.3.1.1	Evolución y Crecimiento de la Red	91
4.1.3.1.2	Cuarto de comunicaciones y cableado de la red	91
4.1.3.1.3	Dispositivos en la Red	96
4.1.3.1.4	Los servidores.....	101
4.1.3.1.5	Tipo de Red	102
4.1.3.1.6	Topología de Red.....	102
4.1.3.1.7	Conexión a Internet.....	103
4.1.3.1.8	Servicios de red	103
4.1.3.2	Infraestructura de red en UNICAM La Dalia.....	108
4.1.3.2.1	Caracterización de la red.....	108
4.1.3.2.2	Dispositivos en la red	109
4.1.3.2.3	Conexión a internet.....	111
4.1.3.3	Infraestructura de red en UNICAM Waslala.....	112
4.1.3.3.1	Caracterización de la red.....	112
4.1.3.3.2	Dispositivos en la red	113
4.1.3.3.3	Conexión a internet.....	115
4.1.3.4	Infraestructura de red en UNICAM Río Blanco	116
4.1.3.4.1	Caracterización de la red.....	116
4.1.3.4.2	Dispositivos en la red	116
4.1.3.4.3	Conexión a internet.....	118
4.1.3.5	Infraestructura de red en UNICAM Mulukukú	119
4.1.3.5.1	Caracterización de la red.....	119
4.1.3.5.2	Dispositivos en la red	120
4.1.3.5.3	Conexión a internet.....	120

4.1.3.6	Análisis de la infraestructura de red en UNICAM	121
4.1.4	Requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011.....	126
4.1.4.1	Requerimientos de los servicios de red, según los usuarios.....	126
4.1.4.1.1	Dispositivos de los usuarios	128
4.1.4.1.2	Medios de conexión	130
4.1.4.1.3	Servicios más utilizados por los usuarios	130
4.1.4.1.4	Servicios académicos en la red	132
4.1.4.1.5	Calidad de Servicio	134
4.1.4.1.6	Aplicaciones más utilizadas.....	137
4.1.4.1.7	Restricciones de Aplicaciones	138
4.1.4.1.8	Nuevos servicios de red	140
4.1.4.1.9	Ancho de banda.	142
4.1.4.2	Requerimientos de los servicios de red, según ITIL 2011	147
4.1.4.2.1	Estrategia del Servicio	148
4.1.4.2.2	Diseño de Servicio	150
4.1.4.2.3	Transición del Servicio.....	152
4.1.4.2.4	Operación del Servicio	154
4.1.4.2.5	Mejora Continua del Servicio	158
4.1.4.2.6	Síntesis de la madurez en las áreas de procesos	159
4.1.5	Proyecto “Propuesta de fortalecimiento de la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM”	161
4.1.5.1	Generalidades del Proyecto	162
4.1.5.1.1	Resumen ejecutivo.....	162
4.1.5.1.2	Nombre y descripción del proyecto.....	162
4.1.5.1.3	Objetivos del proyecto.....	163
4.1.5.1.4	Justificación.....	163
4.1.5.1.5	Articulación entre planes, programas y proyectos	165
4.1.5.1.6	El proyecto en el marco de las políticas estratégicas de desarrollo humano del país.	166
4.1.5.1.7	Grupo meta y beneficiarios.....	166
4.1.5.1.8	Ciclo de vida del proyecto.....	166
4.1.5.1.9	Resultados esperados.....	166

4.1.5.1.10	Matriz del enfoque del marco lógico.....	168
4.1.5.1.11	Matriz para la etapa de diseño.....	168
4.1.5.2	Estudio de Mercado.....	169
4.1.5.2.1	Definición del producto o servicio.....	169
4.1.5.2.2	Demanda real.....	169
4.1.5.2.3	Oferta real.....	170
4.1.5.2.4	Análisis de costes y de precios.....	170
4.1.5.2.5	Proveedores de materias primas.....	170
4.1.5.2.6	Comercialización o servicios.....	171
4.1.5.3	Análisis Estratégico.....	171
4.1.5.3.1	Análisis de Factores Internos (IFAS).....	172
4.1.5.3.2	Análisis de Factores Externos (EFAS).....	173
4.1.5.3.3	Matriz FODA.....	175
4.1.5.3.4	Estrategias para el fortalecimiento de la infraestructura de red.....	176
4.1.5.4	Estudio técnico.....	178
4.1.5.4.1	Tamaño del proyecto.....	178
4.1.5.4.2	Localización del proyecto.....	178
4.1.5.4.3	Procesos productivos.....	180
4.1.5.4.4	Ingeniería de proyectos.....	180
4.1.5.4.5	Aspectos administrativos.....	207
4.1.5.5	Estudio financiero.....	210
4.1.5.5.1	Inversión del proyecto.....	210
4.1.5.5.2	Flujo neto de efectivo.....	211
4.1.5.5.3	Fuentes de financiamiento.....	214
4.1.5.5.4	Gastos de organización.....	214
4.1.5.5.5	Evaluación económica del proyecto.....	214
	Antecedentes y capacidad del equipo de trabajo:.....	216
	Coherencia entre objetivos, metodología y plan de trabajo:.....	216
4.1.5.6	Conclusiones del Proyecto.....	217
4.1.5.7	Recomendaciones del Proyecto.....	217
CAPÍTULO V.....		218
5.1	CONCLUSIONES.....	218
5.2	RECOMENDACIONES.....	222

5.3	BIBLIOGRAFÍA.....	224
5.4	ANEXOS	233

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Estándares en el Data Center</i>	31
Ilustración 2: Cobertura de otros patrones y modelos por COBIT 5	32
Ilustración 3: Ciclo de vida del Servicio ITIL.....	34
Ilustración 4: Cláusulas de control de seguridad de ISO/IEC 27002:2013	35
Ilustración 5: Alcance de la norma ISO/IEC 20000-1:2011.....	36
Ilustración 6: ITIL vs ISO/IEC 20000	39
Ilustración 7: Digrama de conexión de fibra óptica en el recinto Mariano Fiallos Gil	92
Ilustración 8: Rosetas y tomacorrientes polarizados	93
Ilustración 9: Cableado de red de la FAREM Matagalpa	93
Ilustración 10: Diagrama del cuarto de comunicaciones.	95
Ilustración 11: Organización de bastidor en Cuarto de comunicaciones.....	96
Ilustración 12: Topología de red de la FAREM Matagalpa	103
Ilustración 13: Topología lógica de red en UNICAM La Dalia	109
Ilustración 14: Equipos de red en UNICAM La Dalia	110
Ilustración 15: Dispositivos de red en UNICAM Waslala.....	114
Ilustración 16: Ubicación de los dispositivos de red en UNICAM Waslala.....	115
Ilustración 17: Dispositivos de red en UNICAM Río Blanco	117
Ilustración 18: Topología de red en UNICAM Río Blanco.....	118
Ilustración 19: Torre con antena en UNICAM Mulukukú.....	120
Ilustración 20: Algoritmo de conexión de los sitios de UNICAM	123
Ilustración 21: Rendimiento en tiempo real del servidor de UNICAM	124
Ilustración 22: Topología lógica en los sitios de UNICAM	125
Ilustración 23: Grado de Madurez de procesos ITIL en la red de UNICAM.....	159
Ilustración 24: Matriz FODA de la gestión de red en UNICAM	175
Ilustración 25: Matriz de estrategias para el fortalecimiento de la red de UNICAM.....	176
Ilustración 26: Conexiones de puente LAN a LAN de SoftEtherVPN	184
Ilustración 27: Modelo de enlace troncal entre el nodo central y los sitios remotos	187
Ilustración 28: Propuesta de organización de gabinetes en UNICAM	192
Ilustración 29: Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)	208
Ilustración 30: Flujo Neto de Efectivo del Proyecto	213

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Formato de CSPE (Common Structure of Process Elements).....	37
Tabla 2: Descripción de COBIT, ITIL, ISO 27002:2013 e ISO/IEC 20000	40
Tabla 3: Escala de medición del grado de madurez de ITIL 2011	52
Tabla 4: Dispositivos intermediarios en FAREM Matagalpa	96
Tabla 5: Dispositivos de usuarios finales, por dependencia.	99
Tabla 6: Otros dispositivos finales conectados a la red	100
Tabla 7: Detalle de software de servidores.....	101
Tabla 8: Dispositivos de red en UNICAM La Dalia	109

Tabla 9: Dispositivos de red en UNICAM Waslala	113
Tabla 10: Dispositivos de red en UNICAM Río Blanco.....	116
Tabla 11: Dispositivos de red en UNICAM Mulukukú	120
Tabla 12: Tabla comparativa de la infraestructura de red existente en los distintos sitios de UNICAM.....	121
Tabla 13: Estadísticas de consumo de ancho de banda por IP en la red de UNICAM en un período de 2 horas.....	144
Tabla 14: Datos utilizados por las aplicaciones incluidas en el estudio	145
Tabla 15: Procesos y referentes de evaluación.....	147
Tabla 16: Grado de madurez de la estrategia de servicio en UNICAM	148
Tabla 17: Grado de madurez del Diseño del Servicio en UNICAM.....	150
Tabla 18: Grado de madurez de la Transición del servicio en UNICAM.....	152
Tabla 19: Grado de Madurez de la Operación del Servicio en UNICAM	154
Tabla 20: Matriz del enfoque del marco lógico.....	168
Tabla 21: Matriz para la etapa del diseño.....	168
Tabla 22: Normativas de incendio de cableado estructurado para UNICAM	190
Tabla 23: Especificaciones mínimas de teléfonos IP	198
Tabla 24: Especificaciones mínimas de los switches de acceso	199
Tabla 25: Puntos de Acceso recomendados para la red de UNICAM	201
Tabla 26: Especificaciones mínimas de router para UNICAM	203
Tabla 27: Especificaciones mínimas para los servidores a utilizar en los sitios de UNICAM	205
Tabla 28: Programación de Hitos del Proyecto.....	209
Tabla 29: Presupuesto del Proyecto	210
Tabla 30: Matriz de evaluación de proyecto.....	215

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribución de usuarios encuestados por sitio.....	127
Gráfico 2: Género de los usuarios de la red de UNICAM	127
Gráfico 3: Dispositivos que utilizan los usuarios de red en UNICAM	128
Gráfico 4: Situación de BYOD en UNICAM	129
Gráfico 5: Medios de conexión de usuarios en la red de UNICAM	130
Gráfico 6: Servicios utilizados por los usuarios de la red	131
Gráfico 7: Servicios que esperan recibir los usuarios de red de UNICAM	131
Gráfico 8: Sitios que prefieren los usuarios de la red de UNICAM para realizar investigaciones...	132
Gráfico 9: Importancia de los servicios de red en UNICAM.....	133
Gráfico 10: Percepción de calidad de servicio de red de los usuarios.....	135
Gráfico 11: Satisfacción con la conectividad de la red en UNICAM	135
Gráfico 12: Acceso a los servicios de red en UNICAM	136
Gráfico 13: Aplicaciones más utilizadas por los usuarios de la red de UNICAM.....	138
Gráfico 14: Restricciones de acceso a aplicaciones en la red de UNICAM	139
Gráfico 15: Justificación de las restricciones de acceso a aplicaciones en UNICAM	140
Gráfico 16: Necesidades de nuevos servicios de red en UNICAM	140
Gráfico 17: Justificación de Nuevos servicios de Red en UNICAM.....	141
Gráfico 18: Percepcion de necesidad de ToIP en la red de UNICAM.....	142

Gráfico 19: Aplicaciones más utilizadas por usuario de UNICAM durante 2 horas 143

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Guía de entrevista dirigida al Responsable del Programa UNICAM

Anexo 2: Guía de entrevista dirigida al Director TIC

Anexo 3: Guía de encuesta dirigida a Usuarios de la red

Anexo 4: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Estrategia del servicio según ITIL 2011

Anexo 5: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Diseño del servicio según ITIL 2011

Anexo 6: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Transición del Servicio según ITIL 2011

Anexo 7: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Operación del Servicio según ITIL 2011

Anexo 8: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Mejoramiento continuo según ITIL 2011

Anexo 9: Carta de Validación del Proyecto y Compromiso de considerar la ejecución de las recomendaciones

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Como instrumento de lucha contra la pobreza y la desigualdad social en América Latina, nace el “Programa Universidad en el Campo” (UNICAM) del cual es parte la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua – Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa (UNAN Managua, 2017). El acceso a la educación superior en las zonas rurales del país ha constituido desde su nacimiento un reto y una promesa de desarrollo local sostenible. Para ello es necesario dotar a los estudiantes de este programa con las competencias digitales que establecen los programas de asignaturas de la UNAN Managua.

Para ayudar al desarrollo de las competencias digitales a los de los estudiantes, la UNAN Managua – FAREM Matagalpa, desde 2016 ha instalado infraestructura de redes de datos en las comunidades participantes del programa UNICAM para que los estudiantes tengan acceso a la información, a procesos académicos y administrativos de los sistemas informáticos de UNAN Managua, acceso a repositorios bibliográficos y un abanico de oportunidades académicas y sociales que la digitalización trae consigo a través de la red. Esta infraestructura es muy básica, compuesta principalmente por Routers para el acceso a la red de datos de la UNAN Managua y equipos inalámbricos para dar servicio a los usuarios.

Tiempo después de la implementación de la infraestructura de red han surgido un conjunto de inquietudes tanto de los usuarios, que afirman que la red presenta muchas dificultades y que dicen no conectarse siempre, como de la alta dirección de la Facultad (el Consejo Facultativo) que quieren estar claros si seguir invirtiendo en la infraestructura de red, o si es mejor retirar el servicio.

Ante esta situación se inicia la evaluación de la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM, principal objeto de este estudio. Para ello se realizó una revisión bibliográfica que determinó los aspectos de la red a evaluar a través del análisis y selección de un estándar de evaluación tanto de infraestructura de red como de calidad de servicio: ITIL 2011.

En este estudio se caracterizó el estado actual de la red, logrando así definir los requerimientos de los servicios de red según los usuarios y según la guía de buenas prácticas de ITIL 2011; finalmente se formuló un plan de fortalecimiento de la red a partir del análisis estratégico de los hallazgos encontrados en el desarrollo del estudio.

Este documento está estructurado con base en los objetivos específicos planteados y dividido en cinco capítulos, comenzando con el capítulo introductorio, que contiene una descripción breve y general de la infraestructura de red en los municipios, el objeto de estudio de esta investigación, el problema de investigación, la justificación de la investigación y el detalle de los objetivos que se pretenden alcanzar, desglosados en objetivos general y específicos.

El capítulo II inicia con la presentación de los antecedentes del problema de investigación en cuestión, donde se plasman estudios relacionados con éste que se han realizado a nivel internacional, nacional y local. El mismo capítulo incluye el marco teórico, donde se exponen los aspectos teóricos con sus respectivos niveles de lectura, que hacen referencia por separado a aquellos tópicos relacionados la evaluación de infraestructura de red, tomando en cuenta el estándar de evaluación ITIL 2011. El capítulo cierra con la formulación de las preguntas directrices que guiarán el estudio y la operacionalización de las variables.

En el tercer capítulo se presenta el diseño metodológico, donde se especifica el enfoque y tipo de investigación, universo de estudio, métodos, técnicas para el análisis de datos, la validez y fiabilidad de los instrumentos. Las variables de estudio fueron el estado de la infraestructura de red y los requerimientos de los servicios de red según los usuarios, la institución e ITIL 2011.

El Capítulo IV conforma la parte medular del estudio, donde se describe el análisis y discusión de resultados, con sus respectivos comentarios inferidos y documentados por el autor, tomando como insumo la teoría plasmada en el marco teórico y que servirían posteriormente para la formulación del plan de fortalecimiento.

Las conclusiones del estudio, presentadas en el último capítulo (Capítulo V), dan respuesta exclusiva los objetivos específicos del mismo; junto a las recomendaciones, que sugieren cómo orientar el fortalecimiento de la infraestructura de red desde el quehacer de los actores, tanto de la alta dirección como del personal del área de TI.

El documento se cierra con la presentación de la bibliografía y los anexos, dónde las fuentes citadas en el documento son actualizadas y confiables, preferiblemente tomadas de primera mano (los creadores) en caso de los estándares, para garantizar la validez, calidad y certificación de las mismas. Todas las fuentes fueron extraídas de informes de investigación, libros, sitios web, tesis magistrales, papers de investigación, revistas e instrumentos aplicados para la recolección de información. Los anexos contienen información adicional que puede servir de respaldo a lo descrito en el documento, consistentes principalmente en guías de instrumentos aplicados, tanto los elaborados para este estudio, como los recomendados por las guías de buenas prácticas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa de la UNAN Managua (UNAN – Managua, FAREM-Matagalpa) es una institución de Educación Superior, de servicio público, comprometida con la formación de profesionales en distintas áreas del conocimiento, beneficia a estudiantes provenientes principalmente de los diferentes municipios de los departamentos de Matagalpa y Jinotega. Forma profesionales en distintas áreas del conocimiento basado en las funciones de: Docencia, Investigación, Extensión Universitaria e Internacionalización. Atiende una población de aproximadamente 3,881 estudiantes en 20 carreras. La planta docente está constituida por 48 profesores de contratación indefinida o de planta y 146 profesores de contratación parcial u horarios. El personal administrativo y de servicio está compuesto por 72 trabajadores, 38 con contrato permanente y 34 bajo contrato temporal. (UNAN FAREM Matagalpa, 2016).

Actualmente la UNAN Managua –FAREM Matagalpa, tiene instalados equipos de red en cuatro municipios que participan del programa UNICAM, tres de ellos del departamento de Matagalpa: El Tuma – La Dalia, Waslala (administrativamente del Departamento de Matagalpa), Río Blanco y el cuarto es Mulukukú, municipio de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN).

En la actualidad¹, el control y monitoreo de los servicios de red son inexistentes y que continuamente los usuarios se quejan porque a veces ni siquiera pueden conectarse a la red inalámbrica disponible en los distintos recintos de UNICAM, por lo que la calidad, disponibilidad y confiabilidad de la red en esos recintos es incierta. En el período que antecede al estudio, existe escasa comunicación verbal que se sostiene con los usuarios se percibe que las opiniones de los usuarios son subjetivas en cuanto a calidad de servicio, puesto que a algunos les parece maravilloso y a otros les parece deficiente. Tampoco existen planes de mejora definidos y aprobados por la institución, por lo que el encargado de la administración

¹ Se hizo entrevista no estructurada con el Responsable TIC de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa para dar valoraciones de estado actual de problema.

de estos nodos de red se limita a resolver los problemas de conectividad a medida que aparecen.

A manera de pronóstico de la situación actual, si se hace caso omiso a esta situación, se desperdician recursos tecnológicos y económicos ya que la institución realiza una inversión social mensual (costos del servicio de red) en todos los recintos sin poder observar un impacto positivo en la población estudiantil de los municipios o si el servicio está siendo utilizado o no, en qué forma se utilizan los servicios de red o si se pueden ampliar estos servicios.

A partir de esta premisa, surge la necesidad de realizar una evaluación que presente un diagnóstico acertado sobre la situación actual de la infraestructura de red, además de la creación de un plan de fortalecimiento de la infraestructura de red que sirva de base para la toma de decisiones en pro del mejoramiento y expansión de los servicios de red y de mejora de la calidad de la educación en estos municipios.

Por lo anterior expuesto, se plantea la siguiente problemática:

¿Cómo es la infraestructura de red de la UNAN Managua - FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM en el segundo semestre de 2017?

1.3 JUSTIFICACIÓN

A través de la evaluación de la red de datos que soporta los servicios académicos y administrativos de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios que participan en el programa UNICAM se puede aportar la base necesaria para afrontar nuevos retos en la educación superior de las zonas rurales del país, como son la inclusión de nuevos servicios de red; las clases virtuales a través de tele presencia (video llamadas), servicios de voz sobre IP (Protocolo de Internet) para realizar gestiones académicas desde las zonas rurales, o la masificación de la práctica BYOD (Trae tu propio Dispositivo) con calidad de servicio, dando de esta manera un impacto social importante para los usuarios de esas redes y las familias y comunidad que ellos representan.

Con la realización de esta evaluación también se aportó a la aplicación de los enfoques teóricos que se manejan actualmente en los estándares internacionales en cuanto a la evaluación de una infraestructura de red descentralizada, su eficiencia, calidad, cantidad y diversidad de servicios de red que puedan brindarse a una población estudiantil que viven en entornos rurales, donde el acceso a Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) aún es emergente; así como expresar en la práctica los elementos teóricos propios de la evaluación de infraestructura de red y la inclusión de nuevos servicios de red, mediante el modelo de evaluación de infraestructura de red y la propuesta de plan de fortalecimiento que se presenta en este trabajo y que pretende generar soluciones puntuales a entornos de red similares.

Desde el punto de vista metodológico, se estaría estableciendo un modelo de evaluación de infraestructura de red que permitiría orientar el desarrollo e implementación de planes de fortalecimiento de infraestructuras de red descentralizadas tomando en cuenta la inclusión de nuevos servicios, considerando el tipo y diseño de investigación, instrumentos de recolección de datos y los procesos de análisis de resultados utilizados en esta evaluación, donde se beneficiaría indirectamente a quienes quieran aplicar esta metodología o quienes la tomen como referencia para adaptarla a nuevas necesidades.

A nivel práctico, esta evaluación viene a representar una oportunidad importante para la institución objeto de estudio, de abordar con precisión el estado actual de la infraestructura de red, sus requerimientos de calidad de acuerdo a los usuarios y a las normas internacionales, la posibilidad de integración de nuevos servicios a la infraestructura de red, logrando así un beneficio directo tanto para la institución como para los usuarios de la red.

Finalmente, servirá a las autoridades correspondientes determinar si la infraestructura de red en los municipios del programa UNICAM está siendo eficiente o si está generando gastos para la ya apretada cartera de servicios de la Universidad.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

- Evaluar la infraestructura de red de la UNAN Managua - FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM en el segundo semestre de 2017.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM.
- Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011.
- Formular una propuesta de proyecto para el fortalecimiento de la infraestructura de red tomando en cuenta la inclusión de nuevos servicios de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa.

CAPÍTULO II

2.1 ANTECEDENTES

Con la emergencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación, y la introducción del Internet de las Cosas de manera exponencial en todo el planeta se ha generado una demanda constante en el desarrollo de redes de datos que puedan soportar estos servicios con calidad. Por ello, se han realizado evaluaciones de redes en distintas partes del mundo con el objetivo de dar las pautas para mejorar la calidad de servicio que la red de datos proporciona a los usuarios y para integrar nuevos servicios utilizando o mejorando la infraestructura de red existente. Para lograrlo, se utilizaron distintos modelos de evaluación que van desde ITIL, COBIT, ISO27001:2013, SSaaS y otros dependiendo del alcance de la evaluación:

En Alemania, (Margi, Alvez, & Sepulveda, 2017) abordaron los desafíos de los diferentes protocolos y tecnologías utilizados para la comunicación en las redes inalámbricas, los recursos limitados por la naturaleza de los dispositivos, la alta conectividad y los requisitos de seguridad para las aplicaciones, la comunicación segura entre dispositivos, la gestión de recursos de red y la implementación protegida de los mecanismos de seguridad. Evaluaron todas estas características en la red para poder “*determinar las mejores prácticas para mejorar la calidad de servicio de la red...*” aplicando el paradigma “Sensing as a Service” o SSaaS por sus siglas en inglés, demostrando que puede mejorarse sustancialmente con modificaciones mínimas en la infraestructura de red inalámbrica.

Además, en la India, (Zhiyong & Yunyan, 2014) crearon un modelo de evaluación de redes basándose en los estándares ideales de comparación positivos y negativos, los elementos indicadores de evaluación se procesaron en el método gris sin dimensiones y se presentó un modelo de evaluación cualitativo-cuantitativa con peso lineal multicapa para la seguridad de la red. Finalmente, se verificaron la viabilidad y validez del modelo analizando algunos ejemplos prácticos, en los que incluyeron la aplicación en redes universitarias, donde el entorno es más agresivo (en cuanto a seguridad).

En Corea del Sur (Yoo, 2015), aplicó las herramientas de evaluación de ITIL v3 como parte de la necesidad de garantizar la supervivencia de los negocios, haciendo especial énfasis en la evaluación de red y los servicios brindados por la misma; garantizando la convergencia de la seguridad técnica y la seguridad empresarial. Presentó sus hallazgos junto recomendaciones para mejora.

También en Corea del Sur (Dong-Soo & Hee-Wan, 2015) en su auditoría, presentan la verificación de estándares de calidad de servicio de red y la necesidad de mejora de la misma. Para ello utilizaron métricas de disponibilidad en perspectiva de acuerdo al nivel del servicio.

En Washington, Estados Unidos, (Zhang, Wood, Ramakrishnan, & Jinho, 2014) desarrollaron una aplicación para la infraestructura de red que utiliza la plataforma virtual que puede realizar no sólo conmutación básica de paquetes, sino también las funciones típicas que quedan para calcular las plataformas como el balanceo de carga basado en el estado de nivel de aplicación. Para ello, evaluaron la red existente junto con la infraestructura de Data Center virtual y lograron mejorar el rendimiento de la red cerca de un 34% abriendo la oportunidad de insertar nuevos servicios de red para ofrecer a los usuarios.

En Ecuador, (Cabrera & Lilia, 2016) en su tesis magistral evaluaron la infraestructura de red de datos con la intención de *“impulsar la situación económica y calidad de vida, a través de la capacitación continua apoyado por las nuevas tecnologías y telecomunicaciones para llegar, sin límites de espacio y tiempo hacia los hogares”* y ejecutar un plan de factibilidad para proporcionar capacitación virtual a la ciudadanía del cantón Cayambe.

Descubrieron que la inserción de un nuevo servicio de capacitación virtual a la ciudadanía cayambeña a través de la red, fomenta el emprendimiento y la mejora de la calidad de producción en base al conocimiento de nuevas prácticas actualizadas.

También en Ecuador (Ramos & Lizet, 2016) en su tesis magistral, notaron que la infraestructura de red de los Infocentros podía ser aprovechada para la instalación de otros sistemas que contribuyan al control, operación de los Infocentros y la seguridad de sus actores, es por eso plantearon un estudio para el “*diseño de una red VPN para la integración de los servicios de telefonía IP y video vigilancia*” utilizando la red existente. Detallaron entre otras cosas, la infraestructura de red actual de los infocentros comunitarios y su capacidad de aprovechamiento, los nuevos dispositivos a adquirir, así como sus requerimientos funcionales. Finalmente se centraron en el diseño de la red VPN para conexiones seguras y el cálculo de ancho de banda necesario para el correcto funcionamiento de la red.

En Colombia, (Lozano & Rodriguez, 2012) propusieron un modelo de implementación de la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de la Información (ITIL) para gestionar los servicios de TI en una Institución Universitaria, donde se analizaron aspectos humanos, procedimentales, técnicos y organizacionales, donde por supuesto evaluaron la infraestructura de red, no obstante, fue el criterio de los autores el que predominó en la estructura propuesta en su tesis magistral, donde se pudo identificar cómo el modelo propuesto permitió que el diseño de planes de implementación sean desarrollados por los diferentes roles al interior del área, aprovechando las competencias del talento humano y las ventajas tecnológicas con las que cuenta la institución.

En el ámbito nacional, en Managua, (Urbina Ríos & Zuniga Valle, 2011) elaboraron una propuesta de políticas de seguridad internas a seguir por los usuarios del instituto de investigación aplicada y promoción del desarrollo local (NITLAPAN) de la Universidad Centroamericana (UCA) basándose en las necesidades de los usuarios y en los criterios de calidad de servicio brindados por la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de la Información (ITIL). Como parte de las buenas prácticas de ITIL, abordaron temas de calidad de la información utilizando también la ISO 27001. Para ello, utilizaron la técnica de “Check List” donde verificaron el cumplimiento de los criterios de evaluación.

En Matagalpa, (Blandón & Galdámez, 2016) evaluaron la red LAN de la Empresa “CECOCAFEN” demostraron a través de los objetivos de control de COBIT 4.3 que no existía una administración que garantizara la seguridad física y lógica de los recursos de TI, la cual no tenía políticas de seguridad, plan preventivo y correctivo para acciones inesperadas, no existía un control de los dispositivos, no existía estándar para el cableado eléctrico y cableado estructurado, además no existía una documentación de la red tanto física como lógica. Para dar soluciones a esta problemática las autoras propusieron una guía para mejorar la infraestructura de la red.

Finalmente, también en Matagalpa (Castillo & Tercero, 2016) evaluaron la infraestructura de red LAN de la Alcaldía Municipal de San Ramón, Matagalpa, bajo la norma ISO/IEC 27002:2013. En su tesis, encontraron una serie de debilidades en la infraestructura de red y la seguridad de la información entre las que destacan que *“en la institución no se cumplen buenas prácticas para la seguridad de la información en las redes, además que el personal de informática no estaba capacitado para dar la atención y mantenimiento necesario a la infraestructura física y lógica de la red”*. Se dieron entonces a la tarea de crear una guía de buenas prácticas para mitigar las debilidades encontradas y mejorar la infraestructura de red para cumplir con los requerimientos funcionales de la red de datos.

Es importante recalcar que, en los tres trabajos realizados en Nicaragua se realizó una Evaluación de infraestructura de red, utilizando distintos modelos (ITIL, COBIT, ISO/IEC 27001:2013) pero con el objetivo de solucionar dificultades existentes en la red. Por otro lado, esta investigación se centra no sólo en la mejora de la infraestructura de red existente en las sedes de UNICAM, sino en la inclusión de nuevos servicios, mejorando los parámetros de calidad de servicio.

Se realizaron consultas de bibliografía en bibliotecas municipales en Matagalpa, en los repositorios institucionales de las Universidades miembros del Consejo Nacional Universitario (CNU) y en la “Biblioteca Salomón de la Selva” de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa, y no se encontraron más datos referentes al tema en cuestión.

La utilidad de los antecedentes encontrados se evidencia en que sirvieron de guía para identificar en qué variables se debía profundizar para evaluar de forma eficiente la red, tomando en cuenta los factores que determinan la operatividad, usabilidad y calidad de servicio de la red además de evidenciar la necesidad de crear un plan de fortalecimiento que aborde la inclusión de nuevos servicios como podrían ser VoIP (Voz sobre IP), Cámaras de Seguridad, Segmentación LAN para TelePresence (Video Conferencias), o BYOD (trae tu propio dispositivo).

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Las Redes de computadoras

2.2.1.1 Definiciones

Para (Donahue, What is a data network, 2012) una red de computadoras puede ser definida como *"dos o más ordenadores conectados por algún medio a través del cual son capaces de compartir información"*.

Esta definición está coincide con la brindada por la RFC 62 (siglas en inglés de "Request for Comments"), serie de publicaciones del Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF, por sus siglas en inglés), que es una gran comunidad internacional abierta de diseñadores de redes, que prácticamente es quien define el funcionamiento de internet. (IETF, 2013).

Por su parte, para (Tanenbaum & Wetherall, 2012) una "red de computadoras" es *"un conjunto de computadoras autónomas interconectadas mediante una sola tecnología. Se dice que dos computadoras están interconectadas si pueden intercambiar información"*.

Como se evidencia con la cita anterior, una vez dada la definición del máximo órgano de las redes de computadoras (RFC) no queda más que agregar que con la integración de los distintos dispositivos del llamado "Internet de las cosas" (Bruner & Loukides, 2014) que no son más que teléfonos inteligentes, electrodomésticos, y aparatos del hogar que son capaces de conectarse a la internet y que actualmente la mayoría de la población posee, se llega a la afirmación de que una red es un conjunto de dispositivos conectados entre sí, cuyo objetivo principal es compartir información.

2.2.1.2 Arquitectura de red

(Cisco Networking Academy, 2017), enseña que arquitectura de red *"se refiere a los dispositivos, las conexiones y los productos que se integran para admitir las tecnologías y aplicaciones necesarias y que asegura la conexión de cualquier dispositivo en cualquier combinación de redes"*.

La arquitectura de red se basa en la implementación de tecnologías que permitan ofrecer servicios de calidad, donde la información se transmita de manera segura y confiable.

Una vez que se establece una infraestructura de red básica de conmutación y enrutamiento, las personas, las pequeñas empresas y las organizaciones pueden ampliar la red con el tiempo mediante el agregado de características y funcionalidades a una solución integrada, y aunque los dispositivos de red se vuelvan más rápidos, más potentes y más inteligentes, la arquitectura fundamental de la red (y la manera en que se suministra y la opera) sigue siendo la misma.

2.2.1.3 Tipos de red

2.2.1.3.1 Redes de área local (LAN)

“Las redes de área local (generalmente llamadas LANs) son redes de propiedad privada operan en un solo edificio como una casa, oficina o fábrica. Se utilizan ampliamente para conectar computadoras personales y electrodomésticos para compartir recursos e intercambiar información” (Tanenbaum & Wetherall, 2012)

Son las redes más comunes que existen que por lo general conecta los dispositivos en un área relativamente pequeña y determinada, por ejemplo, una habitación, un hogar o edificio habitacional, esta red alcanza una velocidad de transferencia de datos de hasta 1 Gbps.

Hoy en día estas son las redes que más fácil se pueden encontrar, y pequeñas empresas o instituciones optan por crear este tipo de red, con el objetivo de compartir algún recurso o servicio, otro ejemplo de LAN que se aplica en la actualidad es la red que posee la Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa, una LAN bien estructurada.

2.2.1.3.2 Redes de área amplia (WAN)

Para (Tanenbaum & Wetherall, Redes de área amplia (WAN), 2012) una red de área amplia (WAN), *“abarca una gran área geográfica, con frecuencia un país o un continente. Contiene un conjunto de máquinas diseñados para programas (es decir, aplicaciones) de usuario”*.

Las redes WAN por lo general se extienden en una gran franja de territorio, ya sea a través de una ciudad, un país e incluso a nivel mundial, este tipo de red generalmente cubre unos 100 o hasta 1000 kilómetros, lo que permite cubrir varias ciudades e incluso un país entero. Su velocidad oscila entre 1 Mbps y 1 Gbps.

Este tipo de red es usada regularmente para la conexión de empresas que cuentan con sucursales distribuidas en distintas zonas geográficas o también por las universidades con campus descentralizados. Generalmente las velocidades son más lentas que las utilizadas en LAN.

2.2.1.4 Elementos de una red

Para (Cisco Networking Academy, 2016), *“los elementos de una red conforman la infraestructura de red es la plataforma que da soporte a la red. Proporciona el canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones”*, lo que implica el desarrollo de infraestructura de calidad en cualquiera de sus elementos, que, a propósito, pueden ser divididos en:

2.2.1.4.1 Dispositivos

Los dispositivos son el hardware, es decir los componentes visibles, físicos y tangibles de la plataforma de red, como una computadora portátil, una PC, un Smartphone, servidores, una Tablet o hasta un electrodoméstico, siendo estos llamados “Dispositivos finales” porque son los usuarios finales quienes masifican el uso de estos dispositivos.

Otros dispositivos como un switch, un router, un punto de acceso inalámbrico que se utiliza para conectar esos dispositivos, son llamados “Dispositivos intermediarios” pues son dispositivos de red gestionados por profesionales del “networking”, es decir, especialistas en la configuración y administración de redes.

2.2.1.4.2 Medios

Los medios también son componentes físicos, ejemplo de ello son el cableado que se utiliza para conectar los distintos dispositivos, que puede a su vez ser de cobre, coaxial o de fibra óptica. A veces, puede que algunos componentes no sean visibles, como se puede apreciar en el caso de los medios inalámbricos, donde los mensajes

se transmiten a través del aire mediante radio frecuencias invisibles u ondas infrarrojas distribuidas en distintas regiones del espectro electromagnético.

2.2.1.4.3 Servicios

Tanto los medios como los dispositivos se unen para brindar servicios y procesos, que son los programas de comunicación, denominados “software” es decir, la parte intangible de la red, que se ejecutan en los distintos dispositivos conectados en red.

Un servicio de red proporciona información en respuesta a una solicitud, de allí su nombre. Los servicios incluyen muchas de las aplicaciones de red comunes que utilizan las personas a diario, como los servicios de hosting de correo electrónico y web hosting, además de otros servicios de los que los usuarios son inconscientes como el servicio de resolución de nombres de dominio (DNS).

Los procesos proporcionan la funcionalidad que direcciona y traslada mensajes a través de la red. Los procesos son menos obvios para el usuario, pero son críticos para el funcionamiento de las redes de comunicación.

2.2.2 Infraestructura de red

Como se evidencia en el apartado anterior, la infraestructura de red da soporte a la red. Al ser sus elementos variados se hace necesaria la separación de la infraestructura de red en dos aspectos fundamentales; aquellos que por su naturaleza deben ser evaluados de forma física y cuyas características son fácilmente medibles y aquellos que requieren de mayor estudio planificación y control, como es el diseño lógico, la forma en que se acceden los recursos de la red, las normas o protocolos implicados, la calidad del servicio.

Dado el avance agigantado de los servicios de red, los dispositivos de red y las nuevas necesidades de los usuarios, se puede apreciar una gran cantidad de dispositivos y medios en el mercado. Se describen a continuación los que se consideran los principales elementos físicos y lógicos de la infraestructura de red.

2.2.2.1 Infraestructura Física

2.2.2.1.1 Principales dispositivos de red

2.2.2.1.1.1 Conmutador (Switch)

Para (Cisco Systems, 2017) *“La mayoría de las redes comerciales hoy en día usan switches (conmutadores) para conectar computadoras, impresoras y servidores dentro de un edificio o campus. Un conmutador sirve como un controlador, lo que permite que los dispositivos en red hablen entre sí de manera eficiente.”* Mediante el intercambio de información y la asignación de recursos, los conmutadores ahorran dinero a las empresas y aumentan la productividad de los empleados.

El switch (se utilizará la palabra anglosajona a partir de aquí) tiene como función principal recibir y enviar tramas de datos únicamente a los dispositivos conectados al aparato; si bien un switch es más costoso que un concentrador resulta económico al considerar su confiabilidad y rendimiento mejorados, además que posee gran ancho de banda en sus puertos, y su modo de funcionamiento es mucho más eficiente que el de los concentradores (hubs).

Hoy en día en muchas empresas usan los switches, puesto que son fácil de implementar en una red, poseen gran velocidad en sus puertos, y dirigen las tramas al dispositivo seleccionado evitando congestión de datos en los cables. Existen switches administrables que permiten una mejor administración en la red al permitir la segmentación lógica en la red LAN, la administración remota y más funcionalidades de gran interés para administradores de red.

2.2.2.1.1.2 Enrutador (Router)

(Cisco Systems, 2017) continúa afirmando que *“Los conmutadores crean una red. Los enrutadores conectan redes. Un enrutador vincula computadoras a Internet para que los usuarios puedan compartir la conexión. Un enrutador actúa como un despachador, eligiendo la mejor ruta de información para viajar para que se reciba rápidamente.”*

El router posee una de las funciones principales en una red, que es conectar la red local con redes externas o con internet, logrando la conectividad y el nacimiento de redes más grandes o superredes, además, existen enrutadores llamados “RSI” o Router de servicios integrados, que además de determinar la mejor ruta para

alcanzar la red de destino y reenviar el tráfico hacia la interfaz que corresponde, tienen funcionalidades como filtrar el tráfico, recolección de eventos (logs), o hasta centrales de telefonía IP incorporadas, túneles de redes privadas virtuales (VPN).

En la actualidad las empresas medianas, grandes y pequeñas han comenzado a buscar un mayor grado de la integración en tecnología aplicada a redes. Es común que las organizaciones necesiten utilizar tecnologías como router para comunicarse, permitiendo el acceso seguro a recursos corporativos.

2.2.2.1.1.3 Cortafuegos (firewall)

“Un cortafuegos es un dispositivo de seguridad de red que supervisa el tráfico de red entrante y saliente y decide si se permite o bloquea el tráfico específico basándose en un conjunto definido de reglas de seguridad... además, los firewalls han sido una primera línea de defensa en la seguridad de la red durante más de 25 años. Establecen una barrera entre redes internas seguras y controladas que pueden ser confiables y no confiables fuera de las redes, como Internet.” (Cisco Systems, 2017)

Un firewall puede utilizar una implementación tanto de software como de hardware, y su principal objetivo es el análisis del tráfico de datos procedentes de Internet, redes remotas o de la misma red y, a continuación, bloquea o permite el paso de ésta al equipo, en función de la configuración que el administrador de red disponga en el firewall, siguiendo un conjunto de políticas de la empresa.

Hoy en día las empresas son muy cuidadosas con su información, que actualmente es llamada “oro gris” por lo no es de extrañar que muchas empresas inviertan en la implementación de un firewall; sin embargo, debido a los costos altos de las implementaciones de hardware algunos prefieren las implementaciones de software, y si los recursos son insuficientes, no realizan implementación de éste, por lo que se encuentran expuestos a riesgos como intrusos que quieran realizar ataques desde el exterior.

2.2.2.1.2 Estación de Trabajo (Host)

La (IETF, 1989) define que los host, o estaciones de trabajo, *“Una computadora anfitriona, o simplemente “host”, es el consumidor final de servicios de*

comunicación. Un host generalmente ejecuta la aplicación programas en nombre de usuario (s), empleando red y / o Servicios de comunicación de Internet en apoyo de esta función. Un host de Internet corresponde al concepto de un "sistema final" utilizado en el conjunto de protocolos OSI". Lo que lleva a afirmar que, al menos en redes, la palabra "host" o "estación de trabajo" se utiliza para referirse a cualquier computadora o dispositivo que esté conectado a una red y que es utilizado por un usuario o consumidor final.

Como se comentaba en el apartado de los dispositivos de red, estos dispositivos pueden variar desde las ya tradicionales computadoras, hasta electrodomésticos o "gadgets" o accesorios que es común ver en todos lados hoy en día. Es con estos dispositivos donde realmente se puede apreciar la importancia de las redes de datos en la sociedad moderna.

2.2.2.1.3 Medios de red cableado

2.2.2.1.3.1 Cable de par trenzado

Para (Tanembaun & Wetherall, 2012) éste consiste en dos alambres de cobres aislados, por lo general de 1 mm de grueso. Los alambres se trenzan en forma helicoidal, igual que una molécula de ADN (Ácido DesoxirriboNucleico). Esto se hace porque dos alambres paralelos constituyen una antena simple. Cuando se trenzan los alambres, las ondas de diferentes vueltas se cancelan, por lo que la radiación del cable es menos efectiva.

Sus categorías son:

- ✓ Categoría 3: soporta velocidades de transmisión hasta 10 Mbits/seg. Utilizado para telefonía de voz, 10Base-T Ethernet y Token ring a 4 Mbits/seg.
- ✓ Categoría 4: soporta velocidades hasta 16 Mbits/seg. Es aceptado para Token Ring a 16 Mbits/seg.
- ✓ Categoría 5: hasta 100 Mbits/seg. Utilizado para Ethernet 100Base-TX.
- ✓ Categoría 5e: hasta 622 Mbits/seg. Utilizado para Gigabit Ethernet.
- ✓ Categoría 6: soporta velocidades hasta 1000 Mbits/seg.

El par trenzado es uno de los tipos de cables de pares compuesto por hilos, normalmente de cobre, trenzados entre sí. El trenzado mantiene estable las propiedades eléctricas a lo largo de toda la longitud del cable y reduce las interferencias creadas por los hilos adyacentes en los cables compuestos por varios pares. La combinación de los pares de hilos está estandarizada por la Asociación de Industria de telecomunicaciones en su estándar T-568 (Telecommunications Industry Association (TIA), 2017)

En la actualidad es el cable más usado en la mayoría de redes LAN (universidades, hogares, edificios) debido a sus velocidades de transferencias de datos altas y económicas.

2.2.2.1.3.2 Cable de fibra óptica

Según la Asociación de Fibra Óptica (Fiber Optic Association Inc., 2017) la fibra óptica es el medio de comunicación que funciona mediante el envío de señales ópticas por hilos delgados de fibra de vidrio o plástico extremadamente delgados. *“La luz se “guía” por el centro de la fibra llamada “núcleo”. El núcleo está rodeado por un material óptico llamado “revestimiento” que atrapa la luz en el núcleo utilizando una técnica óptica llamada “reflexión interna total”. La fibra misma está recubierta por un “tampón” ya que está hecho para proteger la fibra de la humedad y el daño físico”*. El tampón es lo que se desprende de la fibra para su terminación o empalme.

La fibra óptica es una tecnología de cable que se utiliza para la instalación de redes locales. Consiste en un núcleo central de vidrio con un índice alto de refracción y con un revestimiento de vidrio, pero con una refracción más baja. Por dicho núcleo se envían pulsos de luz con una fuente que puede ser un láser o un LED.

Aunque el servicio es nuevo en el país para usuarios domésticos, la mayoría de empresas y universidades de tamaño considerable ya contaban con recibir el servicio de internet o de arrendamiento de líneas de datos desde hace unos años. También, es necesario recalcar que la mayoría de instituciones posee

cableado de fibra óptica sólo para el servicio de internet y no para la distribución dentro de sus redes LAN, sólo algunas instituciones lo suficientemente grandes como UNAN u otras empresas privadas importantes hacen uso de la tecnología en su red LAN.

Las combinaciones de cables utilizados por fibra óptica están estandarizadas por (Telecommunications Industry Association (TIA), 2014).

2.2.2.1.4 Medio de transmisión inalámbrica

2.2.2.1.4.1 Ondas de radio

Para (Ishimaru, 2017) las Ondas de Radio son Ondas Electromagnéticas de radiofrecuencia (RF) que transportan información. Algunas de sus principales aplicaciones son las ondas emitidas por las emisoras de Radiodifusión ("Broadcasting"), formadas por una onda portadora de RF, transportando una señal de audiofrecuencia (AF), que corresponde a las transmisiones "radiofónicas" (voz transportada en ondas de radio) dirigidas al público general.

En Nicaragua algunas empresas de televisión, radio y telefonía celular usan este tipo de medio inalámbricos para comunicarse. Dependiendo de la frecuencia en que se transmitan las ondas de radio en el espacio del espectro electromagnético, se transportan servicios como el de telefonía celular. Por ejemplo: Las bandas 824-849 MHz; 869-894 MHz; 1850-1865 MHz; 1865-1870 MHz; 1870-1885 MHz; 1885-1890 MHz; 1890-1895 MHz; 1895-1910 MHz; 1930-1945 MHz; 1945-1950 MHz; 1950-1965 MHz; 1965-1970 MHz; 1970-1975 MHz y 1975-1990 MHz están destinadas a nuevos servicios de radiocomunicaciones móviles que demanda la sociedad, tales como: Telefonía Celular y Sistemas Personales de Comunicaciones Avanzadas. (N97) (Telcor, 2017).

2.2.2.1.4.2 WiFi

El acrónimo Wi-Fi se utiliza para identificar los productos que incorporan cualquier variación de la tecnología inalámbrica de los estándares IEEE 802.11, que permiten la creación de redes de área local inalámbricas conocidas como WLAN, y que son

plenamente compatibles con los de cualquier otro fabricante que utilice estos estándares. (Badajoz.es, 2017)

El IEEE dispone de una extensa familia de estándares correspondientes a las redes de área local, la 802. Los estándares del IEEE no se configuran nunca de manera cerrada, es decir que se van mejorando mientras es posible, por eso a lo largo del tiempo van apareciendo nuevos sub estándares que implementan mejoras o variantes sobre algún aspecto. La nomenclatura que se sigue en estos casos consiste a ir añadiendo letras minúsculas detrás del número 802.11, que es el del estándar principal. (IEEE, 2017)

En cuanto a velocidad de transmisión de datos y de banda de frecuencia de uso, que de hecho son los dos parámetros principales del sistema (Cruz Felipe, Martínez Gómez, & Crespo García, 2013), se han definido hasta ahora los sub estándares siguientes:

802.11b: Wi-Fi para las masas, a una frecuencia de 2.4GHz con velocidades de hasta 11Mbps.

802.11a: la primera mejora de velocidad, a una frecuencia de 5 GHz con velocidades de hasta 54 Mbps.

802.11g: el estándar mínimo hoy en día, a una frecuencia de 2.4 GHz con velocidades de hasta 54 Mbps.

802.11n: anchura de lado equivalente a Fast Ethernet, a una frecuencia de 2.4 y 5 GHz con velocidades de hasta 300 Mbps.

802.11ac o mejor conocido como WiFi Gigabit, a una frecuencia de 5 GHz con velocidades de hasta 1.3 Gbps, con un arreglo de tres antenas y utilizando MIMO.

Existen también otros subestándares como 802.11e: calidad de servicio en redes Wi-Fi y 802.11i: seguridad en redes Wi-Fi, que no serán abordados por que no están ligados directamente con la transmisión de datos, sino con calidad y seguridad.

2.2.2.1.4.3 WiMax

La tecnología estandarizada por el IEEE bajo el apelativo 802.16, por lo común conocida como WiMAX, es considerada el hermano mayor del Wi-Fi. Eso responde al hecho que el WiMAX promete más alcance, más anchura de lado y más potencia que el Wi-Fi, acompañadas de más funcionalidad en términos, especialmente, de calidad de servicio y seguridad. (Badajoz.es, 2017)

Como el WiMAX es un estándar más reciente que el Wi-Fi, el número y la complejidad de los estándares que lo componen es muy menor que en el caso precedente. Actualmente sólo hay dos estándares a tener en cuenta: el IEEE 802.16- 2004 y el IEEE 802.16e-2005, aunque hay revisiones nuevas desde el 2012 hasta 2015, aún no se han aprobado.

Originalmente, el estándar 802.16 se finalizó el año 2001 y comprendía las funcionalidades básicas del WiMAX. Trabajaba en la banda de los 10 hasta los 66 GHz, que exigía visibilidad directa para la comunicación. Con canales muy anchos (hasta 28 MHz) y modulaciones eficientes, el estándar permitía capacidades teóricas de hasta 134 Mbps. En el año 2003 publicó un estándar complementario, el 802.16a, que básicamente extendía el estándar original para bandas de frecuencias más bajas, que permitían la comunicación sin visibilidad directa, mejoraba la cobertura dentro de edificios y permitía establecer redes donde los mismos terminales WiMAX actúan como repetidores (mesh networks). El estándar 802.16d, más conocido como en 802.16- 2004, unificaba ambos estándares en uno de sol, y, además, incorporaba algunas correcciones sobre los estándares originales. Éste es el estándar de referencia actualmente, y para el cual empiezan a aparecer los primeros equipos. Con posterioridad se diseñó el estándar 802.16e, que incluía soporte para la movilidad con velocidades de hasta 120 km/h, así como soporte para la itinerancia, en la banda de frecuencias más inferior de las utilizadas por WiMAX. Este estándar ha pasado a ser conocido como 802.16e-2005.

Finalmente, El estándar 802.16 ocupa el espectro de frecuencias ampliamente, usando las frecuencias desde los 2 hasta los 11 Ghz para la comunicación de la última milla (de la estación base a los usuarios finales) y ocupando frecuencias entre

11 y 60 Ghz para las comunicaciones con línea vista entre las estaciones bases. (IEEE, 2017)

2.2.2.2 Infraestructura Lógica

2.2.2.2.1 Direccionamiento IP

Para identificar un dispositivo dentro de una red es necesario que tenga un identificador único en la red que lo diferencie de otro dispositivo. Este indicador de red es su dirección IP (Internet Protocol) (IETF, 1981). Se hace necesaria, además, una distinción entre nombres, direcciones y rutas; el nombre indica lo que se busca. Una dirección indica dónde está y la ruta indica cómo llegar allí. El protocolo de Internet (IP) trata principalmente con direcciones. Es la tarea de un nivel superior (es decir, protocolos de host a host o aplicación) para hacer el mapeo desde nombres a direcciones.

El protocolo IP define un esquema de direccionamiento jerárquico que permite que las direcciones individuales se asocien de forma conjunta y sean tratados como dispositivos de una misma red de área local, independiente de otras redes.

La dirección IP es un identificador lógico único e irreplicable que se le asigna a cada host ya sea (computadora, TV, cámara multimedia, tableta, teatro en casa, teléfono inteligente).

Hoy en día los administradores de redes toman direcciones IP, las dividen en partes más pequeñas, de acuerdo a las direcciones IP que necesitan y las agregan a los hosts con el objetivo de tener una administración más ordenada y eficiente de direcciones IP. Este proceso es conocido como “Subnetting” o “Subneteo” (IETF, 1984).

2.2.2.2.2 Servicios en red

(Tanembaun & Wetherall, Primitivas de servicio, 2012) Definen que un servicio se puede especificar de manera formal como un conjunto de primitivas (operaciones) disponibles a los procesos de usuario para que accedan al servicio. Estas primitivas le indican al servicio que desarrollen alguna acción o que informen sobre la acción que haya tomado una entidad par. Si la pila de protocolos se encuentra en el sistema

operativo, como se da en la mayoría de los casos, por lo general las primitivas son llamadas al sistema.

Estas primitivas del servicio de red en modo de conexión y son conocidas como la dirección de llamada, y parámetros de dirección de respuesta, y en las primitivas del servicio de red en modo sin conexión son conocidos como la dirección de origen y parámetros de dirección de destino. (IETF, 1985)

Los servicios en la red son todos aquellos protocolos que permiten la comunicación de extremo a extremo en las redes IP. Su definición formal es muy técnica, pero permite conocer cómo funcionan los dispositivos y las suites de protocolos para presentar información útil a los usuarios finales, como su correo electrónico personal o de negocios, manejo de productividad o en el caso particular de las instituciones educativas transportar procesos académicos y administrativos críticos.

A continuación, se realiza una breve descripción de los principales servicios de red: DHCP, DNS, VoIP, Web, Email, VPN.

2.2.2.2.1 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

El Protocolo de Configuración Dinámica de Anfitrión o DHCP (por sus siglas en inglés) es un protocolo de red TCP/IP que permite a los nodos de una red obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Su definición formal está dada en la (IETF, 1997) y actualizado en (IETF, 2013), y explica el modo de funcionamiento del protocolo.

Generalmente, para que el servicio DHCP sea implementado en una red LAN (es importante aclarar que es el entorno más utilizado) se hace uso de un servidor DHCP que asigne direcciones IP automáticamente a los hosts que están conectados a en la LAN, en el rango de direcciones que se ha especificado.

Como este servicio no requiere una gran cantidad de recursos de hardware, es natural que en implementaciones de casa aparatos como los Routers ADSL como los que entregan los distintos proveedores en el país, se encarguen de la implementación de este servicio.

Hoy en día en universidades, empresas, colegios, este servicio está implementado en servidores en red y dispositivos de capa 2 (gran parte de los switches o conmutadores), agregando direcciones IP automáticamente a los dispositivos que se conectan a él, evitando el trabajo tedioso de los administradores de estar agregando direcciones IP estáticamente a los dispositivos que se conectan.

2.2.2.2.2 DNS (Domain Name System)

La (IETF, 1987) define Domain Name System o DNS como un espacio de nombres jerárquico que se correspondiera con la estructura de la organización y del uso del "." (punto) como carácter de unión entre los niveles de la jerarquía. La última actualización de esta definición se realizó en la (IETF, 2000) donde se define que el Sistema de nombres de dominio (DNS) proporciona seguridad distribuida replicada bases de datos jerárquicas que almacenan jerárquicamente "registros de recursos" (RR) bajo nombres de dominio.

En palabras sencillas DNS es el servicio encargado de traducir un nombre en una dirección IP consultando la base de datos distribuida, conformada todos por todos los servidores DNS de distintos niveles. El método más común de implementación es cuando DNS traduce la IP de un servidor web en un nombre de dominio, por ejemplo, de 186.77.180.164 a www.farematagalpa.unan.edu.ni.

2.2.2.2.3 Voz sobre IP (VoIP)

La Voz sobre el Protocolo de internet (VoIP) es un servicio multimedia. Esta tecnología se puede usar para transmitir paquetes de audio, video y datos. En consecuencia, se está convirtiendo en la tecnología de comunicaciones más preferida, como explica (Hogrefe, 2014) en su tesis doctoral. En concreto se refiere a la capacidad de transmitir voz a través de Internet. Pero no se trata de una radio por internet (como el broadcasting o streaming), sino algo más complejo.

Voz sobre IP se refiere a la transmisión del tráfico de voz sobre redes basadas en Internet en lugar de las redes telefónicas tradicionales llamadas también Public Switched Telephone Networks (PSTN) por sus siglas en inglés. VoIP eventualmente reemplazará el uso de la telefonía tradicional, aunque el proceso de cambio es desafiante.

En la actualidad en Nicaragua, muchas organizaciones públicas y empresas privadas optan por el servicio de telefonía IP, ahorrándose en otro pago por servicio de telefonía, porque únicamente pagan el servicio de Internet y realizan las llamadas con muchísima duración. Ejemplo de ellos se evidencia en el rápido incremento de Call Centers (centros de llamadas) que el país ha experimentado en el último quinquenio.

2.2.2.2.4 Servidor Web

Para la W3C (World Wide Web Consortium) un servicio web es un conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Web. Estas aplicaciones o tecnologías intercambian datos entre sí con el objetivo de ofrecer unos servicios (W3C, 2007). Los proveedores ofrecen sus servicios como procedimientos remotos y los usuarios solicitan un servicio llamando a estos procedimientos a través de la Web. El objetivo de la plataforma de servicios web es proporcionar el nivel requerido de interoperabilidad entre diferentes aplicaciones utilizando estándares web predefinidos (Ouni, Salem, Inoue, & Soui, 2016).

Es (Newmarch, 2017) quien afirma que el servidor web es un recurso con el cual la organización da acceso a la información que quiere publicar. Este servidor web, por ejemplo, podría dar servicios solo a usuarios de una red local, o quizás una intranet, o como en la mayoría de los casos, dar una puerta de acceso libre para cualquier usuario conectado a la red internet.

Este servidor permite alojar los sitios y aplicaciones web y mostrar sus páginas a usuarios dentro de la red o incluso cualquier usuario externo con acceso a Internet. Hoy en día pequeñas, medianas y grandes empresas en todo el país poseen un servidor web para brindar información de cualquier índole, ya sea propio dedicado o rentado.

2.2.2.2.5 Servicio de correo electrónico

El correo electrónico es un servicio de red que permite el envío y recepción de mensajes mediante un sistema de comunicación. Su funcionamiento está definido en el (IETF, 2001) RFC 822, que fue actualizado por el RFC 2822. Esta especificación establece el funcionamiento de los mensajes de texto que son enviados de un host a otro.

Otras RFC como RFC 5322 (IETF, 2008) abordan la inclusión de mensajes multimedia y de datos que en conjunto son conocidos como Multipurpose Internet Mail Extensions o MIME, por sus siglas en inglés. Todas estas especificaciones dan origen al concepto que comúnmente se conoce como “Email” o “e-mail” o simplemente correo electrónico. En simples palabras, es la tecnificación del tradicional servicio de correo postal, con el uso de tecnologías de red (Cerf, 2016).

En la actualidad las empresas optan configurar o rentar un servidor de correo electrónico interno para aprovechar la red que tienen implementada, ya que los beneficios obtenidos pueden incluir una usabilidad fácil y puede llegar a ser intuitivo. Una de las principales ventajas del uso de correo electrónico “empresarial” es una mejor presentación de los empleados de la empresa o institución ante la comunidad virtual, pues demuestra mayor profesionalismo que utilizar un correo electrónico de un servicio público o gratuito como los ofertados por empresas como Google o Yahoo.

2.2.2.2.6 VPN (Virtual Private Network)

Una VPN es un entorno de comunicaciones en el que el acceso se controla para permitir conexiones entre pares solo dentro de una comunidad de interés definida, y se construye a través de una forma de partición de un medio de comunicación subyacente común, donde este medio de comunicación subyacente proporciona servicios a la red en una base no exclusiva. (Ferguson & Geoff, 1998).

En palabras sencillas, una VPN permite crear una conexión directa a una red diferente a través de una red pública, como Internet, (Derksen, 2017) utilizando distintos algoritmos y mecanismos de virtualización de segmentos de red.

Una VPN permite crear una conexión segura a otra red a través del Internet. Cuando se conecta cualquier dispositivo a un VPN, este actúa como si estuviese en la misma red que la que tiene el VPN y todo el tráfico de datos se envía de forma segura a través del VPN, utilizando un proceso llamado “tunneling”, que también es utilizado por otros protocolos como SSH (Secure Shell).

Hoy en día las empresas que manejan grandes flujos de información como sus ganancias, información confidencial que no puede ser vista por cualquiera, antes de

evitar cualquier robo de información en la red usan VPN para transportar su información de forma segura y sin ningún riesgo. Es común también que instituciones educativas como las universidades utilicen VPN para permitir el acceso remoto a sus redes privadas.

2.2.2.2.3 VLAN

Las LAN virtuales, o VLAN, son separaciones virtuales dentro de un conmutador (switch) que proporcionan LAN lógicas distintas que se comportan como si estuvieran configuradas en un conmutador físico separado (Donahue, 2011). Antes de la introducción de las VLAN, un conmutador solo podía servir a una LAN.

La LAN virtual, es cuando un grupo de dispositivos en una LAN que se configuran (usando software de administración, para el caso de los Productos Cisco utilizan el Sistema Operativo IOS) de modo que se puedan comunicar como si estuvieran conectados al mismo cable cuando, de hecho, están ubicados en una segmentación de LAN distintos. Dado que las VLAN se basan en conexiones lógicas y no físicas, son muy flexibles.

La importancia de las VLANs en la actualidad radica en que las pequeñas, medianas y grandes empresas que cuentan con muchas áreas, permitan organizar de manera lógica y ordenada sus áreas de trabajo, ya sea por el tipo de información o por los niveles de acceso y políticas de seguridad que se establezcan para lograr mejor administración, como lo es en el caso de la UNAN, Managua FAREM- Matagalpa.

2.2.3 Evaluación de la Infraestructura de red

Según (Juca Cabrera, 2016) para poder evaluar la infraestructura de red se debe hacer una investigación descriptiva sobre los siguientes parámetros de red:

- Características de la red WAN
- Conexión a Internet
- Características de la red LAN
- Topología Lógica de la red
- Enlace de datos existentes
- Infraestructura física de la red
- Cantidad de usuarios.

Además, recomienda el estudio del Data Center que centraliza la información de las redes distribuidas:

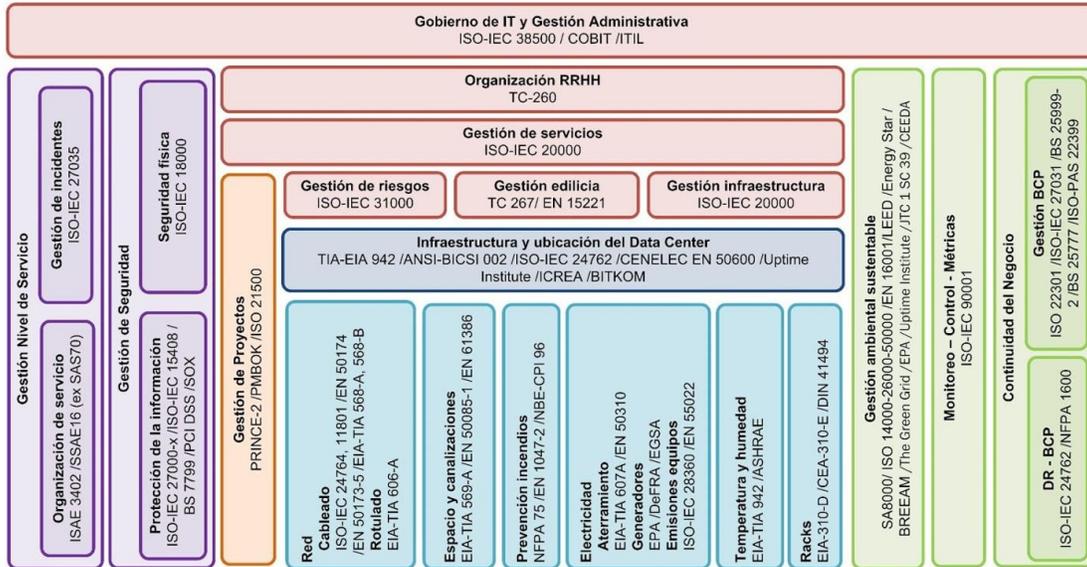
- Sistema de cableado estructurado horizontal y vertical (backbone).
- Ubicación de los racks
- Servidores
- Networking (configuración de switches y routers)
- Y finalmente la seguridad perimetral (implementaciones de firewall).

(Cabrera & Lilia, 2016), lograron a partir de un análisis situacional elaborar sus propios instrumentos de evaluación de la red. Sin embargo, para tener un modelo de evaluación más confiable en este trabajo, se hace necesario conocer que normas o estándares internacionales rigen la evaluación de infraestructura de red.

(Pacio, 2013), explica en la ilustración 1 algunos de los estándares utilizados para las certificaciones en los Data Center, y que sirven de base para la evaluación de la infraestructura de red a nivel internacional. Su genial forma de separar las subdivisiones de la evaluación de Data Center con los estándares asociados ayuda a comprender cuál es el camino a tomar para poder realizar una evaluación de calidad.

Ilustración 1: Estándares en el Data Center

Estándares en el Data Center



Los gráficos de burbujas representan subdivisiones por módulos agrupadas por color según el área de aplicación, en letra negra se pueden el nombre de cada módulo o subdivisión. Los números representan los más estándares o Frameworks más importantes para ese módulo en particular.

Fuente: (Pacio, 2013)

Como se aprecia en la ilustración anterior, algunos estándares como ITIL o COBIT, abarcan la evaluación de la gestión administrativa y Gobierno de TI, lo que las convierte en estándares generales para este tipo de evaluaciones.

Otros estándares como TIA-EIA 942 o ICREA ponen especial énfasis en la evaluación de la infraestructura y ubicación del Data Center. Uno de los estándares más centrados en la gestión de la infraestructura es la ISO-IEC 20000, lo que lo convierte en un fuerte candidato para utilizar sus métodos de evaluación.

Otros autores como (Ciolli, Porchietto, Rossi, & Sapolski, 2013) prefieren la utilización de ISO 27002, tomando el dominio 7 de la misma, donde se estudia en inventario de activos. Ante la variedad de estándares disponibles para evaluar la infraestructura de red, se hace necesario un análisis de los principales candidatos a modelo de evaluación a utilizar en este trabajo.

2.2.4 Modelos de evaluación de infraestructura de red

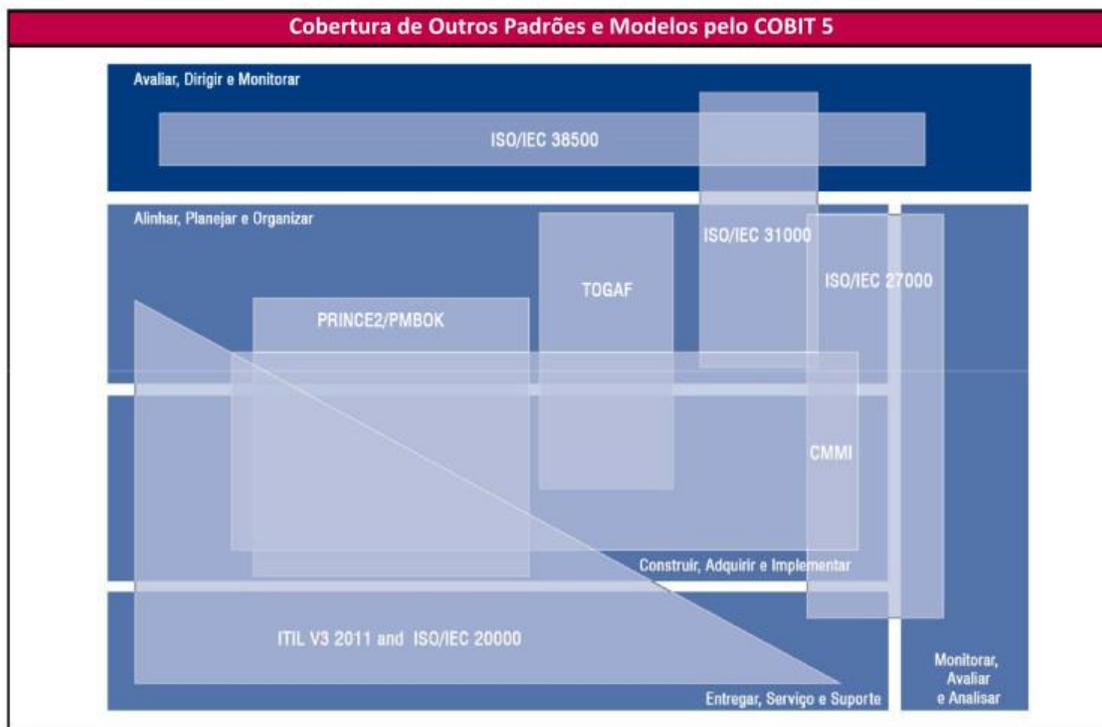
Se toman como referencia los modelos ITIL, COBIT, ISO 27002 e ISO/IEC 20000. Dadas las particularidades de cada uno de los modelos, se deben realizar ajustes o modificaciones al modelo seleccionado para lograr un nuevo modelo de evaluación, que esté adecuado a la realidad la institución objeto de estudio de este trabajo.

2.2.4.1 COBIT

Control Objectives for Information and related Technology (COBIT) 5 es el único marco comercial para la gestión y gestión de TI empresarial. Es el producto de una fuerza de tarea global y un equipo de desarrollo de ISACA, una asociación sin fines de lucro e independiente de más de 140,000 profesionales de gobernanza, seguridad, riesgos y aseguramiento en 187 países (ISACA, 2017).

COBIT 5 integra otros marcos, estándares y recursos importantes, por ejemplo, Val IT y Risk IT de ISACA (Misma creadora de COBIT), ITIL®, PMI (Project Management Institute) y estándares relacionados de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

Ilustración 2: Cobertura de otros patrones y modelos por COBIT 5



Fuente: (Wikimedia, 2017)

Esto demuestra la gran capacidad que COBIT permite a las empresas, ya que estas pueden:

- Mantener información de alta calidad para respaldar las decisiones comerciales
- Lograr objetivos estratégicos a través del uso efectivo e innovador de TI
- Lograr la excelencia operativa a través de la aplicación confiable y eficiente de la tecnología
- Mantener el riesgo relacionado con TI a un nivel aceptable
- Optimizar el costo de los servicios de TI y la tecnología
- Apoyar el cumplimiento de las leyes, regulaciones, acuerdos contractuales y políticas relevantes

Gracias a todos sus beneficios, COBIT demuestra ser la herramienta o el marco más aceptado internacionalmente como una buena práctica para el control de la información, TI y los riesgos que conllevan.

Evidencia de ello es que algunos de los principales entes bancarios del mundo definen COBIT como un estándar foco para las estrategias de negocio soportadas por TI (Vugec, Spremić, & Bach, 2017).

2.2.4.2 ITIL 2011

Information Technology Infrastructure Library (ITIL®) es un conjunto de conocimientos y un conjunto de mejores prácticas para una gestión exitosa del servicio de TI, además de ser un marco que ha evolucionado para enfrentar los problemas que enfrentan las organizaciones (Whittleston, 2012). Comenzó su vida en la década de 1980 cuando el Gobierno de Su Majestad en el Reino Unido, preocupado por la calidad del servicio que recibía de su TI, encargó a la Agencia Central de Computación y Telecomunicaciones el desarrollo de un marco para el uso eficiente y financieramente responsable de TI recursos.

Según (Axelos Inc., 2017) Proporciona orientación para:

- Convertir ideas y conceptos innovadores en servicios para clientes
- Resolver problemas con soluciones efectivas y duraderas

- Controlar los costos y riesgos que de lo contrario podrían destruir el valor creado por el servicio
- Aprender de los éxitos y los fracasos para gestionar nuevos desafíos y oportunidades

ITIL está contemplado por ISO 20000 en su acápite 11. Esto reconoce la forma en que se puede usar ITIL para cumplir con los requisitos establecidos para la certificación ISO 20000 y la naturaleza interdependiente con ITIL. Esta es la primera vez que ISO (la Organización Internacional de Estandarización) ha permitido a ITIL ser parte de sus estándares.

Uno de los aspectos importantes de ITIL es que su ciclo de vida busca el perfeccionamiento continuo del servicio:

Ilustración 3: Ciclo de vida del Servicio ITIL



Fuente: (Wikimedia, 2017)

2.2.4.3 ISO 27002:2013

ISO / IEC 27002: 2013, es un estándar de ISO (la Organización Internacional de Estandarización) y la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, 2017)) proporciona directrices para las normas de seguridad de la información organizacional y las prácticas de gestión de la seguridad de la información, incluida la selección, implementación y gestión de controles teniendo en cuenta los entornos de riesgo de seguridad de la información de la organización (ISO, 2017).

La ISO/IEC 27002:2013 no es para fines de certificación, ya que se encuentra en revisión en ISO/IEC 27002:2013/Cor 1:2014 e ISO/IEC 27002:2013/Cor 1:2015; no obstante, brinda una muy buena guía para la administración de la seguridad de la información de una institución, permitiéndole adoptar buenas prácticas que ayuden a mantener la integridad y disponibilidad de los datos.

El estándar contiene 14 cláusulas de control de seguridad, que colectivamente contienen un total de 35 principios de seguridad categorías y 114 controles. Desde las cláusulas número 5 hasta la 18 son el aspecto principal del estándar:

Ilustración 4: Cláusulas de control de seguridad de ISO/IEC 27002:2013



Fuente: (PECB, 2016)

2.2.4.4 ISO/IEC 20000

Aunque existe una versión más reciente de este estándar (ISO / IEC TR 20000-12: 2016) esta actualización proporciona una guía sobre la relación entre ISO / IEC 20000-1: 2011 y CMMI-SVC V1.3 (hasta el nivel de madurez 3), lo que la convierte en una referencia cruzada entre ambos estándares (ISO, 2016).

Para motivos de evaluación pura del estándar, se tomará como referencia el estándar de Sistema de Gestión de Servicios (SMS) ISO / IEC 20000-1: 2011 (ISO, 2011), ya que este último especifica los requisitos para que el proveedor del servicio planee, establezca, implemente, opere, monitoree, revise, mantenga y mejore un SMS. Los requisitos incluyen el diseño, la transición, la entrega y la mejora de los servicios para cumplir con los requisitos de servicio acordados.

Este estándar destaca por un enfoque exhaustivo de la gestión de servicios de TI y la definición un conjunto de procesos que son necesarios para ofrecer un servicio eficiente. Recoge desde procesos básicos relacionados con la gestión de la configuración y la gestión del cambio hasta procesos que recogen la gestión de incidentes y problemas.

Ilustración 5: Alcance de la norma ISO/IEC 20000-1:2011

Alcance de la norma ISO/IEC 20000-1:2011



Fuente: (Inteli, 2017)

2.2.4.5 Comparación entre los modelos de evaluación de infraestructura de red

Dado que los modelos de referencia para la mejora de procesos (MRMP) son colecciones de mejores prácticas basadas en la experiencia y en el conocimiento de diversas fuentes (Gerker & Tamm, 2009), son una excelente referencia para los modelos de evaluación de infraestructura de red, pues integran la mejora de la calidad de servicio de red desde un punto de vista objetivo y menos técnico, y más acorde a las necesidades de los usuarios y a los objetivos reflejados en la visión institucional. Llegado este punto, se hace necesario el análisis y contraste para la selección del modelo que más se adecúe a la evaluación presente.

Ante la estrecha relación entre los modelos de evaluación estudiados, varias fuentes se han dado a la tarea de realizar sus propios contrastes entre los distintos modelos. Por ejemplo, (Montenegro, Larco, & Fonseca, 2017) realizan un contraste entre los modelos COBIT 5, ISO 22301 e ISO 2001:

Tabla 1: Formato de CSPE (Common Structure of Process Elements)

Template de CSPE (Common Structures of Process Elements)		COBIT	ISO 22301	ISO 27001
Sección	Elementos			
Descripción	Categoría de Procesos	X		
	Procesos	X	X	X
	Actividades	X	X	X
	Tareas	X		
Roles y recursos	Roles	X		
	Herramientas			
Control	Artefactos	X		
	Metas	X		
	Métricas	X		
Información adicional	Procesos relacionados	X		
	Métodos			

Fuente: Adaptación de (Montenegro, Larco, & Fonseca, 2017)

Para estos autores, el modelo de COBIT abarca secciones del proceso de negocio que no son abarcados en ISO 2001 (cuya evolución es ISO 27002:2013) ya que los modelos de ISO, son más dedicados a la descripción de procesos y actividades, mientras que COBIT brinda una visión más amplia del negocio.

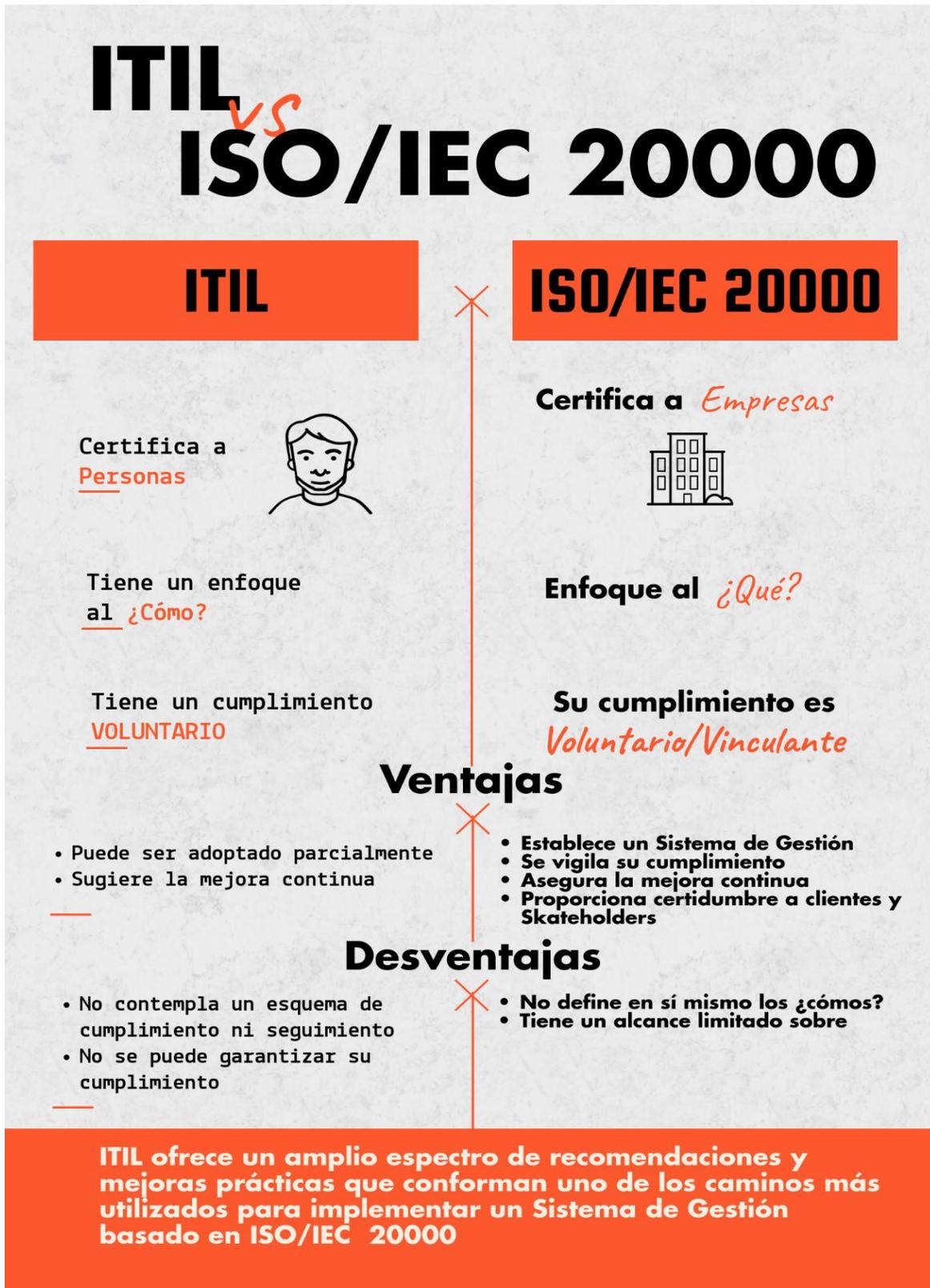
De igual manera otras fuentes se han dado a la tarea de realizar comparación entre los modelos ITIL e ISO/IEC 20000 (BITCompany, 2015), donde se explica que Mientras ITIL es una colección de libros que proporcionan una guía de las mejores prácticas para la entrega y el soporte de los servicios tecnológicos de buenas prácticas, ISO 20000 se limita a la recolección de requerimientos para la gestión de servicios de calidad.

Por tanto, es posible utilizar la información presentada en la ISO 20000 para verificar si una organización está cumpliendo con las prácticas propuestas por ITIL y a su vez, ITIL ofrece un amplio espectro de recomendaciones y mejoras prácticas que conforman uno de los caminos más utilizados para implementar un Sistema de Gestión basado en ISO/IEC 20000, lo que los estrecha aún más la relación entre estos colosos.

La Ilustración 6: ITIL vs ISO/IEC 20000, es una adaptación de la infografía creada por BITCompany para el contraste entre ambos colosos, donde se evidencia que ITIL proporciona certificaciones a personas o profesionales de TI, mientras que ISO/IEC está enfocado en la certificación de empresas.

ITIL establece las mejores prácticas para la gestión de servicios, proporcionando lineamientos de gestión para adoptar roles, responsabilidades y actividades que deben realizar los diferentes procesos descritos para entregar servicios con eficiencia y calidad, definiendo el **¿Cómo?** Deben realizarse las mejoras.

Por su parte ISO/IEC 20000 indica los requerimientos mínimos que se deben cumplir para establecer un Sistema de Gestión de Servicios de TI, y estos requerimientos sirven como base para la realización de auditorías de certificación. Estas bases establecen el enfoque de lo **¿Qué?** Hay que hacer en los procesos de la empresa. En este sentido ITIL es más específico en la entrega de soluciones.



Fuente: Adaptación de (BITCompany, 2015)

Ambos estándares tienen un cumplimiento voluntario, sin embargo, las empresas pueden adoptar las practicas establecidas en ITIL para seguirlas en su organización, pudiendo seleccionar las que mayor valor les agreguen y cumplan con los objetivos estratégicos.

Por su parte, si bien ISO/IEC 20000 puede ser utilizado como modelo de referencia sin fines de certificación, principalmente es utilizado para fines de certificación, haciendo obligatorio el cumplimiento de todos los requisitos marcados.

Finalmente, la siguiente tabla refleja una combinación de diversas fuentes (ISACA & ITGI, 2008), (Năstase, Năstase, & Ionescu, 2009), (Sahibudin, Mohammad, & Masarat, 2008) que ayudaron a decidir cuál es el mejor estándar para la evaluación que concierne a este trabajo.

Tabla 2: Descripción de COBIT, ITIL, ISO 27002:2013 e ISO/IEC 20000

Estándar Área	COBIT	ITIL	ISO 27002:2013	ISO/IEC 20000
Función (objetivo)	Mapeo de proceso de TI	Mapeo de TI Gestión del nivel y de servicio	Marco de seguridad de la información	Marco de seguridad de la información
Áreas	37 procesos y 4 dominios	5 publicaciones y 26 procesos	14 clausulas, 114 controles	4 procesos, 408 requerimientos
Editor	ISACA	OGC	ISO	ISO
Implementación	Auditoría de sistemas de información	Administrar el nivel de servicio	Cumplimiento de los estándares de seguridad	Cumplimiento de los estándares de seguridad
Consultor	Empresa de contabilidad o Consultoría de TI	Empresa de consultoría de TI	Empresas de consultoría en seguridad, redes o IT	Empresas de consultoría en seguridad, redes o IT

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis de diversas fuentes (Gerker & Tamm, 2009), (Montenegro, Larco, & Fonseca, 2017), (BITCompany, 2015), (ISACA & ITGI, 2008), (Năstase, Năstase, & Ionescu, 2009), (Sahibudin, Mohammad, & Masarat, 2008).

2.2.4.6 Elección del modelo a utilizar en la evaluación

Una vez recopilada la información relevante sobre los distintos modelos de evaluación con los que se podría evaluar la infraestructura de red, se decide utilizar ITIL ya que su propósito principal es la Administración de Servicios de TI para cerrar la brecha entre el Negocio y la Tecnología.

Además, ITIL contiene las mejores prácticas de Administración de Servicios de TI integradas bajo el enfoque de procesos, todos ellos orientados a brindar los servicios que el negocio requiere de TI.

Debido a la naturaleza de cumplimiento voluntario y que no es necesario resolver todos los acápites de ITIL, sino sólo los que la institución necesite, ITIL se convierte en la herramienta más versátil y que se ajusta a los objetivos que persigue esta evaluación.

Como es de esperar, es necesario adaptar los procesos de ITIL a la realidad de la institución objeto de estudio para obtener una evaluación de calidad y que pueda ayudar a la resolución de la problemática que sustenta este trabajo.

2.2.5 ITIL 2011 y los servicios soportados por la red

Ya se ha realizado una breve introducción a ITIL en el acápite 2.2.4.2., pero ahora se hace necesario profundizar en el modelo que servirá como base para el desarrollo de esta evaluación, además de explicar la importancia de ITIL en la calidad de servicio.

2.2.5.1 Definición de servicio

En los acápites 2.2.1.4.3. y 2.2.2.2.2. se han abordado los servicios que son soportados por la red, aun así, hay que aclarar algunas ideas sobre lo que es el servicio. Parafraseando a (Vásques, 2014), el servicio es un término que ITIL utiliza frecuentemente y se define como *“un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos”* (Axelos Inc., 2011). En otras palabras, TI existe para satisfacer las necesidades de un cliente y no para inyectar políticas. Los costos de TI no le deberían importar al cliente; el cliente debería enfocarse en el costo por resultado específico y manejar el riesgo a través de acuerdos de servicio.

La gestión del servicio, de acuerdo a ITIL, es la “Implementación y gestión de servicios de TI de calidad que satisfacen las necesidades del negocio” (Axelos Inc., 2011). Esto hace que TI sea más un servicio público (Utility), algo así como la forma en que se adquiere el servicio de electricidad residencial, más que instrucciones de “cómo hacer...”.

Ejemplo de ello puede ser la empresa Amazon, que se ha acercado notablemente a esto con sus iniciativas de nube, convirtiendo el alquiler de ciclos de CPU por hora en una Utility. Una vez que es comprensible el servicio y la gestión del servicio, se puede entonces enfocarse un poco más en ITIL.

2.2.5.2 Antecedentes de ITIL

ITIL (Biblioteca de la Infraestructura de Tecnología de la Información), tuvo su origen a finales de los años 80, cuando el gobierno británico solicitó a la entonces CCTA (Agencia Central de Telecomunicaciones y Computación) hoy Ministerio de Comercio, (OGC) que desarrollara una metodología estándar que garantizara una entrega eficaz y eficiente de los servicios de TI y el resultado fue el desarrollo y publicación de un conjunto de mejores prácticas que reciben el nombre de ITIL (Espinosa, Prieto, Mesa, & Vilardy, 2016).

La versión original de ITIL fue muy extensa, constaba de 40 libros, fue publicada en 1989 alcanzando gran popularidad a mediados de los 90, época en la cual se dio inicio a la segunda revisión, con el objetivo de hacer de ITIL más accesible y consolidar los libros dentro de grupos lógicos que cubrieran los procesos relacionados, esta revisión duró 10 años aproximadamente y dio como resultado la versión 2 de ITIL en el año 2004, la cual constaba inicialmente de 7 libros y posteriormente se le agregaron 2 más quedando conformada por 9 libros.

La versión 3 es publicada en mayo de 2007, esta versión está compuesta por 5 libros y la principal diferencia con la versión 2 está en la visión del ciclo de vida del servicio, que propone la versión 3. ITIL V2 se enfoca en prácticas de gestión sencillas y agrupadas en Provisión, Soporte y Seguridad; ITIL V3 propone un ciclo de vida completo del servicio compuesto por estrategia de servicio, diseño, transición y operación. Los procesos y los servicios son constantemente

monitorizados, analizados y mejorados, de esta forma se logra una evolución lenta pero adecuadamente (Lozano & Rodriguez, 2012).

En relación con la versión 2 su contenido es más amplio y complejo supone una fiabilidad y disponibilidad de los servicios, una mejor relación con los usuarios y permite que los cambios sean ágiles debido que todo planteamiento es consistente y esta normalizado.

ITIL 2011 es una versión actualizada pero no una versión nueva, por lo que los principios de ITIL v3 se mantienen, con pocas actualizaciones luego de la publicación de 2007.

2.2.5.3 Estructura de ITIL

ITIL 2011 propone una estructura que tiene como núcleo central el ciclo de vida del servicio y las relaciones entre los componentes de la gestión del servicio. El ciclo de vida del servicio se compone de 5 fases como se muestra en la ilustración 3. Estas fases las conforman la llamada biblioteca oficial de ITIL junto con cuatro publicaciones complementarias, cada una de las fases conforman un libro compuesto por principios de servicio, procesos, roles y medidas de desempeño; por lo tanto, las cinco publicaciones del Ciclo de Vida del Servicio son, según (B-able, 2014):

- Estrategia del servicio (SS).
- Diseño del servicio (SD).
- Transición del servicio (ST).
- Operación del servicio (SO).
- Mejora continua del servicio (CSI).

Y las publicaciones complementarias son:

- Guía de introducción
- Guía sobre elementos claves
- Ayudas para cualificación
- White Papers

A continuación, se profundiza un poco en lo que es el ciclo de vida del servicio para ITIL, así como cada una de sus fases.

2.2.5.4 Ciclo de Vida del Servicio

La estrategia de TI debe determinarse a partir de los objetivos de la institución, mediante el diseño de soluciones basada en servicios, los cuales se prueban y desarrollan para soportar las necesidades del negocio. La efectividad y rendimiento de estos servicios deben a su vez estar soportados por niveles acordados con el negocio y por un ciclo de mejoramiento continuo que busca asegurar la competitividad, efectividad y eficiencia.

Para ITIL, servicio es el medio para entregar valor a los clientes a través de facilitar resultados deseados por los clientes sin tener exposición a costos y riesgos específicos (Vásques, 2014). El resultado de un servicio debe ser la preocupación más importante de los proveedores en relación con sus clientes; en el caso específico de las tecnologías de la información los servicios son conformados por una combinación de tecnología, gente y procesos.

Ya que cumplir con las expectativas de los usuarios de la red no es algo que se logre por azar, porque para satisfacer a un cliente se deben cumplir tanto el propósito del servicio, es decir su utilidad, y otorgar una garantía del cumplimiento de los requerimientos acordados.

En este punto nace la creación de un proceso formal de administración de servicios de TI, que debe estar dentro de los límites establecidos en los acuerdos de nivel de servicio. ITIL desarrolla este proceso como su “ciclo de vida del servicio” definido por las siguientes fases:

2.2.5.5 Fases del Ciclo de Vida del Servicio

Como su nombre lo indica, ITIL es una librería, por lo que el estudio de cada una de sus fases sería demasiado extenso para este trabajo, y requeriría un proceso completo de investigación magistral para aclarar cada uno de los acápite de la librería.

En las siguientes líneas se pretende resumir de alguna manera en que consiste cada una de las fases del ciclo de vida del servicio, y sólo se utilizará la inferencia

deductiva en las fases que se consideren más relevantes para el desarrollo de la presente evaluación.

2.2.5.5.1.1 Estrategia del servicio

Como se pudo apreciar en la ilustración 3, la estrategia del servicio es el componente principal de ITIL 2011. Esta fase se encarga de la integración entre la estrategia del negocio y la estrategia de IT; se determinan qué clase de servicios deben ofrecerse y los estándares y políticas que serán utilizados para diseñar dichos servicios. Propone una guía de cómo diseñar, desarrollar e implementar servicios como un activo estratégico.

Según (Vásques, 2014), la actividad medular de esta etapa es entender los objetivos organizacionales y las necesidades del cliente, viendo la administración del servicio como un activo estratégico. Para (B-able, 2014) deben calibrarse los objetivos de TI de acuerdo a la infraestructura y viceversa, adaptando cada uno las necesidades del otro.

Los principales procesos en esta fase son, según (Axelos Inc., 2011):

- **Gestión financiera:** consiste en la valuación del servicio, fondeo, cargo/cobro.
- **Generación de la estrategia:** consiste en el desarrollo del Mercado, su implantación y el ciclo de vida del servicio.
- **Gestión de la demanda:** consiste en el análisis de patrones de actividades.
- **Gestión del portafolio de servicios:** consiste en la definición del portafolio, el análisis de su propiedad de valor, la autorización y la programación de recursos y la comunicación.

2.2.5.5.1.2 Diseño del servicio

En esta fase se crean o modifican los servicios y arquitectura de infraestructura, combinándose aplicaciones, sistemas y procesos con proveedores y socios (Lozano & Rodriguez, 2012). Lo anterior se lleva a cabo teniendo en cuenta 5 aspectos principales, proceso llamado diseño del servicio holístico o sistémico: la administración del portafolio de servicios, la identificación de los requerimientos del negocio, definición de los requerimientos del servicio y diseño de servicios, el diseño

de la arquitectura tecnológica, el diseño de procesos y el diseño de medidas (Vásques, 2014).

(Axelos Inc., 2011), indica que los principales procesos de esta fase son:

- **Gestión del catálogo de servicios:** proporciona una única fuente de información coherente sobre todos los servicios acordados, y garantizar que esté ampliamente disponible para aquellos que están aprobados para acceder a ella.
- **Gestión del nivel de servicios (SLM):** Service Level Management (SLM) negocia, acuerda y documenta los objetivos de servicio de TI adecuados con los representantes del negocio, y luego supervisa y produce informes sobre la capacidad del proveedor de servicios para ofrecer el nivel de servicio acordado.
- **Gestión de la capacidad:** es un proceso que se extiende a través del ciclo de vida del servicio. Un factor clave de éxito en la capacidad de gestión es garantizar que se considere durante la etapa de diseño. Es por esta razón que el proceso de Gestión de Capacidad está incluido en esta publicación.
- **Gestión de la disponibilidad:** el objetivo principal de este proceso es garantizar que el nivel de disponibilidad del servicio entregado en todos los servicios coincida o supere las necesidades acordadas actuales y futuras de la empresa, de una manera rentable.
- **Gestión de la continuidad del servicio (ITSCM):** el objetivo de este proceso es apoyar el proceso general de Gestión de Continuidad Comercial asegurando que las instalaciones técnicas y de servicio requeridas (que incluyen sistemas informáticos, redes, aplicaciones, repositorios de datos, telecomunicaciones, medioambiente, soporte técnico y Service Desk) puedan reanudarse dentro de los requisitos, y aceptados en las escalas de tiempo definidas por el negocio.
- **Gestión de la seguridad:** su objetivo primordial es alinear la seguridad de TI con la seguridad empresarial y garantizar que la seguridad de la

información se gestione de manera efectiva en todas las actividades de servicio y gestión de servicios.

- **Gestión de proveedores:** su objetivo es gestionar los proveedores y los servicios que ofrecen, para proporcionar una calidad de servicio de TI sin fisuras al negocio, garantizando que se obtenga una buena relación calidad-precio.

En pocas palabras, esta fase es una guía para el diseño y desarrollo de servicios y procesos de administración de servicios tanto para los servicios nuevos, como los cambios y mejoras necesarios para incrementar o mantener el valor para los clientes durante el ciclo de vida de los servicios.

2.2.5.5.1.3 Transición del servicio

Esta fase incluye la gestión y coordinación de los procesos, sistemas y funciones necesarios para la construcción, pruebas e implementación de un nuevo servicio o una nueva versión de un servicio ya existente, según las especificaciones del cliente, con el objetivo de llevar un control e información de los cambios realizados, mejorar el impacto sobre el ambiente de producción e incrementar la satisfacción del cliente durante el proceso de transición (Lozano & Rodriguez, 2012).

Su propósito principal es asegurar que la salida a producción de nuevos servicios, la modificación de servicios existentes o el retiro de servicios se realice de acuerdo a los requerimientos del negocio (Vásques, 2014).

(Axelos Inc., 2011) define los siguientes procesos en esta fase:

- **Planificación y Soporte de la Transición:** se trata fundamentalmente de planificar y coordinar los recursos para establecer con éxito un servicio nuevo o modificado en la producción dentro del costo previsto, la calidad y las estimaciones de tiempo.
- **Gestión de Cambios:** proporciona una respuesta adecuada a todas las solicitudes de cambio, implica un enfoque considerado para la evaluación del riesgo y la continuidad del negocio, el impacto del cambio, los requisitos de recursos, la autorización de cambio y especialmente para el beneficio comercial realizable.

- **Gestión de Configuración y Activos del Servicio (SACM):** el objetivo de esta fase es definir y controlar los componentes de los servicios y la infraestructura y mantener la información de configuración precisa sobre el estado histórico, planificado y actual de los servicios y la infraestructura.
- **Gestión de versiones y Despliegues:** tiene como objetivo construir, probar y entregar la capacidad para proporcionar los servicios especificados por Diseño del Servicio y que cumplirá con los requisitos de las partes interesadas y cumplirá los objetivos previstos.
- **Validación y pruebas del servicio:** se trata de proporcionar la confianza de que un lanzamiento creará un servicio nuevo o modificado o una oferta de servicios que brinde los resultados y el valor esperado para los clientes dentro de los costos, la capacidad y las limitaciones proyectados.
- **Evaluación:** El objetivo de la evaluación es proporcionar un medio consistente y estandarizado para determinar el rendimiento de un cambio de servicio en el contexto de los servicios y la infraestructura de TI existentes y propuestos.
- **Gestión del Conocimiento:** El objetivo de la Gestión del conocimiento es garantizar que la información correcta se envíe al lugar apropiado o a la persona competente en el momento adecuado para permitir una decisión informada.

En resumen, es una guía sobre cómo los requisitos de la Estrategia de Servicios, codificados en el Diseño de Servicios se llevan efectivamente a la práctica en la Operación de Servicios a la vez que se controlan los riesgos de fracaso o interrupción.

2.2.5.5.1.4 Operación del servicio

Esta es la fase de puesta en producción y operación de los servicios de TI en donde se busca entregar y soportar los servicios de una manera efectiva y eficiente, de forma que genere valor tanto a clientes como a los proveedores de servicios (Lozano & Rodriguez, 2012).

Es en esta etapa cuando el cliente o usuario final experimenta los resultados de la estrategia, diseño y transición del servicio. El éxito de esta etapa radica en el conseguir no sólo contar con los procesos, sino el seguirlos en la operación real del día a día (Vásques, 2014).

La operación del servicio abarca los siguientes procesos (Axelos Inc., 2011):

- **Gestión de Eventos:** se trata de la capacidad de detectar eventos, darles sentido y determinar una acción de control apropiada.
- **Gestión de Incidencias:** es el proceso para tratar con todos los incidentes; esto puede incluir fallas, preguntas o consultas informadas por los usuarios (generalmente a través de una llamada telefónica al Service Desk), por parte del personal técnico, o automáticamente detectadas e informadas por las herramientas de monitoreo de eventos.
- **Gestión de Peticiones:** Proporcionar un canal para que los usuarios soliciten y reciban servicios estándar para lo cual existe un proceso de aprobación y calificación predefinido además de proporcionar información a usuarios y clientes sobre la disponibilidad de servicios y el procedimiento para obtenerlos.
- **Gestión de Problemas:** es el proceso responsable de administrar el ciclo de vida de todos los problemas. Los objetivos principales de la Gestión de problemas son evitar problemas y los incidentes resultantes, eliminar la arena de incidentes recurrentes para minimizar el impacto de incidentes que no pueden evitarse.
- **Gestión de Accesos:** proporciona el derecho para que los usuarios puedan usar un servicio o grupo de servicios. Por lo tanto, es la ejecución de políticas y acciones definidas en Gestión de seguridad y disponibilidad.

En resumen, la operación del servicio es una guía sobre cómo alcanzar la efectividad y eficiencia en la entrega y soporte de servicios de manera que se asegure el valor para el cliente y para el proveedor de servicios.

Esta fase involucra además al menos cuatro funciones (ISACA, 2008):

- **Service Desk:** El objetivo principal de esta función es restablecer el "servicio normal" a los usuarios lo más rápido posible. En este contexto, la "restauración del servicio" se entiende en el sentido más amplio posible. Si bien esto podría implicar la solución de un error técnico, también podría implicar cumplir una solicitud de servicio o responder una consulta, todo lo que se necesita para permitir que los usuarios vuelvan a funcionar satisfactoriamente.
- **Gestión Técnica:** sus objetivos son ayudar a planificar, implementar y mantener una infraestructura técnica estable para respaldar los procesos comerciales de la organización.
- **Gestión de Aplicaciones:** sus objetivos son apoyar los procesos de negocios de la organización al ayudar a identificar los requisitos funcionales y de administración para software de aplicación, y luego para ayudar en el diseño e implementación de esas aplicaciones y el soporte y mejora continua de esas aplicaciones.
- **Gestión de Operaciones de TI:** se puede definir como la función responsable de la gestión y el mantenimiento continuos de la infraestructura de TI de una organización para garantizar la entrega del nivel acordado de servicios de TI a la empresa.

2.2.5.5.1.5 Mejoramiento continuo

Esta fase se centra en identificar mejoras en la gestión de servicios de TI, teniendo como premisa la creación del valor para el cliente enlazando esfuerzos de mejora y resultados entre la estrategia, el diseño, la transición y la operación del servicio, y de esta manera identificar las oportunidades para trabajar en las debilidades o fallas dentro de cualquiera de estas etapas (Lozano & Rodriguez, 2012).

En sí misma la mejora continua abarca a todo el ciclo de vida de ITIL, sin embargo, sus principales alcances se centran en la alineación continua de TI a las metas del negocio o institución, es decir contar con una práctica sana de administración de servicios de TI y en continuamente mejorar todos los aspectos de los servicios de TI (Vásques, 2014).

El mejoramiento continuo para (ISACA, 2008) es una guía esencial para crear y mantener el valor para los clientes a través de un mejor diseño, introducción y operación de los servicios. Combina los principios, prácticas y métodos de la administración de calidad, Administración del Cambio y mejora de capacidad.

Finalmente, la fase de mejoramiento continuo abarca los siguientes procesos (Axelos Inc., 2011):

- **Medición del Servicio:** este proceso requerirá que alguien tome las mediciones individuales y las combine para proporcionar una vista de la verdadera experiencia del cliente.
- **Proceso de mejora de CSI:** está constituido por siete pasos basados en el proceso de mejora de Planea – Realiza – Revisa – Actúa. Planea: identificación de la estrategia para la mejora y definir que se va a medir. Para Hacer: Recabar y procesar los datos. Revisar: analizar los datos e información y presentarlos de forma adecuada. Actuar: implementar la mejora.
- **Informes de Servicio:** Una gran cantidad de datos es recopilada y monitoreada por TI en la entrega diaria de un servicio de calidad para la empresa; sin embargo, solo un pequeño subconjunto es de verdadero interés e importancia para el negocio. Se trata de recolectar los datos de acuerdo a los requerimientos de la institución.

2.2.5.6 Selección de procesos ITIL a evaluar en la red

Aunque se tomarán los que se consideran los principales aspectos de cada una de las publicaciones de ITIL, es en la Operación del servicio, en la función de Operaciones de TI donde se pondrá mayor énfasis dado que es aquí donde ITIL proporciona las métricas que se considera son las más acertadas para esta evaluación. Las métricas, tomadas a conveniencia para este trabajo, contemplan la evaluación de:

- Centralización de monitoreo.
- Tareas programadas.
- Operaciones de respaldo y restauración.

- Gestión y soporte de servidores.
- Administración de la red.
- Gestión de internet/Acceso web.
- Administración de servicios de directorio.
- Gestión de la seguridad de la información y operación del servicio.

La siguiente escala se utilizará para realizar los Tabla de análisis de cumplimientos y expresar el grado de madurez de los diferentes procesos de ITIL en la infraestructura de red, así como los temas relacionados.

Tabla 3: Escala de medición del grado de madurez de ITIL 2011

Calificación	Grado de madurez	Significado	Cumplimiento
0	0	No existe gestión de procesos	No se ejecuta 0%
1	1	Los procesos son informales y desorganizados	Al menos el 20%
2	2	Los procesos siguen un patrón regular aunque no están formalizados	Al menos el 40%
3	3	Los procesos están documentados y comunicados regularmente	Al menos el 60%
4	4	Los procesos son monitoreados y medidos sistemáticamente	Al menos el 80%
5	5	Se siguen las mejores prácticas y están automatizadas	Cumple al 100%

Fuente: Adaptación de (Lozano & Rodriguez, 2012)

2.3 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuál es el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM?
- ¿Cuáles son los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011?

2.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN – Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	Estado de la infraestructura de red	El estado de todos aquellos dispositivos, medios y servicios imprescindibles en las redes de datos de cualquier institución pública o privada, que proporcionan un canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones digitales.	Red	Arquitectura de red	¿En qué municipios del programa UNICAM, hay una infraestructura de red definida?	Entrevista	Responsable TIC Director UNICAM
					Seleccione el municipio al que pertenece:	Encuesta	Usuarios
					¿La tecnología de red empleada es capaz de soportar de manera rápida y eficiente los servicios que se brindan a través de esta?: Si No ¿por qué?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Existe acceso a internet en las localidades? Si No	Entrevista	Responsable TIC Director UNICAM
					¿Existen enlaces de datos con otros recintos? Si No	Entrevista	Responsable TIC
					¿Se priorizan servicios en la red, VoIP, cámaras IP, u otros? Si No	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN – Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	Estado de la infraestructura de red	El estado de todos aquellos dispositivos, medios y servicios imprescindibles en las redes de datos de cualquier institución pública o privada, que proporcionan un canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones digitales.	Red	Tipo de Red	¿Qué tipo de red existe en los municipios? A) LAN B) WAN C) Ambas D) Ninguna	Entrevista	Responsable TIC
					¿Posee documentación sobre las topologías de red? Si No	Entrevista	Responsable TIC
					¿Considera que los tipos de red utilizados actualmente en las locaciones es la apropiada? Si No	Entrevista	Responsable TIC
					¿La topología de red en las distintas locaciones está normada? Es decir, son similares en todas las locaciones o no. Si No	Entrevista	Responsable TIC
					En caso de responder Sí: ¿Cuál de las siguientes topologías LAN utiliza en las redes? A) Estrella B) Malla C) Bus D) Anillo E) Estrella extendida F) Ninguna de las anteriores.	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN – Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	Estado de la infraestructura de red	El estado de todos aquellos dispositivos, medios y servicios imprescindibles en las redes de datos de cualquier institución pública o privada, que proporcionan un canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones digitales.	Red	Tipo de red	En caso de responder no. ¿Podría decir cuál de las siguientes topologías LAN utiliza en cada una de las redes? A) Estrella B) Malla C) Bus D) Anillo E) Estrella extendida F) Ninguna de las anteriores.	Entrevista	Responsable TIC
				Elementos de la Red	¿Cuáles de los siguientes dispositivos utiliza frecuentemente al conectarse a la red? A) Smartphones B) Laptops C) PC D) Tablets E) Otros. Especifique	Encuesta	Usuarios
					¿Qué medios son utilizados en las redes de UNICAM? A) fibra óptica B) Microondas C) Cobre D) Todas las anteriores E) otros	Entrevista	Responsable TIC
					Cuando se conecta a la red, ¿Qué dispositivo utiliza? A) Utiliza una PC de la institución B) Trae su propio dispositivo	Encuesta	Usuarios

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN – Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	Estado de la infraestructura de red	El estado de todos aquellos dispositivos, medios y servicios imprescindibles en las redes de datos de cualquier institución pública o privada, que proporcionan un canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones digitales.	Red	Elementos de la Red	¿Cómo se conecta a la red, ¿Cómo lo hace? A) Conecta un cable a la PC B) Se conecta de manera inalámbrica	Encuesta	Usuarios
					¿Qué servicios de red son ofrecidos a los usuarios en las locaciones remotas? A) Web B) Email C) Servicios académicos y administrativos D) VoIP E) Otros. Especifique	Entrevista	Responsable TIC
					¿Cuáles de los siguientes servicios utiliza más en la red? A) Web B) Email C) Servicios académicos y administrativos D) VoIP E) Otros. Especifique	Encuesta	Usuarios
			Infraestructura de red	Infraestructura física	¿Qué tipos de dispositivos intermediarios son utilizados en la red?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Puede cuantificar los dispositivos?	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN – Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	Estado de la infraestructura de red	El estado de todos aquellos dispositivos, medios y servicios imprescindibles en las redes de datos de cualquier institución pública o privada, que proporcionan un canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones digitales.	Infraestructura de red	Infraestructura física	¿Posee un documento de especificaciones de los dispositivos? Si No ¿por qué?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Cuáles de los siguientes dispositivos de apoyo a la docencia se conectan a las redes? A) Impresoras B) Pizarras C) Proyectoros inteligentes D) Ninguno de los anteriores	Entrevista	Responsable TIC
					¿Cuáles de las siguientes tecnologías de red inalámbrica existen en las locaciones? A) Wifi B) Wimax	Entrevista	Responsable TIC
					¿Qué categorías de cableado de cobre UTP son utilizados?: A) 5E B) 6 C) 6A D) Ninguno E) Otros. Especifique	Entrevista	Responsable TIC
					¿Qué tipo de fibra óptica es utilizada? A) Monomodo B) Multimodo	Entrevista	Responsable TIC
					¿Qué protocolo de internet es utilizado en los recintos? A) IPv4 B) IPv6	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN – Managua FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	Estado de la infraestructura de red	El estado de todos aquellos dispositivos, medios y servicios imprescindibles en las redes de datos de cualquier institución pública o privada, que proporcionan un canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones digitales.	Infraestructura de red	Infraestructura lógica	¿Cuál de los siguientes segmentos de direccionamiento IP privado son utilizados? A) 10.0.0.0 /8 B) 172.16.0.0 /16 C) 192.168.0.0 /24 D) VLSM. Especifique para cada locación	Entrevista	Responsable TIC
					¿Existen direcciones IP públicas exclusivas para las locaciones? Si No	Entrevista	Responsable TIC
					En caso de respuesta positiva, ¿puede especificar las direcciones utilizadas?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Cuáles de los siguientes servicios se brindan en las redes?: A) DHCP B) DNS C) Web D) Email E) VoIP F) VPN G) Otros. Especifique	Entrevista	Responsable TIC
					Si utiliza DHCP, ¿puede facilitar el rango disponible para cada locación?	Entrevista	Responsable TIC
					Si utiliza DNS, ¿puede facilitar la/las direcciones DNS utilizadas?	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN – Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	Estado de la infraestructura de red	El estado de todos aquellos dispositivos, medios y servicios imprescindibles en las redes de datos de cualquier institución pública o privada, que proporcionan un canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones digitales.	Infraestructura de red	Infraestructura lógica	Si no se utilizan actualmente los servicios VoIP o VPN, ¿Por qué no son utilizados? ¿Ha pensado en una futura implementación de estos u otros servicios? Si No	Entrevista	Responsable TIC
					¿Considera necesaria la implementación de VoIP en las locaciones? Si No ¿Por qué?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Qué otros servicios considera que la red debería soportar?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Se utiliza la segmentación de redes por VLAN? Si No ¿Por qué?	Entrevista	Responsable TIC
			Evaluación de la Infraestructura de red	Existencia / Periodicidad	¿Han realizado anteriormente una evaluación de la infraestructura de red en las locaciones de UNICAM? Si No	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
					Si respondió Si, ¿Quién se encargó de la evaluación? A) Auditoría Interna B) Outsourcing C) Otros. Especifique	Entrevista	Responsable TIC
Caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN – Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM	Estado de la infraestructura de red	El estado de todos aquellos dispositivos, medios y servicios imprescindibles en las redes de datos de cualquier institución pública o privada, que proporcionan un canal estable y confiable por el cual se producen las comunicaciones digitales.	Evaluación de la Infraestructura de red	Existencia / Periodicidad	¿Considera necesaria la evaluación de la infraestructura de red? Si No ¿Por qué?	Entrevista	Responsable TIC
				Modelos de evaluación	¿Cuál de los siguientes modelos de evaluación de infraestructura de red conoce? A) COBIT B) ITIL C) ISO/IEC 20000 D) ISO 27002:2013 E) Ninguno F) Otros. Especifique	Entrevista	Responsable TIC
					Si se han hecho evaluaciones en la infraestructura de red, ¿Cuál de los modelos mencionados fue utilizado?	Entrevista	Responsable TIC
					Según su experiencia, ¿Cuál de los modelos cree que se acopla más a para una correcta evaluación de la infraestructura de red existente en UNICAM?	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Requerimientos de los servicios	Son todos los requisitos para el funcionamiento adecuado y correcto de un sistema o servicio	Requerimientos	Requerimientos de los usuarios	Cuándo usted se conecta a la red, ¿Cuáles de los siguientes servicios espera recibir? A) Acceso a la web B) Acceso a repositorios bibliográficos C) Acceso a video conferencias D) Acceso a sistemas de académicos E) Otros. Especifique máximo 3	Encuesta	Usuarios
					Quando accede a la red institucional, ¿Qué puntuación le daría a la velocidad de conexión de la red?	Encuesta	Usuarios
					¿Utiliza alguna de las siguientes aplicaciones? A) YouTube B) WhatsApp C) Facebook D) Twitter E) Correo electrónico F) Google	Encuesta	Usuarios
					¿Considera necesario el uso de las aplicaciones o sitios mencionadas en la red institucional? Si No ¿Por qué?	Encuesta	Usuarios

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Requerimientos de los servicios	Son todos los requisitos para el funcionamiento adecuado y correcto de un sistema o servicio	Requerimientos	Requerimientos de los usuarios	De las ocasiones en que ha intentado conectarse a la red, seleccione cuándo pudo hacerlo: A) Siempre B) La mayoría de las veces C) Algunas veces D) Pocas veces E) En ninguna ocasión	Encuesta	Usuarios
					Una vez se conectó a la red, ¿existe algún servicio al que no pudo acceder? Si No Si responde Si: Enumere máximo tres	Encuesta	Usuarios
					¿Qué sitios frecuenta regularmente para realizar sus trabajos, tareas e investigaciones? A) Sistema Bibliotecario UNAN Managua B) Google Académico C) Otras Bibliotecas Virtuales D) Foros E) Blogs	Encuesta	Usuarios

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
					¿Se ha encontrado en la necesidad de realizar videoconferencias con la sede central, ya sea por reuniones capacitaciones o similares? Si No	Encuesta	Usuarios
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Requerimientos de los servicios	Son todos los requisitos para el funcionamiento adecuado y correcto de un sistema o servicio	Requerimientos	Requerimientos de la institución	¿En alguna ocasión tuvo que viajar a la sede, para realizar alguna tarea que usted considera, pudo haber sido solucionada con una videoconferencia? Si No	Encuesta	Usuarios
					¿Considera necesario la disposición de una línea telefónica gratuita para realizar sus consultas a la sede central? Si No ¿por qué?	Encuesta	Usuarios
					¿Qué objetivo persiguen las redes en las locaciones?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Cómo considera el impacto que llevan las redes en las locaciones de UNICAM?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Qué beneficio obtiene la institución al disponer de infraestructura de red en las locaciones de UNICAM?	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Estrategia del servicio	Gestión de la demanda	¿Posee una lista de especificaciones que deben cumplir los servicios en las locaciones? Si No Si responde sí, ¿Puede facilitarla?	Entrevista /Escala de apreciación	Responsable TIC
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Estrategia del servicio	Gestión de la demanda	¿Tiene idea de las necesidades de servicios de red que existen en las locaciones? Si No	Entrevista / Escala de apreciación	Responsable TIC
					Si respondió Si: ¿Cree usted que las necesidades corresponden con las planteadas por los usuarios? Si No	Entrevista / Escala de apreciación	Responsable TIC
					¿Con que frecuencia se evalúa el estado de la demanda de servicios? Si No	Entrevista / Escala de apreciación	Responsable TIC
					Si respondió No: ¿Considera que la institución es capaz de recopilar estos requerimientos? Si No	Entrevista / Escala de apreciación	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
				Gestión del portafolio de servicios	¿Qué servicios considera que deben ser soportados por la red de las locaciones?	Entrevista	Responsable TIC
					¿Qué servicios de los que ya existen, considera deben ser removidos de la red de las locaciones?	Entrevista	Responsable TIC
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Estrategia del servicio	Gestión financiera	¿Tiene idea de cuánto cuesta el mantenimiento e instalación de infraestructura de red en las distintas locaciones?	Entrevista	Responsable TIC Director UNICAM
					¿Considera que el beneficio que obtiene la institución es suficiente para la justificar la inversión? Si No ¿por qué?	Entrevista	Responsable TIC
				Gestión financiera	Realiza un adecuado manejo de costos y riesgos asociados a la cartera de servicios Escala de cumplimiento:0-5	Escala de apreciación	Responsable TIC
				Generación de la estrategia	¿Considerará los puntos abordados al momento de generar nuevos servicios en las locaciones? Escala de cumplimiento: 0-5	Entrevista	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
			Diseño del servicio	Gestión del catálogo de servicios	Posee un catálogo de servicios de red disponibles para todas las locaciones Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de Apreciación	Responsable TIC
			Diseño del servicio	Gestión del catálogo de servicios	Todos los clientes pueden acceder al catálogo de servicios Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Responsable TIC
			Diseño del servicio	Gestión de continuidad de servicios de TI	Existen planes de continuidad Escala de cumplimiento: 0-5	Entrevista / Escala de apreciación	Responsable TIC
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Diseño del servicio	Gestión de continuidad de servicios de TI	Los planes de continuidad y recuperación de servicios de TI están documentados, actualizados y probados Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Responsable TIC
					Existe presupuesto asignado a los planes de continuidad Escala de cumplimiento: 0-5	Entrevista / Escala de apreciación	Responsable TIC
				Gestión de la capacidad	Existen métricas definidas para medir la eficiencia de los servicios de red Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Responsable TIC
					La planeación de la infraestructura de red se realiza basados en la capacidad actual y futura de los servicios de TI Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Responsable TIC
					Está definido y documentado la máxima capacidad actual de las redes	Escala de apreciación	Responsable TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
					Escala de cumplimiento:0-5		
				Gestión de proveedores	Existe una base de datos de proveedores y contratos Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Responsable TIC
					Está definido el proceso de selección y contratación de servicios de TI (internet o redes de datos, P.E) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Responsable TIC
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Transición del servicio	Gestión de la configuración y activos del servicio	Existe una base de datos de configuración (CMDB) debidamente actualizada Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
				Gestión de la configuración y activos del servicio	Se encuentran debidamente registrados todos los elementos de configuración en la CMDB (hardware, software, documentación, personal de soporte, etc.) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Si no existe una CMDB, al menos se posee documentación sobre las configuraciones de la red Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
y al estándar ITIL 2011				Gestión de versiones y despliegues	Existen planes claros y comprensibles de la versión e implantación de nuevos servicios para minimizar el impacto sobre la operación de los servicios Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existen herramientas o procesos definidos para la distribución y actualización de los servicios de red Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
				Gestión de cambios	Los cambios están categorizados (Estándar, normal, emergencia) Escala de cumplimiento:0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Transición del servicio	Gestión de cambios	Se exige que los cambios tengan planes de retorno (rollback) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Se tienen definidos indicadores clave de rendimiento (KPI's) para la gestión del cambio Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe cultura de Gestión del Cambio a lo largo de la organización, donde no este permitidos los cambios no autorizados Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011				Evaluación	Se cuenta con procesos de pruebas o evaluaciones para la implementación de los componentes de servicios próximos a entrar en ambiente de producción Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Para el despliegue de un servicio nuevo se evalúa previamente la preparación y disponibilidad de los recursos (humanos, tecnológicos, stakeholders, etc.) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Transición del servicio	Evaluación	Se tiene registro de la evidencia de pruebas de los componentes y servicios Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
			Operación del Servicio	Gestión de Incidencias	Existe una Base de Datos única para el registro de Incidentes Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe un identificador único para cada incidente Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
Todos los incidentes son registrados con su elemento de Configuración Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC					

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
de los usuarios y al estándar ITIL 2011					Existe un canal por medio del cual los usuarios pueden reportar incidencias Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
				Gestión de peticiones	Existe un canal por medio del cual los usuarios pueden solicitar nuevos servicios Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
				Gestión de problemas	Existe una Base de Datos con Errores Conocidos y problemas y sus soluciones - KEDB (definitivas o temporales) con acceso al único punto de contacto y al proceso de Gestión de incidencias Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Operación del Servicio		Existe una Base de datos de FAQs con acceso a todo el personal del proceso de incidentes y Usuarios Autorizados Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
				Gestión de problemas	Existe una herramienta de control remoto para el soporte remoto Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
				Gestión de problemas	Los especialistas notifican y registran nuevos problemas encontrados y son asignados al proceso correspondiente Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
y al estándar ITIL 2011				Service Desk	Existe una función de Service Desk Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					La función de Service Desk reporta todos los incidentes de forma manual o automática Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Operación del Servicio	Gestión técnica	La gestión técnica presta servicio en temas de servidores, red, almacenamiento, bases de datos, directorio de servicios, computadoras, impresión, middleware, Internet en sus diferentes niveles Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
				Gestión de Operaciones de TI	Existe un punto centralizado donde se realiza la observación y el monitoreo de la infraestructura de TI y donde se enrutan todos los eventos del sistema Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Se realizan rutinas estándar, consultas o informes delegados como parte de la prestación de servicios; o como parte del mantenimiento rutinario. Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Operación del Servicio	Gestión de Operaciones de TI	Existe respaldo (copiado) y almacenamiento de datos en ubicaciones remotas donde se puede proteger y usar en caso de que deba ser restaurado debido a pérdida, corrupción o implementación de los Planes de Continuidad del Servicio de TI Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	
					Los operadores de TI se capacitan en procesos de backup y restauración de datos. Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existen procesos para la gestión y soporte de servidores Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe un estándar para que el servidor soporte la carga de trabajo a realizar Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe soporte para los sistemas operativos de los servidores Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Operación del Servicio	Gestión de Operaciones de TI	Se proporciona información para ayudar a lograr un rendimiento óptimo de los servidores. Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existen planes de actualización de hardware de servidores previamente calendarizados Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existen procesos para la planificación inicial e instalación de nuevas redes o componentes de red; mantenimiento y actualizaciones a la infraestructura de red física Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe soporte de tercer nivel para todas las actividades relacionadas con la red, incluida la investigación de problemas de red y el enlace con terceros según sea necesario. Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Operación del Servicio	Gestión de Operaciones de TI	Se realiza mantenimiento y soporte de software del sistema operativo de red y middleware, incluida la administración de parches, actualizaciones, etc. Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe monitoreo del tráfico de red para identificar fallas o para detectar posibles problemas de rendimiento o cuellos de botella. Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Se realizan reconfiguraciones o re-enrutamiento del tráfico para lograr un rendimiento mejorado o balanceo de carga Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					La seguridad de la red (en coordinación con la gestión de seguridad de la información de la organización), incluye la gestión de cortafuegos (firewall), políticas de acceso, protección con contraseña, etc. Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Operación del Servicio	Gestión de Operaciones de TI	Se aplican los protocolos básicos de red (configuración IP) DHCP y DNS Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Se gestionan los proveedores de servicios de Internet (ISP) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe implementación, monitoreo y mantenimiento de sistemas de detección de intrusos Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Se resuelven problemas de conectividad remota tales como acceso telefónico, acceso telefónico de retorno y servicios VPN proporcionados a trabajadores a domicilio, trabajadores remotos o proveedores. Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe provisión y soporte para centrales y líneas telefónicas y para sistemas de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) y Monitoreo Remoto (RMon) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Operación del Servicio	Gestión de Operaciones de TI	Se mide el ancho de banda disponible para iniciar una llamada (ancho de banda de acceso al servicio o SAB) y la cantidad de ancho de banda que debe estar continuamente disponible durante la llamada (ancho de banda de utilización del servicio - o SUB) para garantizar calidad de servicio (QoS) en VoIP Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Se ofrecen servicios de directorio para los clientes (Active Directory) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Se realiza la revisión de diarios del sistema, registros, alertas de eventos / monitoreo, etc., detección de intrusiones y / o informes de violaciones de seguridad reales o potenciales Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Operación del Servicio	Gestión de Operaciones de TI	El personal técnico tiene niveles de acceso privilegiado a áreas técnicas clave (por ejemplo, contraseñas root o soporte técnico, acceso físico a centros de datos o salas de comunicaciones, etc.) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existe documentación de políticas y procedimientos Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Existen programas de capacitación para el personal que atiende la red Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					El personal tiene turnos de operadores y soporte, para asegurar el monitoreo y soporte de los eventos en la infraestructura y servicios de TI Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
			Mejoramiento continuo	Medición del servicio	Constantemente se aprende las lecciones aprendidas en todos los procesos, con el fin de alinear los servicios de TI con los cambios que el negocio necesite Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Mejoramiento continuo	Medición del servicio	Se evalúan los logros de los niveles de servicio Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
				Proceso de mejora de CSI	Para realizar un control de la calidad continuo, permanentemente se planea, se hace, se verifica y se actúa (Ciclo Deaming PHVA) Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					El personal interno y externo tienen clara la visión de la institución con el fin de enfocar sus estrategias y actividades al cumplimiento de los logros Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					El equipo de trabajo se reúne con frecuencia para evaluar el cumplimiento de objetivos (¿en dónde estamos ahora?), definir iniciativas y planes de acción para mejorar la prestación del servicio Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

Objetivo específico	Variable	Definición	Sub variable	Indicador	Pregunta	Instrumento	Dirigido a:
Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011	Servicios según ITIL 2011	El servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles resultados que los clientes desean lograr sin la propiedad de costos y riesgos específicos	Mejoramiento continuo	Informes de servicio	En el análisis de los datos se tienen definidos las relaciones, tendencias, objetivos alcanzados y acciones correctivas Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC
					Se presentan planes de acción de mejoramiento basados en las métricas Escala de cumplimiento: 0-5	Escala de apreciación	Personal TIC

CAPÍTULO III

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

En este apartado se expone el diseño del estudio, el tipo de estudio, la unidad de estudio, las técnicas e instrumentos de recolección de datos; técnicas de análisis y por último la validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.

3.1.1 Área de estudio o línea de desarrollo

Este estudio consiste en la Evaluación de la infraestructura de red de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua – Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa en los municipios participantes del programa Universidad en el Campo (UNICAM) y se encuentra dentro de las líneas de desarrollo presentadas por el Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas de la Facultad de Educación e Idiomas de la UNAN Managua; específicamente en la línea de Formulación, evaluación y seguimiento de proyectos de implantación y/o rediseño de infraestructura tecnológica, tomando algunos aspectos de otras líneas de investigación del Programa de Maestría, como son la implantación de sistemas de telefonía IP, el Diseño y ejecución de planes para la seguridad física y lógica de la información, la migración de servidores; por lo tanto el perfil de la investigación se ajusta al criterio establecido por el Programa de Maestría.

3.1.2 Tipo de estudio según su alcance, diseño y corte.

Para (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) el alcance del estudio puede ser descriptivo, exploratorio, correlacional o explicativo. Para ellos los estudios explicativos se enfocan en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables; teniendo en cuenta esta definición, **este estudio es explicativo**, puesto explica las condiciones actuales de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM y su impacto en los usuarios, además el estudio pretende explicar el nivel de madurez de la infraestructura de red según el estándar ITIL 2011, así como los requerimientos que deben cumplir los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM.

Por su diseño los estudios son clasificados, según (Hernández, Fernández, & Baptista, Concepción o elección del diseño, 2014) ,en experimentales o no experimentales. Para ellos, en los estudios no experimentales se evalúa una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo. Esa definición se apega al objetivo de este estudio, convirtiéndolo en **no experimental**, dado que se trabajará en un contexto determinado donde se describirá lo que ocurra naturalmente, para luego proceder al análisis situacional.

Por su corte, (Hernández, Fernández, & Baptista, Concepción o elección del diseño, 2014) clasifican los estudios no experimentales en transeccionales o transversales y longitudinales. Como este estudio se recolectará datos de los hechos ocurridos únicamente en el segundo semestre de 2017, coincide con la definición de que “*los estudios transversales recolectan datos en un solo momento para describir variables y analizar su incidencia en un momento dado*”, convirtiendo **este estudio en transversal**.

3.1.3 Enfoque de estudio

(Hernández, Fernández, & Baptista, ¿Qué enfoques se han presentado en la investigación?, 2014) explican que desde el siglo pasado las principales aproximaciones de la investigación se han reducido a dos: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. El enfoque cualitativo evalúa el desarrollo natural de los sucesos, es decir, no hay manipulación ni estimulación de la realidad. Este estudio será **cuantitativo con implicaciones cualitativas** porque se aplicará el razonamiento deductivo, comenzando con la teoría y se analizará la información obtenida mediante los instrumentos, es una investigación objetiva puesto que no afecta el proceso a estudiar. Las técnicas de recolección de información serán entrevistas, encuestas y Escalas de apreciación.

3.1.4 Universo – Muestra

El área de estudio son los municipios participantes del programa UNICAM donde la UNAN FAREM Matagalpa dispone de infraestructura de red (Río Blanco, Mulukukú, Waslala, La Dalia).

El **universo de estudio** se detalla de la siguiente manera: 1 Coordinador del programa UNICAM, 1 Responsable TIC de la FAREM Matagalpa, 3 trabajadores

del área de TI, 35 docentes y 994 estudiantes del programa UNICAM, divididos en cinco locaciones: Waslala, La Dalia, Río Blanco, Mulukukú y Rancho Grande.

La muestra será tomada por conveniencia, se seleccionarán cuatro docentes y 20 estudiantes de las locaciones donde existe infraestructura de red (cuatro de las cinco, ya que Rancho Grande aún no dispone de infraestructura de red) y que además hagan uso de la infraestructura de red con mayor frecuencia, dado que hay algunas carreras ofertadas en las que el uso de la red es esporádico. Se consideran en la muestra los estudiantes que se conecten tanto para acceder a servicios académicos y administrativos como los que acceden por ocio. Son parte de la muestra también el Responsable TIC, el coordinador del programa UNICAM y los miembros del área TIC, cuyos aportes aportarán a la evaluación y a la licitación de requerimiento de servicios.

Los aspectos expuestos convierten el **muestreo** de este estudio en **no probabilístico decisonal**.

3.1.5 Métodos teóricos y empíricos

3.1.5.1 Métodos teóricos

(Rodríguez, 2014), expone que los métodos teóricos cumplen una función gnoseológica, es decir, que posibilita la interpretación de datos encontrados. Para ello se vale de una variedad de métodos que abarcan el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, el hipotético deductivo, el análisis histórico y el lógico, el tránsito de lo abstracto a lo concreto o la modelación.

Este trabajo **aplica el método teórico** en la redacción del marco teórico y en el análisis y discusión de resultados, esto a través de la síntesis, inducción, deducción, análisis, y en la comparación y contrastación de la información recopilada.

Se utilizan además una adaptación de un método de evaluación estandarizado que es ITIL 2011, principalmente en la publicación “Operación del Servicio”, donde se toman los puntos más relevantes para realizar la evaluación, representados en una tabla de análisis de cumplimiento.

3.1.5.2 Métodos empíricos

Obtener datos (que se convertirán en información) de personas, seres vivos, comunidades, situaciones o procesos en profundidad; en las propias “formas de expresión” de cada uno, es la forma de recolectar datos en el método empírico, afirman (Hernández, Fernández, & Baptista, La recolección de los datos desde el enfoque cualitativo, 2014); lo que abre la posibilidad para que los usuarios de la red de las distintas localidades de UNICAM, puedan exponer sus expectativas de servicio, además del aporte al conocimiento que darán tanto el coordinador del programa UNICAM, como todo el personal TIC.

La aplicación del método empírico en este estudio se evidencia en las técnicas de recuperación de datos (no estandarizados) a utilizar: el análisis de contenido, las guías de entrevista al Responsable TIC y al coordinador del programa, la tabla de análisis de cumplimiento a utilizarse para un grupo focal conformado por el personal TIC de la FAREM Matagalpa quienes son responsables de la administración de la infraestructura de red de las locaciones.

Finalmente, a partir de este estudio se pretende realizar una propuesta y aportar nuevas estrategias plasmadas en un plan de fortalecimiento de infraestructura de red, a través de las cuales se promoverá la mejora y la formación integral de los estudiantes que adquirirán las competencias digitales que establecen los programas de asignaturas de la UNAN Managua.

3.1.5.2.1 Entrevistas

(Hernández, Fernández, & Baptista, Entrevistas, 2014) definen la entrevista como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados), a fin de obtener información relevante para el estudio.

Las entrevistas a realizar en el estudio fueron semiestructuradas ya que, aunque se elabora una guía para su aplicación, contiene preguntas abiertas que podrían derivar en el desarrollo de más preguntas. Las entrevistas a fueron dirigidas al coordinador del programa UNICAM y al Responsable TIC de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa.

3.1.5.2.2 Encuestas

Como parte de la evaluación de los servicios soportados por la red se hace necesaria la aplicación de encuestas, que según (Cabrera D. , 2013) consiste en “un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir”. Estas encuestas serán dirigidas a los usuarios de la red, tanto docentes como estudiantes de las distintas carreras ofertadas en las cuatro locaciones.

3.1.5.2.3 Escala de apreciación

Según (UAM.MX, 2017) una Escala de apreciación consiste en un listado de aspectos a evaluar (contenidos, capacidades, habilidades, conductas, etc.), al lado de los cuales se puede calificar (“O” visto bueno, o por ejemplo, una "X" si la conducta no es lograda) un puntaje, una nota o un concepto.

Por otro lado, a diferencia de las listas de cotejo, las escalas de apreciación incorporan un nivel de desempeño, que puede ser expresado en una escala numérica (o conceptual) gráfica o descriptiva. Por lo tanto, las escalas de apreciación tienen la misma estructura que las listas de cotejo, pero incorporan más de dos variables en la observación. Esto permite discriminar con un grado de mayor precisión el comportamiento a observar o el contenido a medir.

Este trabajo incorpora un instrumento de escala de apreciación que toma los principales procesos definidos por ITIL 2011 y se construye con los elementos que son los más adecuados a la realidad de la infraestructura de red de la institución. Para definir la escala de apreciación se ha utilizado la metodología CMMI.

El Modelo de Madurez de Capacidades Integrado (CMMI®) es un modelo de mejora de capacidades que se puede adaptar para resolver cualquier problema de rendimiento en cualquier nivel de la organización en cualquier industria (CCMI Institute, 2017). Este modelo es ampliamente utilizado a nivel mundial y es reconocido como un estándar de facto en la industria, principalmente de TI.

Puede revisarse el modelo de evaluación en el acápite 6.5.6, que se refleja como una escala de cumplimiento de ITIL, según la apreciación del evaluador.

3.1.6 Validez y fiabilidad de los instrumentos

(Hernández, Fernández, & Baptista, ¿Qué es una variable?, 2014), definen que las variables deben ser confiables y válidos. Para la validación de los diferentes instrumentos se tomaron en cuenta el grado de especialización de las personas identificadas como informantes clave, por lo cual se seleccionó a personas con experiencia en la temática como son el actual administrador de red de la UNAN Managua Ing. Lester Acevedo y el Lic. Williams Rivas maestro Instructor certificado de la Academia Cisco de FAREM Matagalpa quienes validaron la entrevista dirigida al responsable TIC.

Además, se seleccionaron al azar algunos usuarios con poco conocimiento del tema (estudiantes) que no forman parte de la muestra para validar las encuestas en cuanto al nivel de comprensión de la misma.

Dado que escala de apreciación está basada en dos metodologías mundialmente reconocidas y cuya validez no está en duda (CMMI e ITIL 2011), no se realizó validación de la misma, simplemente se realizaron adecuaciones de las métricas para que se adecuaran a la realidad del estudio.

3.1.7 Procesamiento de la información

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, ¿Puede utilizarse más de un tipo de instrumento de recolección de datos?, 2014), lo primero que se suele hacer con el conjunto de los datos obtenidos es dividirlos de acuerdo a un criterio bien elemental, separando de un lado la información que es de tipo numérica de la información que se expresa verbalmente o mediante palabras.

Para el procesamiento de la información se utilizó Microsoft Office Word 2016 para la redacción del documento, para la tabulación estadística de los datos encontrados en las encuestas se utilizó Microsoft Office Excel 2016 y para el procesamiento de las entrevistas y el grupo focal se crearon matriz de resultados en Microsoft Office Word 2016.

Se utilizó Microsoft Visio 2016 en la elaboración de algunos diagramas, topologías y/o infografías que contiene este documento, con el fin de representar la información recopilada de una forma sencilla y que facilite la comprensión lectora.

Debido a la lejanía de los sitios remotos, para la tabulación estadística de los datos encontrados en la encuesta dirigida a los usuarios de la red se utilizó la herramienta Google Forms de Google.

Para ello se tuvo que introducir la estructura de la encuesta en formulario y hacerlo público para que cualquier usuario tuviese acceso.

Se solicitó a los docentes de los sitios que hicieran participar a algunos estudiantes en la resolución de la misma y a la vez para validar que únicamente los usuarios de la red pudiesen acceder al llenado del instrumento.

Adicionalmente, se tuvo que publicar el enlace en la página oficial de la UNAN Managua - FAREM Matagalpa con el objetivo de que los encuestados pudiesen acceder fácilmente y agilizar el proceso.

Este recurso estuvo disponible durante 2 días (un fin de semana), tiempo necesario para la recopilación de la información, y en los días de principal afluencia de estudiantes en los sitios (sábado y domingo).

3.1.8 Variables de Estudio

Se entiende por variable a toda propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible a medirse y observarse (Hernández, Fernández, & Baptista, ¿Qué es una variable?, 2014).

Las variables de estudio fueron:

- 1. Estado de la infraestructura de red**
- 2. Requerimientos de los servicios de red según los usuarios, la institución e ITIL 2011**

Esta última variable se detalla en la operacionalización de variables de dos maneras: una puramente detallada por ITIL 2011 y otra por los usuarios y la institución; con el objetivo de dejarlos lo más claro posible.

CAPÍTULO IV

4.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección del estudio se describe cada uno de los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos definidos siguiendo el diseño metodológico establecido.

Antes de iniciar con los hallazgos del estudio, se hace necesaria una breve introducción a la institución objeto de estudio, y al programa en específico.

4.1.1 La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria, Matagalpa.

El Centro Universitario Regional de Matagalpa surge en marzo de 1980, fecha en que se fundó el Centro Popular de Estudios Superiores (CPES), primer centro de educación superior de Matagalpa.

El 15 de noviembre de 1983 obtiene la personería jurídica, pasando a ser un Centro de Educación Superior (CES) del Consejo Nacional de Educación Superior (CNES) con presupuesto estatal, que eliminó el carácter privado que mantenía hasta la fecha. Con esta iniciativa se concretó así el sueño de los matagalpinos que luchaban por la apertura de una universidad estatal desde finales de la década de los sesenta. (UNAN FAREM Matagalpa, 2017)

La Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa (FAREM-Matagalpa) encuentra ubicada en el casco urbano del municipio de Matagalpa y es una institución de educación superior y de servicio público que beneficia a estudiantes provenientes de los departamentos de Jinotega, Matagalpa y sus municipios.

La facultad forma profesionales en distintas áreas del conocimiento y cumple con los tres ejes de la educación universitaria: Investigación, Extensión Universitaria y Docencia, en función de aportar al desarrollo económico del país.

En la actualidad la FAREM-Matagalpa atiende una población de aproximadamente 5020 estudiantes en la formación de grado con 3,987 estudiantes en el primer semestre 2017; 994 en UNICAM y 22 en el Sistema Nacional de Capacitación Municipal (SINACAM) en 20 distintas carreras. La planta docente está constituida por 47 profesores de contratación indefinida o de planta y 156 profesores de contratación parcial u horarios. El personal administrativo y de servicio está

compuesto por 72 trabajadores, 38 con contrato permanente y 34 bajo contrato temporal (Gutiérrez, 2017).

En su infraestructura, la FAREM-Matagalpa, cuenta con modernos laboratorios para las diferentes carreras, equipados con instrumentos y equipos con tecnología de punta. El acervo bibliográfico asciende a 14,379 obras en físico y más de 120,000 títulos electrónicos, orientados a todas las carreras que se imparten en la Facultad.

4.1.2 El programa UNICAM

La UNAN-Managua a través de la FAREM Matagalpa muestra su presencia en comunidades lejanas de la Región con el Programa UNICAM, que se desarrolla en Río Blanco, Mulukukú, Waslala, Rancho Grande y El Tuma-La Dalia; sin embargo, la meta planteada es extenderse a las comunidades de Esquipulas, San Dionisio, Muy Muy y San José de los Remates (UNAN Managua, 2017).

El programa UNICAM (Universidad en el Campo) es un programa cuyo objetivo principal es estructurar e implementar un programa de educación superior en los niveles de técnico medio, técnico superior y profesional, enfocados en el sector agropecuario, en articulación con la educación secundaria que permita el ingreso a la universidad de los jóvenes, a fin de evitar la deserción de estudiantes de secundaria, fortalecer el sector rural y aportar al desarrollo de las comunidades (Laguna Gámez, 2017).

UNICAM está dotando de capital humano a la sociedad y que los resultados ya son visibles con los primeros graduados El Tuma - La Dalia en Matagalpa y Mulukukú en la RACN (Región Autónoma del Caribe Norte). “Los jóvenes han sido impulsores de ideas innovadoras que se han retomado en el programa de nación Aprender, Emprender y Prosperar” (Laguna Gámez, 2017).

Gracias al programa UNICAM los jóvenes rurales están apoyando a sus familias y comunidades; este programa significa cumplir con el derecho a la educación sobre todo en zonas lejanas del país, donde los estudiantes están adoptando un compromiso con los territorios.

Al segundo semestre de 2017 UNICAM tiene una matrícula de 1,798 estudiantes en 10 carreras, que se imparten en 14 municipios de 6 departamentos, con el apoyo de los gobiernos locales. Es un programa único en el país, articula al sector productivo con la Universidad e incluye la participación ciudadana; los módulos de clase están al alcance de cada educando y por ende en correspondencia con las necesidades de cada comunidad, a fin de dar respuestas a estas mismas. De los 1,798 estudiantes de UNICAM, 994 son atendidos directamente por la FAREM Matagalpa, lo que representa que la FAREM Matagalpa atiende al 55% de la población estudiantil actual del programa y atiende el 35% de las locaciones de la UNICAM a nivel nacional.

El desarrollo rural es vital para la nación, para la seguridad alimentaria, el turismo, el cambio climático; garantiza la sostenibilidad fundamentada en el respeto al medio ambiente; la idea no es seguir profundizando la frontera agrícola sino darle mayor productividad con calidad a lo existente.

Para garantizar la calidad de la educación en los sitios y para reducir la brecha tecnológica existente en las zonas rurales se ha instalado infraestructura de red que garantice conexiones de Internet en los territorios donde se desarrollan los programas de SINACAM y UNICAM en Waslala, El Tuma – La dalia, Mulukukú y Rio Blanco, con el propósito que los jóvenes tengan acceso a los sistemas bibliográficos y se imparten capacitaciones para la implementación del Sistema Integral de Gestión Interna (SIGI).

4.1.3 Estado actual de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM

Antes de describir el estado de la red en cada una de los sitios remotos se hace necesaria describir la infraestructura de red de la FAREM Matagalpa, dado que desde ella se distribuyen todos los servicios de red disponibles en los sitios remotos. La mayoría de la información es proporcionada por (Selva Ochoa, 2017). Alguna información pertinente a los convenios del programa con las municipalidades fue proporcionada por (Laguna Gámez, 2017).

Las fotos y evidencia presentadas fueron tomadas en el lugar de estudio.

El apartado 4.1.3.1 describe de manera compacta la infraestructura del nodo central de la red de UNICAM. El nodo está ubicado en el recinto Mariano Fiallos Gil de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa.

A continuación, en los incisos 4.1.3.2 – 4.1.3.5 se describen las principales características de la infraestructura de red en los sitios de UNICAM.

Finalmente, en el apartado 4.1.3.6 se hará hincapié en las características que se comparten en todos los recintos de UNICAM, con el objetivo de dejar claras sus semejanzas y diferencias al lector.

4.1.3.1 Infraestructura de red en la FAREM Matagalpa, Recinto Mariano Fiallos Gil

4.1.3.1.1 Evolución y Crecimiento de la Red

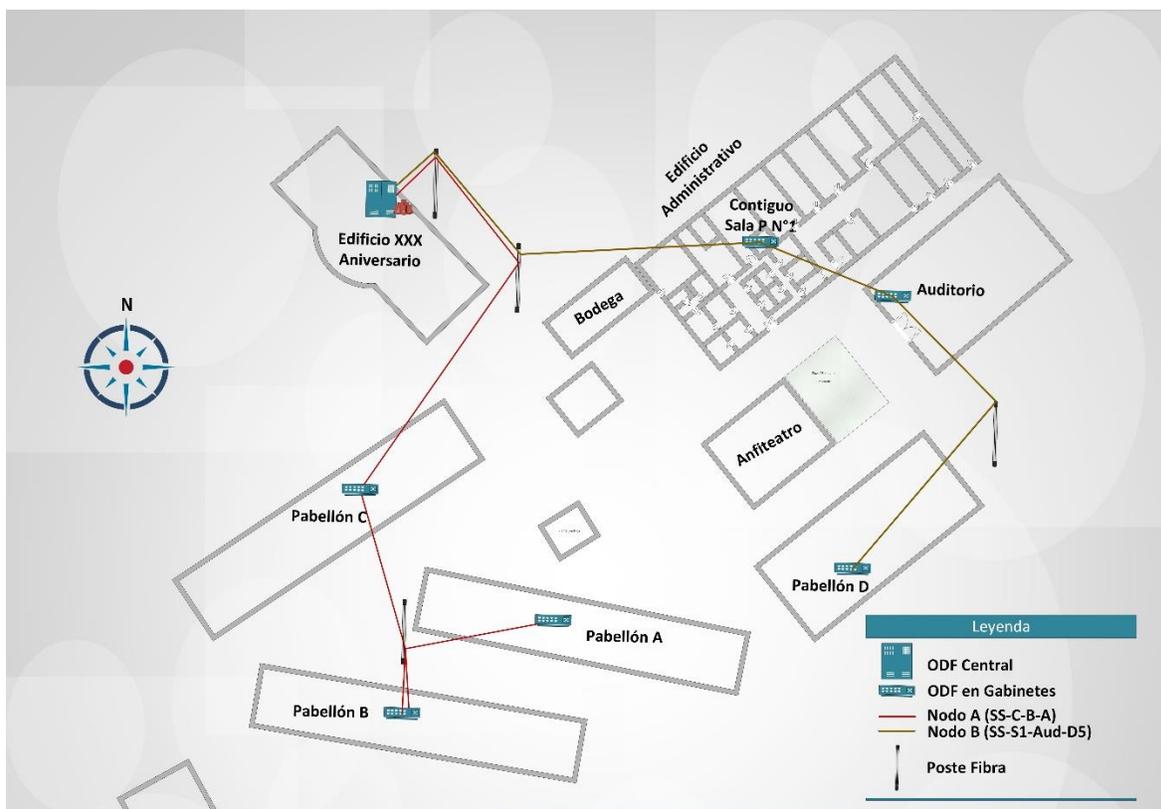
En los últimos años la red ha venido evolucionando de forma organizada, aunque al momento de su creación, no se tomó en cuenta el factor de crecimiento en las instalaciones y cantidad de equipos. Inicialmente la red fue diseñada para un laboratorio de 20 computadores que compartían el acceso a Internet.

La instalación de la red en el edificio XXX Aniversario fue realizada por SIEMENS AG, a quienes no se les exigió por parte de la Universidad la implementación de los estándares correspondientes; sin embargo, se han venido mejorando con el paso del tiempo hasta llegar a ser una de las organizaciones con mejor infraestructura de red del municipio de Matagalpa.

4.1.3.1.2 Cuarto de comunicaciones y cableado de la red

El medio de conexión utilizado mayoritariamente es el cable de cobre de par trenzado (UTP) Categoría 6 que ha venido reemplazando al cable UTP categoría 5e utilizado originalmente, y para conectar los edificios y recibir la conexión del proveedor se utiliza fibra óptica (multimodo en caso del servicio y monomodo en la comunicación de los edificios).

Ilustración 7: Digrama de conexión de fibra óptica en el recinto Mariano Fiallos Gil



Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

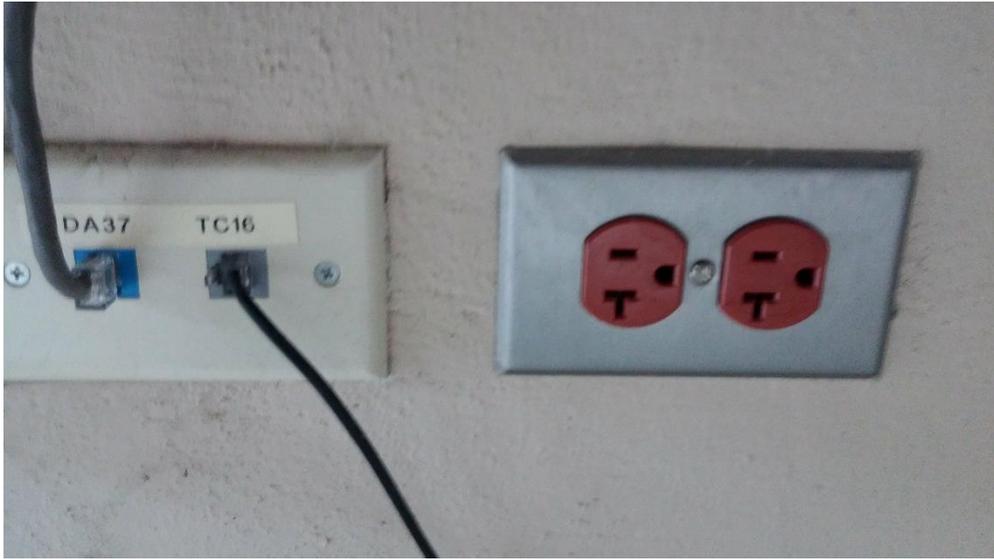
La ilustración anterior muestra la distribución de gabinetes en todo el recinto Mariano Fiallos Gil y como todos ellos están conectados en un anillo de fibra multimodo, que converge en el cuarto de comunicaciones de la FAREM Matagalpa.

La Facultad también cuenta con 11 dispositivos inalámbricos ubicados estratégicamente en todo el recinto Mariano Fiallos, todos ellos con tecnología Cisco Mobility Xpress que utilizan una controladora StandAlone Cisco Aironet 2802i y que controla los otros 10 que son de serie Cisco Aironet 1832i.

La mayoría de los conectores hembras instalados en las rosetas, son categoría 5e.

Como la instalación de la red original fue creada por terceros se desconoce la distancia en los recorridos del cableado. En la fabricación de los patch cords existentes en la red, se utiliza la medida estándar de 0.5m dispuesta por la **norma EIA/TIA 568**.

Ilustración 8: Rosetas y tomacorrientes polarizados



Fuente: Foto propia, tomada durante una visita al sitio.

El cableado de la red, es cableado estructurado, (término utilizado para hacer referencia al cableado de red que cumple con los estándares de la industria de telecomunicaciones). Aunque aún no se cumple a cabalidad la norma la **norma EIA/TIA 568.a** el cableado está a la altura de los requerimientos de la institución.

Ilustración 9: Cableado de red de la FAREM Matagalpa



Fuente: Foto propia, tomada durante una visita al sitio.

La empresa a cargo de la instalación del cableado no entregó documentación de la implementación, por lo que la visualización adecuada de la red, ya sea por motivos de reparación, inclusión de nuevos servicios, o mejoras a la misma, es un verdadero desafío.

Posterior a la instalación del cableado, se han realizado esfuerzos por implementar al menos un estándar en la red (en este caso la **norma EIA/TIA 568** para empresas medianas) que garantice la conmutación de los dispositivos dentro de su red correspondiente, sin embargo, la correcta adecuación de la red se dificulta debido a la infraestructura del edificio. A pesar de esto, la red se sigue extendiendo, y se conectan a ella cada vez más dispositivos.

Todas las tomas de energía de los equipos conectados al edificio XXX Aniversario tienen conexión a tierra, cumpliendo así con el estándar **ISO/IEC DIS 11801**.

El etiquetado realizado en los dispositivos intermediarios y el etiquetado en las rosetas fue impreso y fijado a las mismas, sin embargo, el etiquetado en algunos de los dispositivos del edificio de administración es totalmente rústico (son trozos de masking tape marcados con lápiz de tinta). Se ha mejorado para llegar al mínimo establecido por el estándar **ISO/IEC 1034-1, 1034-2**.

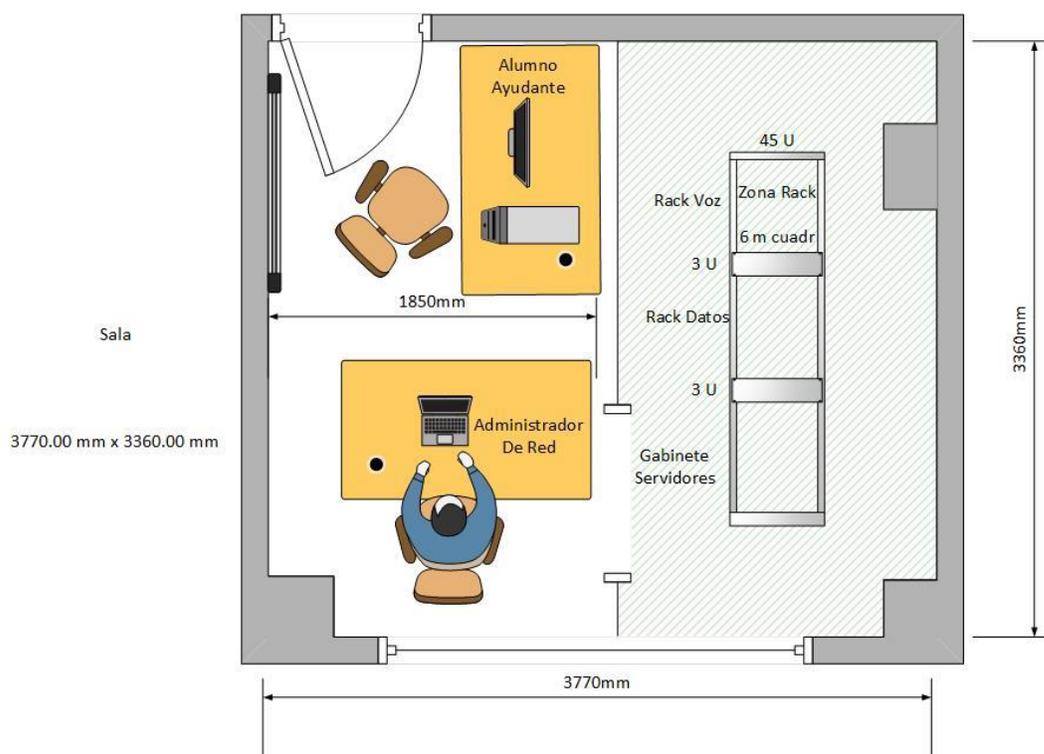
En el cuarto de comunicaciones existen 2 racks (voz y datos) que cumplen con las especificaciones de un rack estándar y se encuentran bajo las normas equivalentes **DIN 41494 parte 1 y 7, UNE-20539** parte 1 y parte 2 e **IEC 297** parte 1 y 2, **EIA 310-D** y cumplen la normativa medioambiental **RoHS** (de las siglas en inglés Restriction of Hazardous Substances y que se refiere a la directiva 2002/95/CE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos).

Los racks se dividen en regiones de 1,75 pulgadas de altura (44,45mm). En cada región hay dos agujeros que siguen un orden simétrico. Esta región es la que se denomina altura o U.

El espacio vertical mide 15,875 milímetros de altura cada una, para formar un total de 31,75 milímetros (1,25 pulgadas). Están separadas por 450,85 milímetros (17,75 pulgadas) y hacen un total de 482,6 milímetros (exactamente 19 pulgadas)

Cada columna tiene agujeros a intervalos regulares llamados unidad rack (U) agrupados de tres en tres. Verticalmente, la altura de los racks está normalizada y sus dimensiones externas son de 200 mm en 200 mm. Lo normal es que existan desde 4U de altura hasta 46/47U de altura.

Ilustración 10: Diagrama del cuarto de comunicaciones.



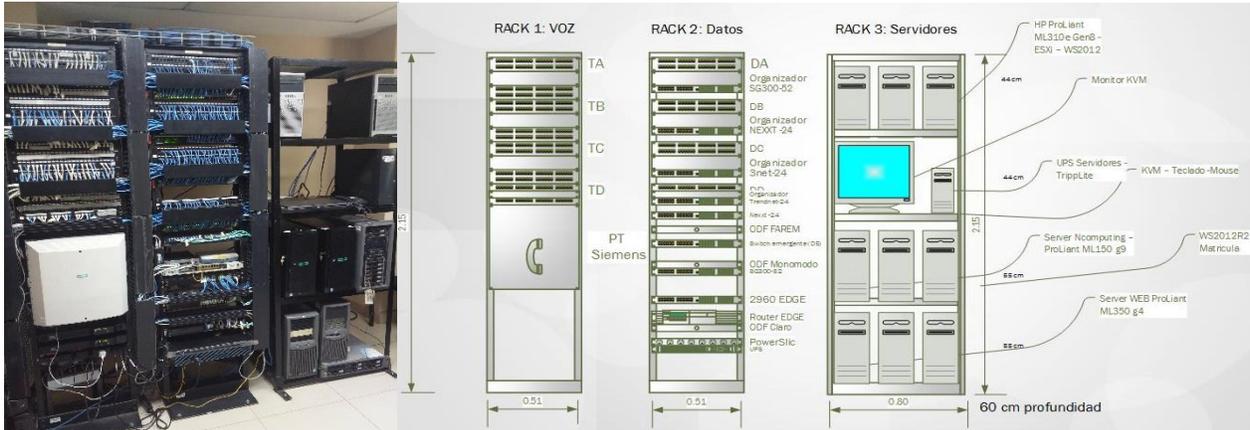
Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

La profundidad del bastidor no está normalizada, ya que así se otorga cierta flexibilidad al equipamiento. No obstante, los racks de la Facultad son de 600 mm. Por otro lado, los servidores son de escritorio, por ello no se encontraban ubicados en un rack, sino hasta noviembre de 2017 donde se ha construido un rack a la medida para albergar de manera más ordenada.

La mayor parte del cableado de la red se encuentra correctamente instalado, técnica y estéticamente hablando.

Existen, sin embargo, algunos puntos de difícil acceso donde la estética del cableado no es la mejor que se diga.

Ilustración 11: Organización de bastidor en Cuarto de comunicaciones.



Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

4.1.3.1.3 Dispositivos en la Red

4.1.3.1.3.1 Dispositivos Intermediarios

La red cableada del recinto Mariano Fiallos Gil cuenta con 15 dispositivos intermediarios, de los cuales, el 100% son administrables, los dispositivos son listados a continuación:

Tabla 4: Dispositivos intermediarios en FAREM Matagalpa

Cantidad	Dispositivo	Especificaciones	Función
1	Enrutador	CISCO modelo 2900 Series (3 puertos Gigabit-Ethernet, un puerto de Consola y un puerto mini USB, ambos administrables; 2 Puertos USB para carga de Flash y un puerto auxiliar)	Enlace de datos hacia UNAN Managua, recinto RUCFA de la FAREM Matagalpa y hacia los sitios de UNICAM
1	Switch	CISCO Catalyst 2960 X Series (24 puertos Gigabit-Ethernet, 4 Mini GBIC, Administrable).	Switch core.
2	Switch	CISCO SG300-52 Series (48 puertos Gigabit-Ethernet, 4 Mini GBIC, Administrables)	Un switch Core y otro de acceso a laboratorios de computación
5	Switch	CISCO SG300-24 Series (26 puertos Gigabit-Ethernet, 2 Mini GBIC, Administrables)	Switches de acceso en la facultad, ubicados en Air Wall Mount Rack.
1	Switch	Dell PowerConnect 5324 (24 Puertos Gigabit-Ethernet, 4 puertos Mini GBIC para fibra óptica, Administrable).	Acceso en vida estudiantil

Cantidad	Dispositivo	Especificaciones	Función
1	Switch	Dell PowerConnect 5224 (24 Puertos Gigabit-Ethernet, 4 puertos Mini GBIC para fibra óptica, Administrable)	Acceso en salón multimedia
1	Switch	Dell PowerConnect 3424 (24 Puertos Fast Ethernet, 2 Puertos GigabitEthernet, 2 Puertos Mini GBIC para Fibra Óptica, Administrable).	Acceso a las salas de posgrados
3	Switch	Trendnet TEG-424WS (24 puertos Fast Ethernet, 4 puertos Gigabit ethernet, 2 Mini GBIC para fibra optica, Administrables)	Acceso laboratorios de computación
1	Switch	Dell X1052 (52 puertos GigabitEthernet, los cuatro últimos funcionan como Mini GBIC, Administrable)	Switch de acceso oficinas administrativas

Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

Además, se cuenta con conmutadores de reserva, la mayoría no administrables, equipos bastante viejos que aún funcionan y que están disponibles en caso de fallos de algún equipo:

- 3 CISCO 1900-X series (12 Puertos Ethernet, un puerto Fast Ethernet, 2 puertos SFP para fibra óptica, Administrable).
- 3 Trendnet (8 Puertos Fast Ethernet, No Administrables).
- 1 3Net ALW3024 (24 Puertos Fast-Ethernet, No Administrable).
- 1 TrendNet TE 100 S16 (24 puertos Fast-Ethernet, No administrable)
- 2 Nexxt Solutions NW223NXT54 (24 Puertos Fast-Ethernet, No Administrable).

La red inalámbrica posee 12 dispositivos intermediarios:

- 10 Cisco Aironet Indoor 1832i
- 2 Cisco Aironet Indoor 2802i
- 1 Punto de acceso TrendNet Outdoor TEW 455

Actualmente se utilizan solamente 11 de estos equipos y se guarda uno (1832i) de reserva, que se utiliza para ampliar la capacidad de cobertura y carga de la red inalámbrica cuando se realizan eventos en la facultad.

Uno de los 2802i es utilizado como controladora para los demás AP inalámbricos, y el otro como soporte de carga en el auditorio Mariano Fiallos Gil.

Adicionalmente, se tienen los siguientes equipos inalámbricos de reserva:

- 4 Puntos de acceso TrendNet 690 AP
- 2 Enrutadores TrendNet TEW 691GR
- 3 Enrutadores Linksys EA27000
- 6 Puntos de Acceso Linksys WAP300N

Todos ellos eran parte de la infraestructura de red inalámbrica antes de su remodelación en el primer trimestre del año 2017.

4.1.3.1.3.2 Dispositivos Finales

A la red interna se conectan diariamente 227 dispositivos finales, categorizados de la siguiente manera:

Tabla 5: Dispositivos de usuarios finales, por dependencia.

Equipo	Departamento/Unidad	Total
Computadoras	Laboratorios TIC	115
Laptops	Laboratorios TIC	6
Computadoras	TIC	2
Computadoras	DCTS	7
Computadoras	DCEA	8
Computadoras	DCEH	11
Computadoras	Contabilidad	5
Computadoras	Compras	1
Computadoras	Higiene y Seguridad	1
Computadoras	Administración	4
Computadoras	Jefas de despacho	5
Computadoras	Decanato	2
Computadoras	Vicedecanato	2
Computadoras	Secretaría Facultad	4
Laptops	Secretaría Facultad	1
Computadoras	Posgrado	4
Laptops	Posgrado	5
Laptops	Conferencia (audi-C6)	2
Computadoras	Biblioteca	10
Computadoras	CISCO	4
Laptops	CISCO	8
Totales		207
	Computadoras	193
	Laptops	14

Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

Es importante señalar que este es el inventario fijo de equipos que se conectan a la red cableada. Para el caso de la red inalámbrica se estima un total de 400 conexiones diarias y hasta 600 en el turno sabatino. Adicionalmente a la red también se conectan los siguientes dispositivos finales, que son administrados por el área TIC:

Tabla 6: Otros dispositivos finales conectados a la red

Cantidad	Equipo	Especificaciones
2	Servidores	HP ProLiant ML 150 Gen 9. TORRE, Intel® Xeon® Processor E5-2640 v4 (15M Cache, 1.90 GHz), 4 Disco Duro 1 TB de 7200 RPM y Memoria RAM 64 GB, RAID I.
1	Servidor	HP ProLiant ML-350 G4 RACK 2 procesadores Intel® Xeon® 3.4 GHz, 8 discos SCSI RAID I, 1 TB de 12000 RPM, 8 GB RAM
2	Servidores	HP ProLiant ML310e Gen 8 TORRE Intel® Xeon® Processor E5-2640 v3 (15M Cache, 1.90 GHz), 2 Disco Duro 1 TB a 7200 RPM y Memoria RAM 32 GB, RAID I
1	Servidor	HP ProLiant DL 380 G4 RACK 2 procesadores Intel® Xeon® 3.4 GHz, 5 discos SCSI RAID I, 750 GB HDD a 12000 RPM, 4 GB RAM
1	Firewall	ASA 5506-X con Servicios FIREPOWER
9	Teléfonos IP	Siemens
1	Planta Telefónica	SIEMENS HiPath 3000. Para telefonía analógica y digital.
3	Impresoras multifuncionales	CANON IR 2022i. Funcionan en red

Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

En caso de fallos, se tienen configurados equipos de reserva con todas las configuraciones básicas para el quehacer universitario (acceso a datos, internet, filtrado web, VTP). Aunque son equipos viejos han demostrado resolver ante emergencias (se registra un incidente, donde se tuvieron que reemplazar los equipos):

- ❖ 1 Servidor HP ProLiant DL-380 G4
- ❖ 1 Servidor HP ProLiant DL-380 G6
- ❖ 1 Servidor HP ProLiant ML-350 G4

4.1.3.1.4 Los servidores

La siguiente tabla representa los servicios provistos por los servidores; los sistemas operativos de los servidores son principalmente Virtualizados con VmWare ESXi 6.0, a excepción de los dos servidores Web, cuyo sistema operativo base es CentOS 7, y que poseen paquetes de software libre como Nginx, MariaDB y PHP.

La siguiente tabla detalla los sistemas operativos utilizados por los servidores virtualizados en la UNAN FAREM Matagalpa. Se proyecta también la migración de los servidores dedicados físicos hacia la infraestructura virtualizada.

Tabla 7: Detalle de software de servidores

Sistemas y Servidores Virtualizados en FAREM Matagalpa					
N°	Descripción	Especificaciones			Función
		S.O	RAM (GB)	HDD (GB)	
1	Windows 7 y VMWare vSphere Client	Win 7	2	40	Administración remota del host físico ESXi
2	OpenMeetings	Win 7	3	50	Sistema de videoconferencia para plataforma moodle. Servidor de Base de Datos Sistema JUDC.
3	EFW 3.2 (Endian Firewall)	EFW 4	4	100	Control Web de redes públicas (Labs y Wifi), transparente.
4	Debian DHCP	Debian 7	1	5	Servidor DHCP de 13 redes distintas.
5	OCS-Inventory - GLPI	Debian 7	2	10	Inventario de equipos y reportes de daños automatizados.
6	OpenWRT - KMS	OpenW RT 15	8 MB	32 MB	Servicio de activación de productos Microsoft (Office y Windows)
7	Pandora 6	CEntOS 6	2	20	Monitoreo de red interna y redes remotas UNICAM
8	Softtheter VPN	Debian 8	4	40	Conexión L2TPv3 de UNICAM para acceso a internet, y acceso remoto a la Red Administrativa de Servidores de FAREM
9	WSUS	WS2012 R2	6	500	Servicio WSUS para redes internas de FAREM
10	McAfee	WS2012 R2	8	150	Servicio de antivirus de FAREM

Sistemas y Servidores Virtualizados en FAREM Matagalpa					
11	pfSenseInternet	pfSense 2.3	4	450	Squid Transparente, LightSquid, NAT (IP pública), DNS, Bloqueo de puertos Interno(Firewall), Enrutador a servicios de UNAN Managua (via red de Datos)
12	pfSenseUNICAM	pfSense 2.3	2	200	Squid Transparente, LightSquid, NAT (IP pública), DNS, Bloqueo de puertos Interno(Firewall), Enrutador a servicios de UNAN Managua (via red de Datos) para redes remotas de UNICAM
13	pfSenseLaboratorios	pfSense 2.1	1	5	Gateway red Laboratorios. Firewall con ACL de puertos TCP/IP y MAC.
14	pfSenseWifi	pfSense 2.1	2	10	Gateway red Wifi. Firewall con ACL de puertos TCP/IP y MAC. Portal Cautivo.
15	pfSenseInterna	pfSense 2.2	3	10	Gateway redes internas con 802.1Q. Firewall con ACL de puertos TCP/IP y MAC. Firewall para servicios VoIP.
16	Windows Server Ncomputing 1	WS2016	30	500	Servidor NComputing 23 PC
17	Windows Server Ncomputing 2	WS2016	30	500	Servidor NComputing 22 PC
18	Active Directory	WS2016	8	500	Servidor de Active directory para redes internas de FAREM

Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

4.1.3.1.5 Tipo de Red

La red LAN física de la Facultad está formada un conjunto de 16 VLAN's creadas y divididas según el tipo de tráfico que transportan, y que reciben la señal de Internet a través de un enlace WAN con el proveedor de la conexión a Internet.

4.1.3.1.6 Topología de Red

La topología la física de la red de UNAN FAREM Matagalpa es de estrella extendida. La topología lógica, por su parte, si bien es estrella extendida, intenta a linearse al modelo jerárquico propuesto por Cisco Systems.

4.1.3.1.8.1 Acceso inalámbrico a Internet

La red inalámbrica publica tiene como objeto posibilitar a la Comunidad Universitaria el acceso a Internet con dispositivos portátiles (laptops, Smartphones, tablets) sin tener que estar conectado físicamente por cable a la red, en tantos lugares como sea posible. Para ello se cuenta con doce puntos de acceso distribuidos en lugares estratégicos de la Facultad y en los recintos remotos para conseguir así una cobertura lo más amplia posible, de manera que queden cubiertas las áreas públicas, zonas de reunión, bibliotecas y salas de estudio 24 horas en los distintos recintos de la facultad.

4.1.3.1.8.2 Acceso Remoto a Bases de Datos

Para facilitar el acceso a las Bases de Datos de los sistemas de extranet (reservas de equipos, gestión de inventarios, sistemas de horarios, control docente), se ha puesto en marcha un Servidor de Acreditación, que permite consultar las Bases de Datos de estos sistemas desde dispositivos no conectados a la red de la Facultad (dispositivos conectados a cualquier proveedor de Internet).

4.1.3.1.8.3 Alojamiento de páginas institucionales

Se ofrece a Gremios, Departamentos, Grupos de Investigación y Servicios de la Facultad la posibilidad de alojar páginas institucionales en el portal de la UNAN FAREM Matagalpa (www.farematagalpa.unan.edu.ni).

4.1.3.1.8.4 Alojamiento de páginas personales

Se ofrece a todos los miembros de la Comunidad Universitaria (alumnos, docentes, investigadores, administrativos) la posibilidad de alojar su página personal en el portal de la UNAN FAREM Matagalpa (www.farematagalpa.unan.edu.ni) en formato de blog.

4.1.3.1.8.5 Aulas de informática (Laboratorios de Computación)

La función principal de los laboratorios de computación de la Facultad es servir de soporte tanto a las prácticas docentes tuteladas de los distintos planes de estudio como a la realización de prácticas personales por parte de los alumnos que tengan relación con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (acceso a Internet, correo electrónico institucional, búsquedas en Bases de Datos, manejo de

herramientas ofimáticas o de aplicaciones específicas, diseño gráfico, etc). A estos laboratorios pueden acceder los alumnos matriculados en la facultad.

También están a la disposición de los estudiantes de posgrado y de las personas inscritas en cursos de formación continua.

Los laboratorios de informática, gestionados por la unidad TIC de la facultad, pueden ser reservadas para las diferentes acciones formativas a través de los distintos sistemas desarrollados para este fin.

4.1.3.1.8.6 Aulas virtuales

Se ofrece a todos los miembros de la Comunidad Universitaria (alumnos, docentes, investigadores, administrativos) la posibilidad de crear y participar de los cursos virtuales en el portal de la UNAN FAREM Matagalpa (www.farematvirtual.unan.edu.ni). Asimismo, se ofertan cursos de formación continua al público en general.

4.1.3.1.8.7 Correo electrónico

La UNAN Managua proporciona a los miembros de la Comunidad Universitaria (Personal Docente e Investigador, Personal de Administración y Servicios) un servicio de correo electrónico institucional. Por medio de este servicio, dispondrán de una cuenta de correo electrónico accesible vía WEB (acceso recomendado para los usuarios móviles) y POP3. Las direcciones de correo son del tipo usuario@unan.edu.ni. Dicho sistema en alta disponibilidad posee filtros antivirus y antispam.

Aunque el correo institucional está centralizado en el recinto Rubén Darío, la función de la unidad TIC es gestionar la creación de correos con el SIU-DT, realizando un análisis previo de la necesidad de la cuenta institucional.

4.1.3.1.8.8 Formación (capacitación)

Se ofrece a los miembros de la Comunidad Universitaria la posibilidad de formarse en el manejo de aquellas herramientas o programas informáticos destinados a la docencia, investigación o uso de los servicios de red con que la universidad cuenta. En este sentido, se facilita la formación del Personal Docente e Investigador impartiendo una serie de cursos introductorios sobre aquellas materias

informáticas que son de uso común en el medio universitario, entre ellos la edición de páginas web, uso de plataforma Moodle, búsquedas de bases de datos, Perii, el funcionamiento del correo electrónico, etc. así como aquellos programas que por su funcionalidad puedan interesar en el ámbito docente. Se realizan por lo menos dos capacitaciones de este tipo por trimestre, como parte del POA institucional.

4.1.3.1.8.9 Foros

Se ofrece la posibilidad de alojar foros de debate en el sitio web de la facultad, o en su aula virtual. Es imprescindible leer la normativa antes de solicitar el alojamiento de un foro. Los foros son utilizados también por los distintos organismos o instituciones externas que soliciten el servicio.

4.1.3.1.8.10 Hospedaje de Software

La unidad TIC tiene un servicio consistente en ofrecer la posibilidad de instalar programas (software) adquirido por los propios investigadores, departamentos o grupos de investigación, en las computadoras de la Facultad. Debido a los permisos administrativos y políticas de instalación de software en la Facultad, la unidad TIC se dedica exclusivamente a este servicio. Asimismo, se ofrece la posibilidad de instalar y mantener servidores de licencias de software de uso compartido por uno o más departamentos, grupos de investigación, etc. Se trata de cubrir las necesidades de infraestructura (hardware, operación y mantenimiento) que a veces requieren algunos programas de cálculo científico, cuando los usuarios no cuentan con recursos propios en sus cubículos.

4.1.3.1.8.11 Listas de distribución de correo electrónico

Existen una serie de listas de distribución generales y temáticas a disposición de la comunidad universitaria, de interés para dichos usuarios. Estas listas son utilizadas para la divulgación masiva de información relevante o de emergencia.

4.1.3.1.8.12 Revista Científica Tecnológica (RECIENTEC)

RECIENTEC (Revista Científica Tecnológica) es una revista científica digital diseñada para que el sitio de la revista de la Facultad integre información generada por distintos autores (profesores, administrativos, alumnos, departamentos, servicios, etc.), automatice e indexe el proceso de edición de la revista digital.

Para ello, se utiliza la plataforma OJS (Open Journal System) en su versión 3. Puede accederse a ella a través del enlace www.revistarecientec.unan.edu.ni.

4.1.3.1.8.13 Servicios de Soporte técnico y comunicaciones

La unidad TIC asume, en general, la atención y resolución de consultas o peticiones relacionadas con:

- Las computadoras: Adquisición, Instalación de equipos, Instalación de paquetes legalmente adquiridos: Cualquier usuario de la comunidad Universitaria puede utilizar los productos especificados en los Acuerdos y Licencias Vigentes en la institución (antivirus, paquetes de ofimática).
- Las incidencias producidas en el uso de computadoras y redes:
 - Problemas de funcionamiento en general. Se excluyen las averías físicas de los equipos que están cubiertas por la garantía del proveedor. Los equipos de escritorio y portátiles que ya no tienen garantía, son revisadas por el responsable de mantenimiento.
 - Se atienden también la mayoría de activos de la facultad que tengan problemas electrónicos.
 - Problemas con los programas, tanto de los paquetes (entorno Microsoft fundamentalmente) como de las aplicaciones institucionales de gestión.
- Las redes de voz y datos:
 - Altas, traslados, de líneas o equipos,
 - Averías,
 - Cambios de categoría.

4.1.3.1.8.14 Videoconferencia

Se ofrece a la comunidad universitaria un Servicio de Videoconferencia a través de la red de comunicaciones de la universidad (videoconferencia y multiconferencia a través de IP). Para ello se disponen equipos Cisco TelePresence y Polycom.

4.1.3.1.8.15 Transmisión de Video en Red (streaming)

Se ofrece a la comunidad universitaria un Servicio de Transmisión de Video a través de la red de Comunicaciones de la Universidad, sobre IP basado en transmisión "multicast", que optimiza el uso del ancho de banda disponible, o bien,

donde ello no es posible, en transmisión "unicast", usándose herramientas compatibles con los estándares más actuales.

4.1.3.2 Infraestructura de red en UNICAM La Dalia

4.1.3.2.1 Caracterización de la red

Dado que la UNAN Managua no tiene un recinto propio en este sitio, a través de un convenio con la alcaldía de la municipalidad se ha facilitado a la Universidad un conjunto de aulas en el Colegio 14 de septiembre del municipio de La Dalia. El convenio establece que la Universidad podrá disponer de las aulas para poder desarrollar las clases, los días viernes, sábados y domingos.

Por otro lado, la red debe estar disponible para las actividades curriculares del colegio. Esto implica garantizar una conexión cableada en la oficina del/la directora(a) del centro.

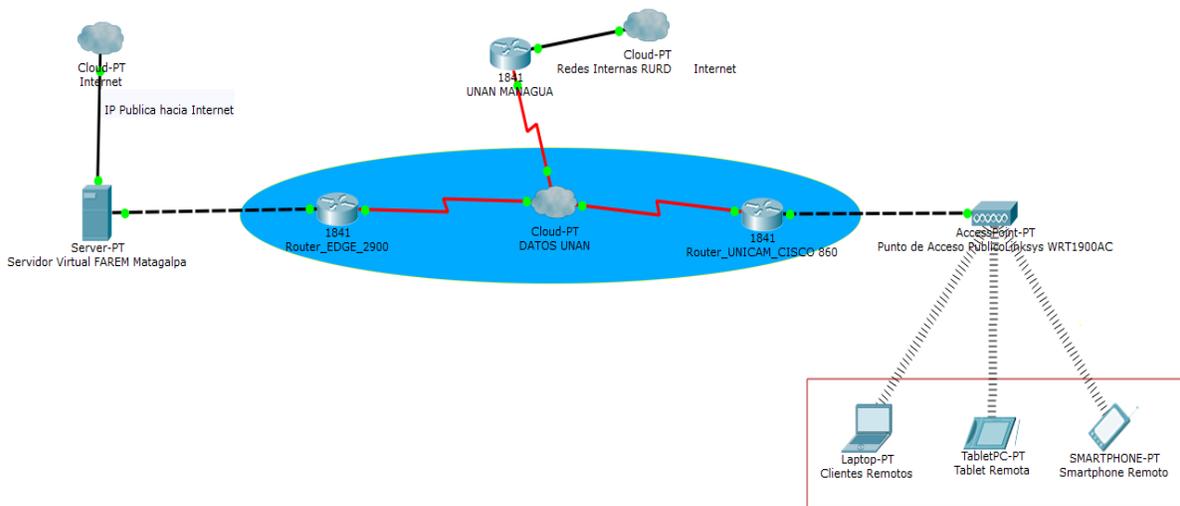
Ante estas condiciones, la red de UNICAM en la Dalia es una red diseñada fundamentalmente para la transmisión de datos, por lo que no existe una conexión directa a internet.

Se ha definido un prefijo de red /25 para atender a un máximo de 125 clientes simultáneos en este recinto.

El servicio de enlace de datos es proveído por el ISP Claro, a través de un enlace de fibra óptica. El contrato establece un ancho de banda de 10 Mbps, cuyo Gateway se encuentra en los nodos del proveedor.

La siguiente topología de red, representa la forma en que la red del sitio remoto establece comunicación con las redes de datos de UNAN Managua. Es necesario recalcar que esta topología está normalizada en todos los sitios, es decir, la topología es la misma en todos los casos:

Ilustración 13: Topología lógica de red en UNICAM La Dalia



Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

Los equipos prácticamente iguales en los todos los sitios remotos:

4.1.3.2.2 Dispositivos en la red

La infraestructura de red básica en el sitio de UNICAM La Dalia está compuesto de los siguientes dispositivos:

Tabla 8: Dispositivos de red en UNICAM La Dalia

Cantidad	Dispositivo	Descripción	Función
1	ODF	LUMEN TELECOM Wall Mount Fiber Box	Punto de entrega de fibra desde el Proveedor.
1	Switch de demarcación	RAD ETX-1. 4 pt Gigabit, 2 SFP	Con la ayuda de un transceptor convierte la señal de luz de la bira a una señal digital, para luego ser enviada aun router.
1	Router Inalámbrico	Linksys WRT1900AC	Punto de acceso inalámbrico para los clientes. Se administra de manera remota. Servidor DHCP

Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

Se presenta la siguiente evidencia del cuarto (la oficina del director del colegio 14 de septiembre), donde se recibe el servicio de internet, así como los equipos disponibles.

Ilustración 14: Equipos de red en UNICAM La Dalia



Fuente: Foto propia, tomada durante una visita al sitio.

Las imágenes anteriores muestran a la izquierda la oficina de dirección del colegio 14 de septiembre, donde el ISP colocó la Splitter box de fibra (ODF), así como el Switch de delimitación ETX-1, ambos empotrados en la pared.

Estos equipos no tienen ningún tipo de resguardo más que la presencia del director. Afortunadamente, no es un cuarto de acceso público, pero la imagen de la izquierda evidencia que al ser la oficina más “segura” del colegio también es utilizada como bodega para almacenar otros equipos; de béisbol en el caso del saco que aparece en la imagen.

La imagen de la derecha por su parte, muestra el router inalámbrico Linksys WRT1900AC que emite señal inalámbrica a los usuarios de la red.

Este equipo está oculto bajo el cielo raso en una de las aulas del colegio. Ha sido ubicado allí por la posición estratégica del aula, que permite emitir una señal omnidireccional a la mayoría del colegio; evitando la manipulación de los usuarios finales. Tiene una batería conectada en caso de fallos de energía.

4.1.3.2.3 Conexión a internet

La conexión directa a internet desde UNICAM es inexistente. Sin embargo, el equipo de administración de redes de la UNAN Managua y la FAREM Matagalpa, se las ha ingeniado para lograr hacer llegar el servicio de internet hacia la locación.

El segmento de red de la WAN de datos disponible se encuentra en el mismo segmento de subred que el enlace WAN de la FAREM Matagalpa, por lo que se dispone de dos gateways configurados: el primero es para las comunicaciones hacia la red de datos de UNAN Managua, donde se enruta todo el tráfico de datos institucionales (acceso a SIGI u otros servicios web institucionales, principalmente).

El segundo Gateway es el Gateway predeterminado; utilizado para todas las peticiones no institucionales, como internet, por ejemplo. En este Gateway se recibe el tráfico de peticiones DNS. Y se establecen las rutas con salida a internet.

Para resolver las peticiones de conexión a internet, se sigue el siguiente algoritmo:

- 1) Se realiza una petición desde el cliente (dispositivo final).
- 2) Si es una petición DNS (www.unan.edu.ni, por ejemplo), el tráfico se enruta hacia el router de la FAREM Matagalpa.
- 3) El router tiene establecidas las rutas internas de la UNAN Managua, y tiene como Gateway de último recurso un servidor proxy de la FAREM Matagalpa. El router toma el tráfico desde los clientes (en este ejemplo DNS) y lo reenvía hacia el Servidor proxy.
- 4) El servidor proxy incorpora un DNS Forwarder que contiene todas las resoluciones DNS de la UNAN Managua tanto para las redes públicas, como las de la red de datos. Ahí se resuelve el nombre del dominio a una dirección IP y se reenvía la respuesta al cliente.
- 5) Una vez el cliente tiene la dirección IP a la que desea establecer una comunicación, las peticiones de tráfico son dirigidas a su Gateway (el router de FAREM Matagalpa).
- 6) Esta vez, como no son peticiones DNS, el router ya tiene definidas las rutas para llegar a cualquiera de los servicios de UNAN Managua. Si la IP destino

no está definida en su tabla de enrutamiento, el tráfico se enruta hacia el servidor proxy de la FAREM Matagalpa nuevamente.

- 7) El router enruta el tráfico de red a través del Gateway del proveedor hacia la red de datos de UNAN Managua.
- 8) En caso de que el tráfico no sea dirigido hacia las redes internas de UNAN Managua, sino hacia internet (www.google.com.ni, por ejemplo), se realizan los pasos del 3 al 6 y luego ocurre lo siguiente:
- 9) El proxy recibe el tráfico desde el router y analiza su destino. Para ello ocupa una serie de restricciones
- 10) Si el destino es hacia la DMZ (Zona desmilitarizada) de la FAREM Matagalpa (sitio web, aulas virtuales, revistas científicas, sistemas internos), el tráfico se reenvía a la DMZ, respectivamente.
- 11) Si el tráfico es dirigido hacia internet, se pasa a través de un proxy transparente que realiza funciones de Filtrado Web y luego se envía hacia internet.

4.1.3.3 Infraestructura de red en UNICAM Waslala

4.1.3.3.1 Caracterización de la red

Al igual que en el caso del sitio en La Dalia, la UNAN Managua no tiene un recinto propio en Waslala, en este caso en particular el convenio de espacios no se establece con la alcaldía, sino directamente con el Instituto Técnico de Waslala “Madre Tierra”. Si bien el programa –UNICAM– recibe financiación de la municipalidad para los costos de la función docencia en la universidad, se mantiene al margen respecto a la locación (Laguna Gámez, 2017).

En este caso el convenio establece que la Universidad podrá disponer de las aulas para poder desarrollar las clases siempre que los necesite, independiente del día.

Por otro lado, la red debe estar disponible para las actividades curriculares del colegio. Esto implica garantizar una conexión cableada en la oficina del/la directora(a) del centro.

Siguiendo diseño topológico utilizado en la red de UNICAM en la Dalia, la red de UNICAM Waslala es prácticamente igual a la red de La Dalia, con la única diferencia en que interviene un dispositivo de red más que en la topología de La Dalia.

Al igual que en el caso anterior, se ha definido un prefijo de red /25 para atender a un máximo de 125 clientes simultáneos en este recinto.

El servicio de enlace de datos es proveído por el ISP Claro, a través de un enlace de fibra óptica.

Al igual que en La Dalia, el contrato establece un ancho de banda de 10 Mbps, cuyo Gateway se encuentra en los nodos del proveedor.

4.1.3.3.2 Dispositivos en la red

La infraestructura básica de red en UNICAM Waslala, posee los mismos elementos que la infraestructura de La Dalia, siendo la principal diferencia la inclusión de un router de borde brindado por el proveedor, en este caso un router Cisco ISR 860 Series:

Tabla 9: Dispositivos de red en UNICAM Waslala

Cantidad	Dispositivo	Descripción	Función
1	ODF	LUMEN TELECOM Wall Mount Fiber Box	Punto de entrega de fibra desde el Proveedor.
1	Switch de demarcación	RAD ETX-1. 4 pt Gigabit, 2 SFP Mini GBIC	Con la ayuda de un transceptor convierte la señal de luz de la bira a una señal digital, para luego ser enviada aun router. Transceptor Fibra Multimodo a Gigabit.
1	Router ISR	Cisco 860 ISR Series, con ZBFW (Firewall Basado en zona). Conexiones Gigabit	Enruta todo el tráfico hacia el nodo de datos perteneciente a la FAREM Matagalpa. Enruta tráfico DNS hacia Nodo FAREM Matagalpa. Servidor DHCP.
1	Router Inalámbrico	Linksys WRT1900AC	Punto de acceso inalámbrico para los clientes. Se administra de manera remota.

Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

Estos son los equipos que “pertenecen” a la infraestructura de red, aunque son prácticamente provistos por el ISP. Los dispositivos finales no se incluyen en esta descripción.

Sí es importante mencionar que en esta locación existe un laboratorio de computación que tiene 15 computadoras de escritorio. A esto deben anexarse los dos dispositivos existentes en la oficina de dirección del Instituto Técnico de Waslala, de la Fundación Madre Tierra y los dispositivos móviles que se conectan a la red inalámbrica.

Las siguientes fotografías evidencian los equipos utilizados en UNICAM Waslala:

Ilustración 15: Dispositivos de red en UNICAM Waslala



Fuente: Foto propia, tomada durante una visita al sitio.

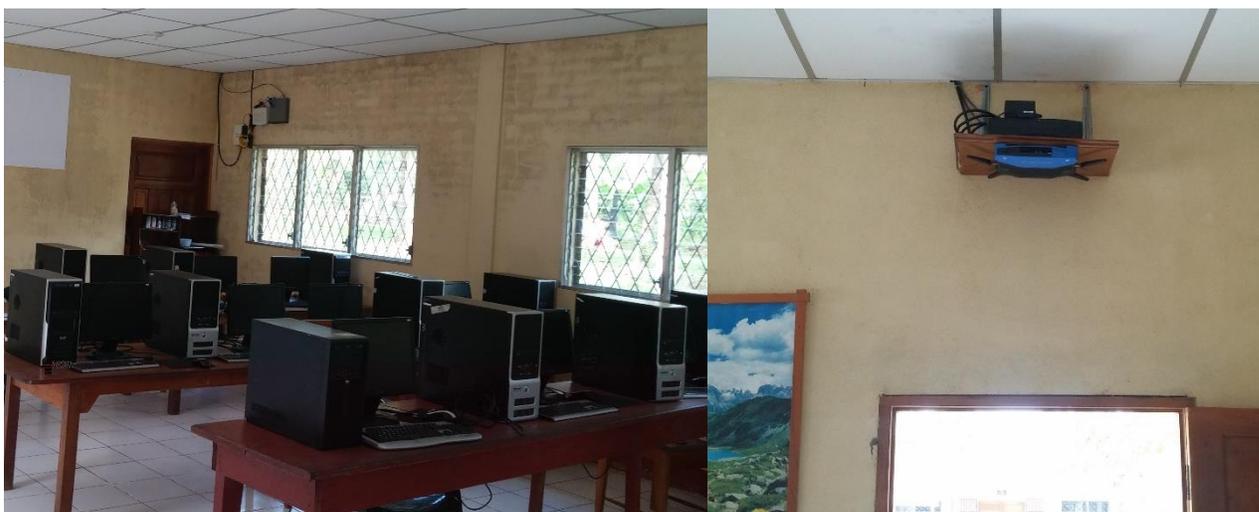
En la ilustración 15 se pueden apreciar claramente los dispositivos de red en el empotrados en la pared del laboratorio de computación del Instituto técnico de Waslala.

A la izquierda se aprecia el ODF, el Switch de demarcación ETX se muestra al centro. En el extremo derecho se puede apreciar el router de borde provisto por el ISP. En medio se aprecia el tomacorriente, conectado debidamente a un polo a tierra.

No obstante, como también es evidente en la fotografía, no se cuenta con equipo de respaldo energético que respalde los equipos ante fallos energéticos, volviéndolos susceptibles a daños o a pérdidas de configuraciones.

En la esquina superior izquierda, se aprecia la entrada de la fibra por una mufa hasta el cielo raso del laboratorio. Se aprovecha esta misma mufa, para sacar un cable STP Cat 6 hacia el Linksys WRT1900AC ubicado en otra zona del Instituto.

Ilustración 16: Ubicación de los dispositivos de red en UNICAM Waslala



Fuente: Foto propia, tomada durante una visita al sitio.

Como puede apreciarse en la parte izquierda de la ilustración, se tiene un primer plano del laboratorio de computación con los equipos de internet al fondo del salón.

A la derecha se observa al Linksys WRT1900AC ubicado en una zona estratégica para garantizar la cobertura inalámbrica. Se aprecia sobre la repisa en la que está ubicado, una batería de respaldo energético TrippLite.

Se ubica allí para garantizar la mejor cobertura posible a los espacios comunes del Instituto (principalmente una pequeña plaza pública).

4.1.3.3 Conexión a internet

Como en el caso de La Dalia, no existe conexión directa a internet desde UNICAM Waslala. Para lograr una conexión a internet, se hace uso del algoritmo explicado en el apartado de UNICAM La Dalia.

4.1.3.4 Infraestructura de red en UNICAM Río Blanco

4.1.3.4.1 Caracterización de la red

En UNICAM Río Blanco la universidad tampoco tiene un espacio propio por lo que para realizar sus actividades académicas ocupa espacio en el instituto Rubén Darío del municipio de Río Blanco. La universidad brinda sus clases únicamente los fines de semana (sábados y domingos) (Laguna Gámez, 2017).

La universidad depende de tres pabellones para ejercer la práctica docente, pero debido a la distancia entre ellos (un pequeño espacio arborizado inclusive) no se ha ubicado un punto de acceso inalámbrico en el centro. Más bien, se ha garantizado un espacio en común donde los usuarios puedan conectarse en su tiempo libre o de investigación.

Al igual que en las demás sedes, el ancho de banda disponible es de 10 Mbps. Es un enlace de datos hacia la red de UNAN Managua. La particularidad en este caso es que el segmento de subred WAN no se encuentra en el mismo segmento de subred del nodo de la FAREM Matagalpa.

La red LAN es una subred LAN de prefijo /25, suficiente para 125 clientes conectados.

4.1.3.4.2 Dispositivos en la red

La infraestructura de red básica en el sitio de UNICAM Río Blanco está compuesto de los siguientes dispositivos:

Tabla 10: Dispositivos de red en UNICAM Río Blanco

Cantidad	Dispositivo	Especificaciones	Función
1	ODF	CANOVATE on RACK, 11 SFP	Punto de entrega de fibra desde el Proveedor.
1	Switch de demarcación	RAD ETX-1. 4 pt Gigabit, 2 Mini GBIC	Con la ayuda de un transceptor convierte la señal de luz de la fibra a una señal digital, para luego ser enviada a un router. Transceptor Fibra Multimodo a Gigabit.
1	Router Inalámbrico	Linksys WRT1900AC	Punto de acceso inalámbrico para los clientes. Se administra de manera remota.

Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

Como se puede notar a simple vista, los dispositivos son exactamente los mismos utilizados en la infraestructura de red de UNICAM La dalia.

Es importante mencionar que este es el único sitio que tiene un Wall Mount Rack de 10 RU (Unidad Rack). Sin embargo, su estado es deplorable, como puede apreciarse en la ilustración 17:

Ilustración 17: Dispositivos de red en UNICAM Río Blanco



Fuente: Foto propia, tomada durante una visita al sitio.

Se puede observar la capa de polvo acumulada en el fondo del rack debido a que los extractores de aire del rack no están funcionando. Sobre el ODF también se puede apreciar una gruesa capa de polvo acumulado en tres meses desde la última vez que se abrió el gabinete.

En ese espacio se encuentran también alrededor de 12 equipos de cómputo propiedad del colegio. El cableado para cada uno de los equipos ya existe, etiquetado con masking tape.

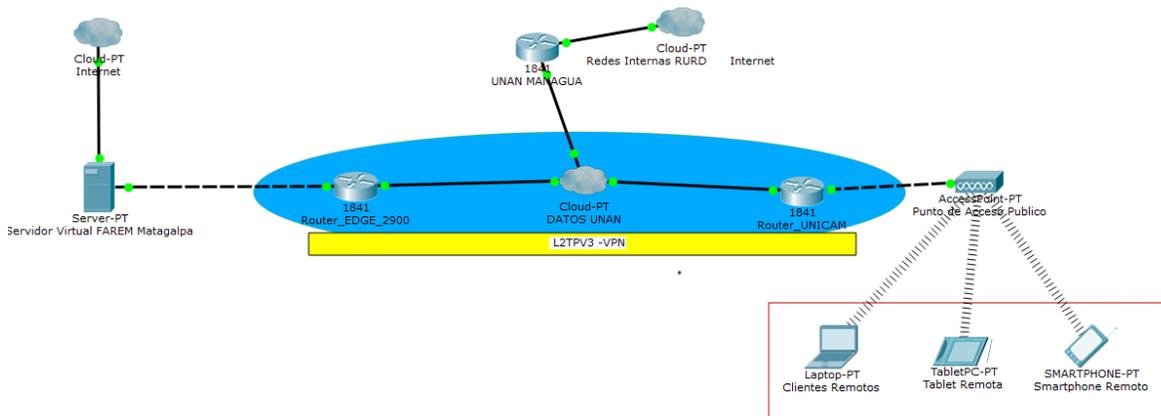
Sin embargo, ante la ausencia de un switch para todos los equipos, se garantiza la conexión cableada para tres equipos y uno en la dirección del colegio.

4.1.3.4.3 Conexión a internet

La conexión a internet en el caso del sitio en Río Blanco, es algo complicado. Puesto que el Gateway de datos no se encuentra en el mismo segmento de red que el nodo de la FAREM Matagalpa, y se realizan al menos dos saltos (inter-routing) antes de llegar al router de FAREM Matagalpa, se hizo necesaria utilizar conexiones L2TPv3 para poder enrutar todo el tráfico desde el sitio hacia internet.

La siguiente topología explica de alguna forma la manera en que está configurado L2TPv3 en el sitio remoto. Las IP expresadas en la topología no son las reales, sino de referencia:

Ilustración 18: Topología de red en UNICAM Río Blanco



Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

Al no poder establecer un Gateway de último recurso para todas las peticiones hacia internet, es necesario instalar un cliente VPN en el router del sitio remoto que le permita, a través de un túnel, conectar todos los dispositivos del sitio como si estuviesen conectados en una de las múltiples redes LAN de la FAREM. Es una solución efectiva que garantiza no solo la conectividad de los clientes, sino también la administración remota efectiva de todos los dispositivos.

El problema radica en que, ante la falta de infraestructura tecnológica, toda la carga depende el Linksys WRT1900AC, un dispositivo que hace función de router, cliente VPN y Access Point, lo que supone demasiada carga para un equipo de este tipo.

4.1.3.5 Infraestructura de red en UNICAM Mulukukú

4.1.3.5.1 Caracterización de la red

La infraestructura de red en UNICAM Mulukukú es funcionalmente la misma que en UNICAM Waslala, por lo que no se darán mayores detalles sobre la misma.

En este sitio, la UNAN Managua tiene a su disposición el colegio José Dolores Estrada para ejecutar la función docencia todos los fines de semana (viernes, sábados y domingos) (Laguna Gámez, 2017).

La conexión a este sitio es un enlace de datos (no hay salida directa a internet) con un ancho de banda de 10 Mbps. La particularidad en este sitio es que, a diferencia de los otros tres sitios (La Dalia, Waslala y Río Blanco), debido a la distancia y la carencia de infraestructura de red por los proveedores, el enlace se realiza vía microondas, utilizando para ello una torre de 10 metros.

Sí es importante recalcar que de los cuatro sitios en que UNICAM dispone de infraestructura de red, este es el más vulnerable, primero por la precaria situación del local en que se encuentra ubicada; una escuela muy antigua que, además de ser una escuela pública, sirve de sede municipal para el Ministerio de Educación (MINED) y de universidad.

Por otro lado, además del evidente problema de seguridad de los dispositivos, existe un problema energético serio que, según actividad monitoreada, en el sitio se ha llegado a pasar hasta una semana sin energía eléctrica, lo que supone un riesgo inminente de daño de la infraestructura tecnológica y de pérdida de la configuración de los equipos.

Finalmente, se tienen registro de que al menos una vez en el año 2017, a causa de apagones la configuración de los equipos se perdió (obviamente también la capacidad de administración remota), por lo que se tuvo que organizar un viaje exclusivamente para reconfigurar los equipos, viaje que toma prácticamente un día de trabajo con viajes desde la FAREM hasta el lugar.

4.1.3.5.2 Dispositivos en la red

En este sitio, al igual que en UNICAM Waslala, el ISP ha provisto un router ISR que establezca la conexión del enlace, que en esta ocasión no es a través de fibra óptica, sino a través de enlace microondas.

Tabla 11: Dispositivos de red en UNICAM Mulukukú

Cantidad	Dispositivo	Especificaciones	Función
1	Router ISR	Cisco 860 ISR Series, con ZBFW (Firewall Basado en zona). Conexiones Gigabit	Enruta todo el tráfico hacia el nodo de datos perteneciente a la FAREM Matagalpa. Enruta tráfico DNS hacia Nodo FAREM Matagalpa. Servidor DHCP.
1	Router Inalámbrico	Linksys WRT1900AC	Punto de acceso inalámbrico para los clientes. Se administra de manera remota.

Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

4.1.3.5.3 Conexión a internet.

La conexión a internet se realiza prácticamente de la misma manera que en los sitios de La Dalia y Waslala, utilizando el router de la FAREM Matagalpa como Gateway predeterminado permitiendo así la conectividad desde el sitio hacia internet y hacia la red de datos de la UNAN Managua. La particularidad, como se ha comentado es la conexión a través de microondas.

Ilustración 19: Torre con antena en UNICAM Mulukukú



Fuente: Foto propia, tomada durante una visita al sitio

4.1.3.6 Análisis de la infraestructura de red en UNICAM

Después de caracterizar brevemente cada uno de los sitios, se considera necesario crear un marco de referencia para la comparación de los distintos sitios, es decir, una forma de clara de percibir las similitudes y diferencias entre los sitios, su infraestructura y conectividad.

En términos generales la infraestructura actual de la red en los sitios de UNICAM, está compuesta por al menos 6 computadoras personales conectadas por cable UTP, 1 servidor, 4 baterías UPS de respaldo, 4 enrutadores inalámbricos, 2 enrutadores de servicios integrados (ISR), un router de borde y con un ancho de banda en conjunto de 50 Mbps, (10 en cada sitio y 10 en el recinto Mariano Fiallos Gil).

La red LAN es utilizada por el personal académico y administrativo, mediante el uso de los equipos conectados a través del cableado distribuido entre los cuatro sitios remotos, con el fin de utilizar los servicios que se ofrecen en la red tales como: sistemas en red, base de datos, impresiones, videoconferencias y acceso a internet.

La red cuenta con un servidor que ofrece el servicio de proxy SQUID transparente y de DNS Forwarder, filtrado web y reglas de firewall.

Tabla 12: Tabla comparativa de la infraestructura de red existente en los distintos sitios de UNICAM

Ítem	Descripción	La Dalia	Waslala	Mulukukú	Río Blanco
Dispositivos Intermediarios					
ODF	Wall Mount Fiber Box	X	X		
ODF	CANOVATE on RACK.				X
Switch de demarcación	RAD ETX-1	X	X		X
Router ISR	Cisco 860 ISR		X	X	
Router Inalámbrico	Linksys WRT1900AC	X	X	X	X
Dispositivos Finales					

Computadoras	Clientes con conexión cableada	X	X	X	X
Dispositivos inalámbricos	Laptops, Smartphones, u otros.	X	X	X	X
Conectividad hacia enlace de Datos					
Fibra Óptica		X	X		X
Microondas				X	
Ancho de banda		10Mbps	10Mbps	10Mbps	10Mbps
Max. Clientes conectados		125	125	125	125
Respaldo energético					
Polarización en toma corrientes		X	X		
Existe UPS ante fallos		X	X	X	X
Cableado					
STP cat 6	Cableado interno	X	X	X	X

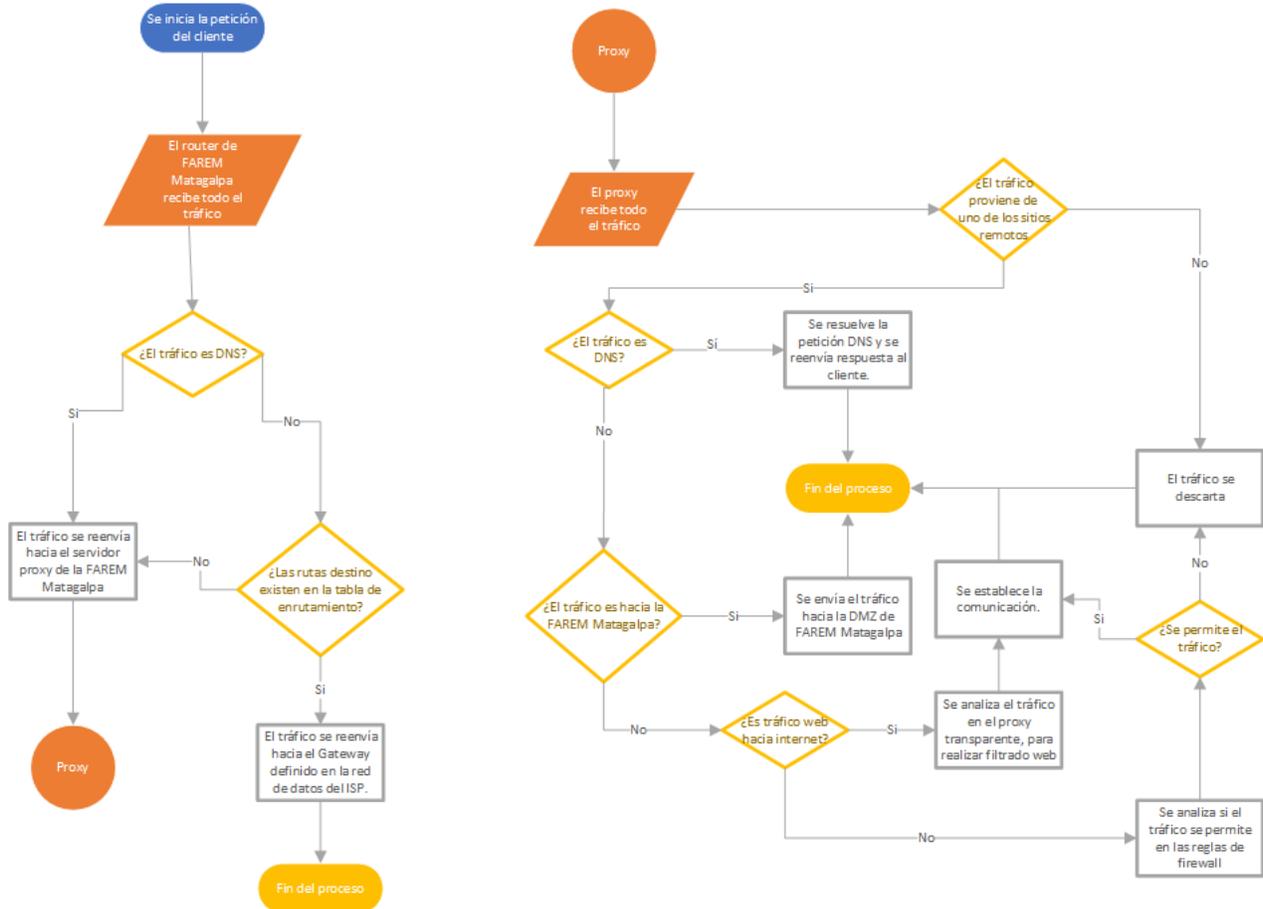
Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la información recopilada.

La tabla anterior ayuda a comprender un poco la infraestructura de red existente en los sitios de UNICAM. La “X” simboliza la existencia de la infraestructura en cada uno de los sitios. Como se aprecia en la tabla también se contemplan aspectos como la conectividad, el grupo electrógeno o el cableado en los sitios.

Como la infraestructura de red es mínima y se cuenta apenas con los dispositivos necesarios para los enlaces hacia el recinto central, no se incluye por ejemplo el cableado estructurado, ya que es inexistente en todos los sitios. Si se evidencia que todas las conexiones hacia las oficinas o laboratorios se realizan con cable STP Categoría 6 apantallado de 23 AWG, con hilo de drenaje, Riser Rated (CMR).

Por otro lado, hablando también de la conectividad disponible, la tabla explica si se realizan las conexiones vía microondas o fibra óptica. La siguiente ilustración muestra la manera en que se garantiza la conexión lógica en los sitios:

Ilustración 20: Algoritmo de conexión de los sitios de UNICAM



Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de información recopilada.

Este algoritmo de conectividad es válido para los sitios de UNICAM La Dalia, Waslala y Mulukukú.

Como se abordó en el apartado de UNICAM Río Blanco, este sitio tiene un modelo de conexión particular, que hace que todos los clientes se conecten como si estuvieran dentro de cualquiera de las LAN del recinto Mariano Fiallos.

El servidor que se encarga del enrutamiento de todas las redes de UNICAM es un servidor basado en FreeBSD (El proyecto FreeBSD, 2017), sistema operativo de código abierto de la familia de UNIX, que ofrecen un alto rendimiento (incluso utilizado por marcas comerciales de renombre como Sophos o Fortigate) en la menor cantidad de hardware posible.

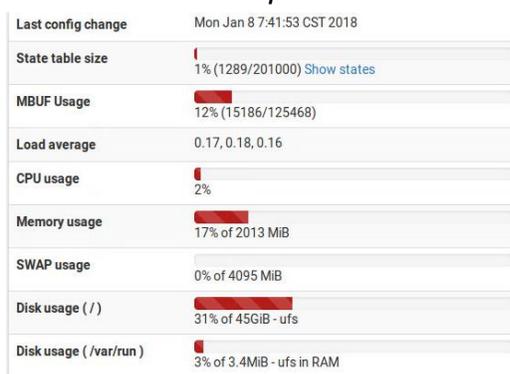
El servidor no utiliza FreeBSD puro, sino una de sus más potentes y ligeras distribuciones llamado PfSense (PfSense, 2017).

Algunas de las principales ventajas del uso de este sistema es que además de poseer licencia FreeBSD (es decir, es opensource), incorpora funcionalidades como:

- Firewall
- Network Address Translation (NAT)
- Balanceo de carga (Multi-WAN)
- VPN, que puede ser desarrollada en IPsec, OpenVPN y en PPTP
- Servidor PPPoE
- Captive Portal – Wi-Fi Hotspot
- Servidor DNS
- Servidor DHCP
- Backup fácil y rápido de gestionar
- Interfaces intuitivas
- Gestión de DMZ
- Fácil instalación de paquetes IPS (Snort, por ejemplo), Squid, SquidGuard, MailScanner, Asterisk...

La siguiente imagen evidencia que a pesar de tener muy pocas características de hardware, el equipo (que por cierto es una máquina virtual que trabaja sobre VmWare ESXi 6.0) trabaja de manera cómoda:

Ilustración 21: Rendimiento en tiempo real del servidor de UNICAM



Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

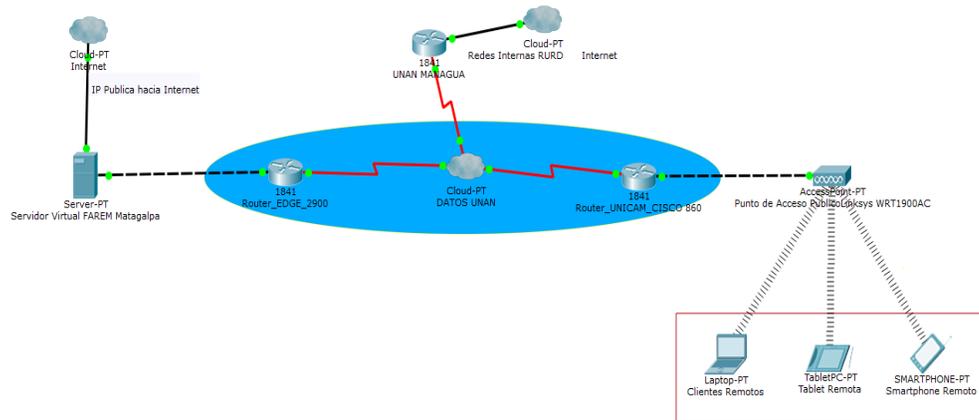
Como se aprecia en la ilustración 21, apenas el 1% de la capacidad de la tabla de enrutamiento está siendo utilizada, el procesador es doble núcleo a 2.4 GHZ, pero solo se utiliza el 2% de su capacidad. Con respecto a la memoria, la máquina virtual tiene asignado 2GB de Memoria RAM, de los cuales son utilizados solo el 17% en un día de trabajo normal.

El disco duro es el que más se maltrata ya que se tiene activa la función de guardado de LOGS. Actualmente (en enero de 2018) el disco está lleno a un 31% de su capacidad, tras almacenar los últimos ocho meses de registros y eventos.

Según (Selva Ochoa, 2017), estos registros se limpian anualmente, así que se puede deducir que su capacidad de almacenamiento anual no supera los 30GB de los 50 GB de almacenamiento que son dedicados a esta máquina virtual.

Todos los sitios remotos tienen una topología de red prácticamente igual:

Ilustración 22: Topología lógica en los sitios de UNICAM



Fuente: Área TIC FAREM Matagalpa, (Selva Ochoa, 2017)

La diferencia, como se explicó en el apartado correspondiente, radica en el sitio de Rio Blanco, donde para establecer la comunicación con el nodo de la FAREM, se realiza a través del protocolo L2TPv3.

Una vez queda claro el estado actual de la infraestructura de red, se procede a la identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red.

4.1.4 Requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011

Este apartado pretende determinar los requerimientos de los servicios de red utilizando la deducción a partir de los datos recopilados en los instrumentos de evaluación del servicio de red que se proporciona en los distintos sitios.

Debido a la alta frecuencia de fallos mostrado en el monitoreo de las redes remotas, se ha empezado a dudar si es realmente necesario mantener la infraestructura, o buscar otras soluciones.

Conscientes del problema y del inminente crecimiento de la población estudiantil año con año, así que desde el año 2016 se decidió implementar la infraestructura de red básica para poder brindar los servicios de red administrativos y académicos en cada uno de los sitios.

Para este apartado, se hace énfasis principalmente en dos aspectos, que son:

- a) Los requerimientos de los servicios de red que necesitan los usuarios.
- b) Los requerimientos de los servicios de red según ITIL 2011.

4.1.4.1 Requerimientos de los servicios de red, según los usuarios.

Naturalmente, no se puede consultar a los usuarios sobre los requerimientos del servicio de red, puesto que son aspectos muy técnicos y más teniendo en cuenta al segmento especial de población al que está dirigido este estudio, es decir, usuarios de zonas rurales, que cuentan con competencias digitales claramente más limitadas que la población de las urbes del país.

Los datos presentados a continuación, son la síntesis de la evaluación de requerimientos de los usuarios realizados en las cuatro sedes con infraestructura de red de UNICAM (Waslala, Río Blanco, La Dalia y Mulukukú). Se toman todos en conjunto pues se evalúa la red como un todo, y no como cuatro redes distintas.

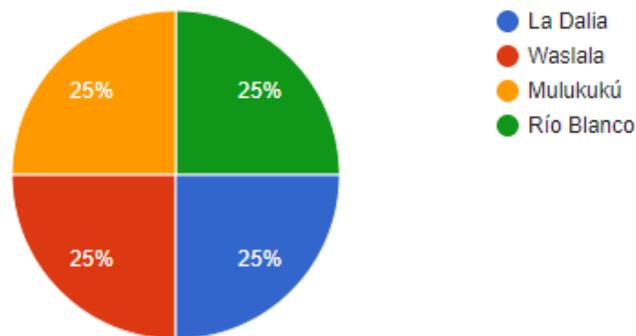
Para la elaboración de los gráficos mostrados a continuación se ha usado la ayuda de Google Forms (Google, 2018), útil herramienta que facilita el análisis de datos estadísticos y a la que los usuarios han tenido acceso durante un fin de semana.

Como primer dato estadístico se ha decidido garantizar que la muestra de datos sea distribuida equitativamente para evitar errores estadísticos. El siguiente gráfico constata la uniformidad de la muestra de datos en los distintos sitios, con un 25% en cada una de las locaciones:

Gráfico 1: Distribución de usuarios encuestados por sitio

Seleccione el municipio al que pertenece

96 responses



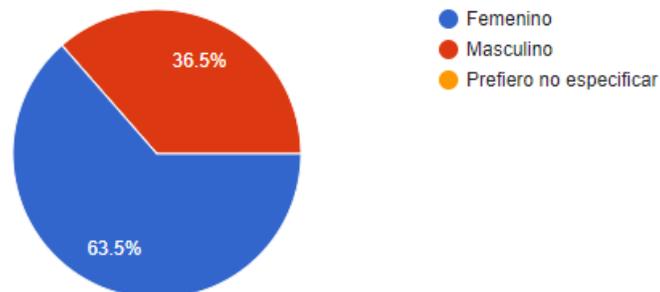
Fuente: Analytics de Google Forms

Como dato adicional a este estudio, se decidió consultar sobre el género de los usuarios de la red tal como muestra el siguiente gráfico:

Gráfico 2: Género de los usuarios de la red de UNICAM

Seleccione su sexo

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

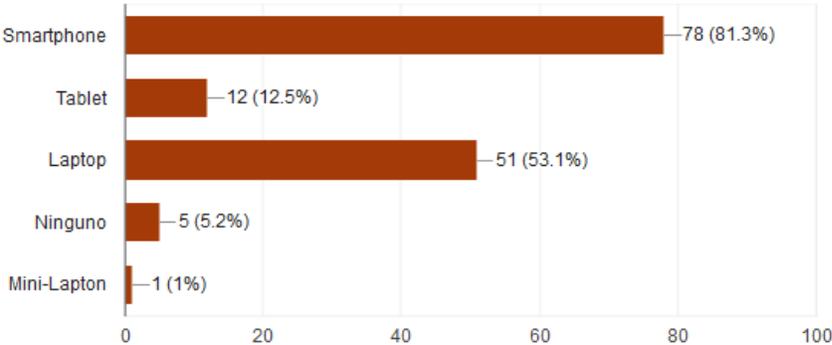
Como se demostró, el 63.5% de los usuarios de la red son mujeres y sólo el 36.5% corresponden a varones. Este dato sirve para demostrar que el grupo demográfico más beneficiado con el servicio de red son las mujeres de las zonas rurales.

4.1.4.1.1 Dispositivos de los usuarios

Una vez se han identificado los usuarios, su género y procedencia se determinaron los principales elementos de la red de UNICAM, por parte de los usuarios. Para ello, se dispuso una pregunta de selección múltiple donde los usuarios debían elegir los dispositivos con los que se conectan regularmente a la red. La siguiente gráfica muestra los resultados obtenidos:

Gráfico 3: Dispositivos que utilizan los usuarios de red en UNICAM

¿Qué dispositivos trae consigo regularmente para conectarse a la red?
96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

El gráfico muestra que la mayor parte de los usuarios (el 81.3%) utiliza los smartphones para conectarse a la red. Datos interesantes que muestra esa gráfica es que se demuestra que en la red de UNICAM hay al menos 51 computadoras portátiles (laptops) y una minilaptop. Este porcentaje (el 53.1%) indica que hay un poder adquisitivo de tecnología en los usuarios de la red.

Esto podría explicarse porque en varias de estas zonas del campo hay usuarios mayores que trabajan y no son exclusivamente jóvenes como ocurre en la mayoría de facultades urbanas. Existen también usuarios que no tienen dispositivos para

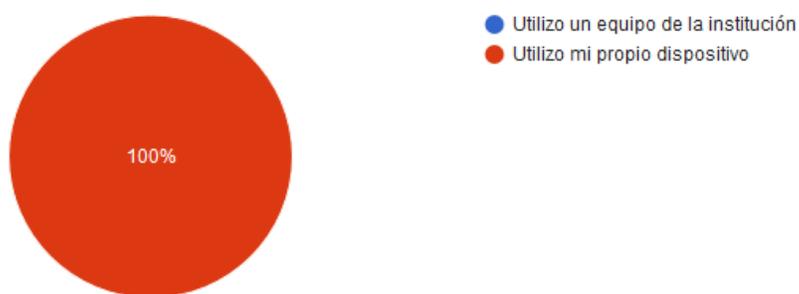
conectarse a la red (el 5.2%), lo que evidencia la variedad de capacidades adquisitivas de los usuarios en los sitios.

Continuando con los dispositivos finales disponibles en los sitios se consultó sobre la propiedad de los dispositivos, es decir, si los dispositivos son de los usuarios (práctica BYOD - Bring Your Own Device) o los provee la institución:

Gráfico 4: Situación de BYOD en UNICAM

Quando se conecta a Internet, ¿qué dispositivo utiliza?

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

El gráfico 4 es contundente: todos los usuarios afirman llevar su propio dispositivo para conectarse a la red. La predominancia de BYOD en las sedes evidencia un conjunto de Fortalezas y Debilidades que acarrea el servicio de red.

Entre las ventajas es que representa un alto ahorro de costos a la institución al no tener que proporcionar un espacio físico completamente equipado para atender a los usuarios, sino que los estudiantes y maestros utilizan sus propios dispositivos, lo que mejora su efectividad y confort gracias a que utilizan el dispositivo día a día.

Una de las principales desventajas es que la infraestructura de red (principalmente inalámbrica) debe ser capaz de lidiar con los volúmenes de ancho de banda que generan todos estos usuarios, además de que las políticas de seguridad y de uso de aplicaciones se vuelve un trabajo tedioso.

También debe considerarse que la mayor parte de dispositivos son smartphones lo que indica también que la mayoría de aplicaciones utilizadas son principalmente multimedia, lo que se resume en mayor consumo de ancho de banda.

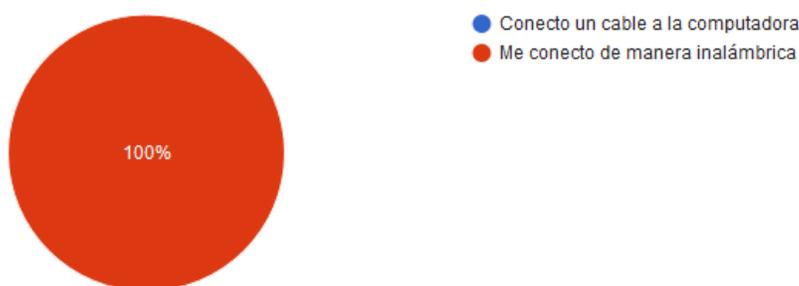
4.1.4.1.2 Medios de conexión

Los datos descritos anteriormente se complementan con el siguiente gráfico que muestra la importancia de la red inalámbrica en los sitios ya que, al ser la mayoría de dispositivos propiedad de los usuarios, se prescinde de un espacio físico para conectarse y se depende totalmente de la fortaleza de la red inalámbrica para garantizar la conexión de los usuarios:

Gráfico 5: Medios de conexión de usuarios en la red de UNICAM

Quando se conecta a la red, ¿como lo hace?

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

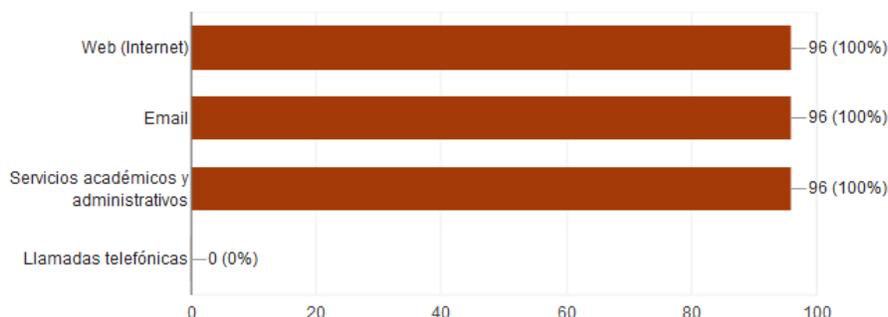
4.1.4.1.3 Servicios más utilizados por los usuarios

Avanzando en materia de los requerimientos de los servicios de red basados en ITIL, se consultó a los usuarios que cuales de los servicios que la universidad les ofrece son los más utilizados, a lo que ellos respondieron que utilizan todos los servicios de red ofrecidos por el área TIC, excepto el de ToIP (llamadas telefónicas), tal como lo expone el gráfico siguiente:

Gráfico 6: Servicios utilizados por los usuarios de la red

¿Cuáles de los siguientes servicios utiliza más en la red?

96 responses



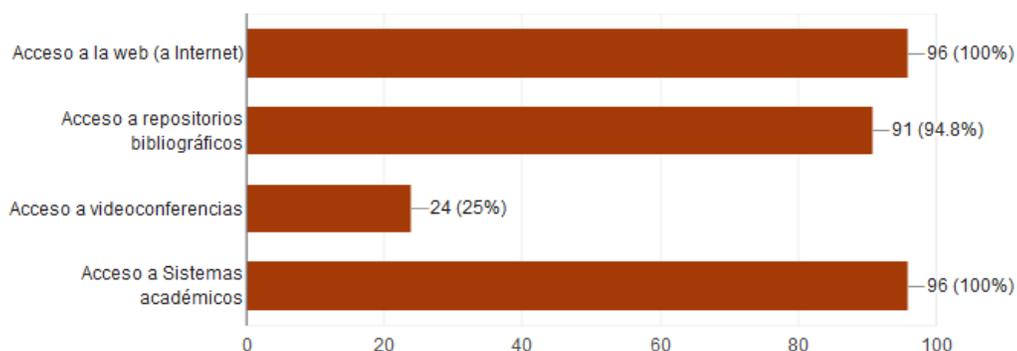
Fuente: Analytics de Google Forms

Si bien el gráfico anterior evidencia que los usuarios utilizan los servicios de red actuales, se realizó la consulta de que servicios se esperan recibir, esta vez agregando la opción de poder incluir servicios como videoconferencias para la realización de clases a través de telepresencia:

Gráfico 7: Servicios que esperan recibir los usuarios de red de UNICAM

Cuándo usted se conecta a la red, ¿Cuáles de los siguientes servicios espera recibir?

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

El gráfico 7 demuestra que al menos el 25% de los usuarios de red esperan poder recibir clases utilizando tecnologías de telepresencia, además del deseo de tener

acceso a los servicios propios de la UNAN Managua (sistemas académicos) y a internet en general (un 100% en ambos casos).

Un dato curioso es que el 5.2% de los usuarios no esperan recibir acceso a los repositorios bibliográficos de la UNAN Managua, lo que demuestra la resistencia a utilizar fuentes bibliográficas confiables y seguir utilizando a Google como principal plataforma de investigación.

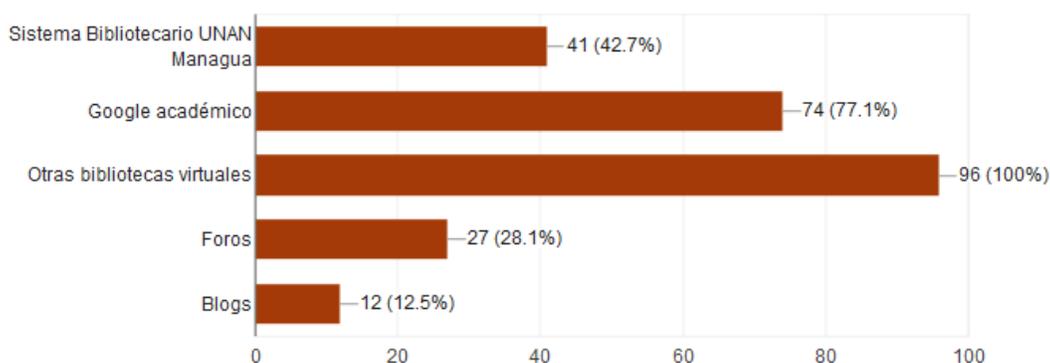
Ante esta particularidad, se tomó la decisión de consultar sobre las fuentes de investigación que utilizan los usuarios de la red, con el fin de dar un valor agregado al estudio y que fomente el uso de los servicios bibliotecarios que la red ayuda a difundir.

4.1.4.1.4 Servicios académicos en la red

Gráfico 8: Sitios que prefieren los usuarios de la red de UNICAM para realizar investigaciones.

¿Qué sitios frecuenta regularmente para realizar sus trabajos, tareas e investigaciones?

96 respuestas



Fuente: Analytics de Google Forms

El gráfico anterior evidencia que sólo el 42.7% de los usuarios de la red (la mayoría docentes) utilizan los sistemas propios de UNAN Managua, y que la gran mayoría utiliza fuentes ajenas a las recomendadas por la Universidad.

Cabe aclarar que las últimas 3 opciones dentro de esta pregunta hacen referencia a sitios que pueden considerarse válidos para consultas, pero no son una garantía

de fuentes científicas fidedignas, aunque son utilizadas en menor porcentaje.
Importancia de la red en los sitios

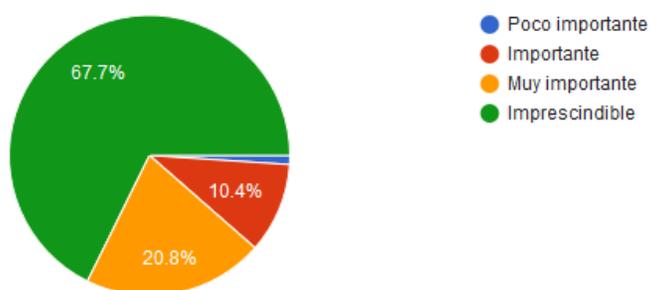
Otra de las dudas que se tenían sobre la infraestructura de la red en los sitios de UNICAM era la importancia de la misma, es decir si es necesario mantener estos sitios o solamente se están cargando como un gasto para la Universidad.

Por ello, se tuvo que consultar a los usuarios si ellos consideran importante la existencia de los servicios de red en sus sitios.

Gráfico 9: Importancia de los servicios de red en UNICAM.

¿Qué tan importante considera el servicio de red en la Universidad?

96 respuestas



Fuente: Analytics de Google Forms

El gráfico anterior muestra el enorme interés por parte de los usuarios en poseer servicios de red en los sitios. El 88.5% de los usuarios considera muy importante o imprescindible estos servicios y sólo el 1% los considera poco importantes. De hecho, para ellos para la mayoría de ellos, tener internet en su casa, es aún imposible, debido a que la “frontera tecnológica” avanza de manera muy lenta en algunos sitios.

Es evidente que algunos sitios como La Dalia, Waslala y Rio Blanco, gracias a su alto movimiento económico tienen mayores posibilidades, ya que al menos en estas municipalidades existen los llamados “Parques WiFi”.

Otros sitios como Mulukukú antes de la implementación de la infraestructura de red contaban únicamente con un cibercafé de seis computadoras en la cabecera municipal.

Las otras conexiones en ese municipio se realizaban vía los módems USB que venden las empresas para convertir las señales 3G HSPA de la telefonía celular en señales de internet. Esto afecta a la población universitaria en cada uno de los sitios ya que si bien hay algunos estudiantes que cuentan con un dispositivo de red (computadora, Tablet, Smartphone) portátil, esto no garantiza que tengan conectividad.

La mayoría de estudiantes según (Laguna Gámez, 2017) viven fuera de la zona urbana de los municipios. Esto significa que no pueden asistir con frecuencia a un establecimiento con acceso a internet.

Para estos estudiantes, poseer internet en un centro de estudios es un beneficio con el que hasta hace un par de años no podían ni soñar, hasta que desde UNAN Managua se inició el proyecto de implementación de infraestructura de red.

4.1.4.1.5 Calidad de Servicio

Otro aspecto importante del servicio de red es expresado por (Valles, Apaza, & Pérez, 2016) opinan que “Las demandas de calidad en los servicios académicos de las instituciones superiores están relacionadas al servicio de internet.”

Actualmente cada uno de los sitios cuenta con un ancho de banda de 10Mb para acceso a internet principalmente inalámbrico. Se ha tratado de brindar una calidad de servicio mínima de 7Mb para una navegabilidad fluida, pero a pesar esto la gran cantidad de usuarios que se conectan simultáneamente obligan al administrador de red a limitar el uso de tráfico de voz y vídeo, debido que a son los que más consumen datos y ralentizan las comunicaciones.

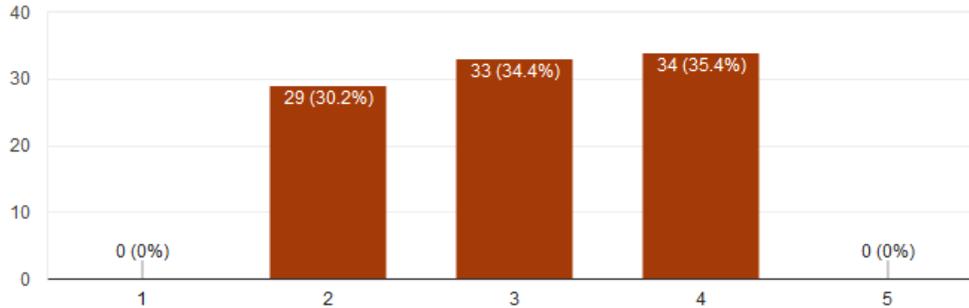
Continuando con la evaluación del servicio de red que dan los usuarios, se presenta el siguiente gráfico, quizá el más importante de esta sección, donde se pide a los usuarios que evalúen la calidad del servicio de red que reciben.

Se les solicitó evaluar en una escala del 1 al 5, siendo 1 el de menor velocidad y 5 el de mayor velocidad. Se hizo la pregunta utilizando el parámetro de velocidad ya que, para el usuario, la calidad del servicio se resume en la velocidad que toma primero acceder a la red y luego navegar en los sitios que se necesiten.

Gráfico 10: Percepción de calidad de servicio de red de los usuarios.

Cuando accede a la red institucional, ¿Qué puntuación le daría a la velocidad de conexión de la red? Elija la opción que considere conveniente; a mayor número, mayor velocidad:

96 respuestas



Fuente: Analytics de Google Forms

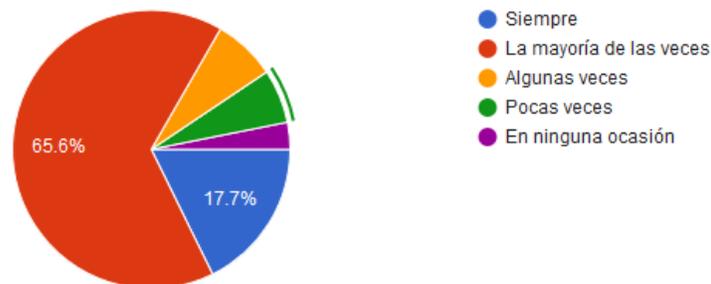
Como se pudo observar en el gráfico 10, el 35.4% de los usuarios consideran que la velocidad de conexión es muy buena, sin embargo, dado que los valores son muy estables entre el 2 y el 4, se puede afirmar que la calidad del servicio de internet en los sitios es buena, con tendencia a ser muy buena.

Además, se consultó a los usuarios sobre su satisfacción con la conectividad del sitio. Para ello se realizó la consulta preguntando sobre el porcentaje de conexiones exitosas que cada usuario ha tenido:

Gráfico 11: Satisfacción con la conectividad de la red en UNICAM

De las ocasiones en que ha intentado conectarse a la red, seleccione cuando pudo hacerlo:

96 respuestas



Fuente: Analytics de Google Forms

Como se aprecia en el gráfico 11, el 65.6% de los usuarios afirman haberse conectado exitosamente la mayoría de las veces. Un 17.7% lograron establecer conexión todas las veces que intentaron. Un 7.3% de los usuarios afirmaron conectarse sólo algunas de las veces que intentaron, el 6.3% afirmaron que de las ocasiones en que intentaron conectarse a la red inalámbrica, solo pocas veces lo hicieron. Finalmente, un 3.1% (equivalente a tres usuarios) afirmaron que nunca lograron conectarse a la red cuando intentaron conectarse.

Esta situación es comprensible luego que, al analizar la infraestructura de red existente en cada uno de los sitios, se puede observar que solamente existen puntos de acceso inalámbrico WRT1900ACS en cada sitio, cuyas capacidades técnicas no son suficientes para la cantidad conexiones simultáneas por sitio (más o menos 200 usuarios entre docentes y estudiantes por sitio).

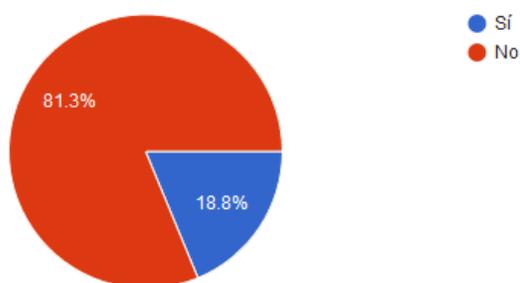
Se puede resumir el gráfico afirmando que al menos el 16.7% de los usuarios no están contentos con el servicio actual, que una cifra casi similar (el 17.7%) le parece aceptable el servicio y el 65.6% considera que el servicio es bueno.

Ahora que se sabe cuántos usuarios han logrado conectarse a la red, es necesario conocer si lograron conectarse a los servicios que la universidad pone a la disposición de los usuarios (ver inciso 4.1.3.1). Por ello se consultó a los usuarios sobre el acceso a los servicios disponibles:

Gráfico 12: Acceso a los servicios de red en UNICAM

Una vez se conectó a la red, ¿Existe algún servicio al que no pudo acceder?

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

El gráfico 12 explica que el 81.3% de los usuarios afirma acceder a todos los servicios de red dispuestos por la universidad y sólo un 18.8% afirma que no ha accedido a al menos uno de los servicios de red.

Entre los servicios de red que los usuarios afirman no acceder a la red son algunos foros, que en realidad son sitios de juegos, videoconferencias, y servicios de transmisión de red. Afirman además que “la conexión es lenta” al utilizar las aulas virtuales.

Con respecto a estas últimas, la Dirección de Educación a Distancia Virtual (DEDV) de la UNAN Managua, aún no ha puesto disposición cursos de pregrado en UNICAM y los usuarios que la utilizan su plataforma actualmente son docentes en período de capacitación.

Esta situación arroja a la luz un nuevo reto que la infraestructura de red de los sitios de UNICAM deberán enfrentar para garantizar la conectividad de los usuarios con los servidores de Plataforma Moodle de la DEDV.

4.1.4.1.6 Aplicaciones más utilizadas

Paralelamente, es imperante evaluar las aplicaciones de red que los usuarios utilizan dado que este es el factor clave que determina el tráfico de datos en la red y por tanto la calidad de servicio de la misma.

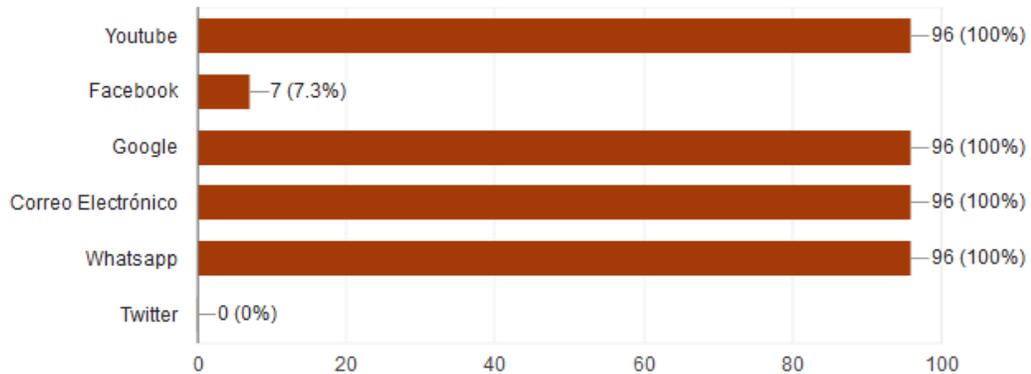
La calidad de servicio (QoS, siglas en inglés de Quality of Service) trata de brindar prioridad al tráfico de red en dependencia del contexto. Como se evidencia en este estudio, el tráfico que es más relevante para los estudiantes es el de navegación web o HTTP, sin embargo, los más demandados son el vídeo y voz constituidas fundamentalmente por aplicaciones como Youtube, Whatsapp y Facebook.

Los resultados del gráfico 13 demuestran las preferencias por parte de los usuarios en el consumo de aplicaciones muy costosas en términos de tráfico de red tales como Whatsapp, Youtube y el mismo Google (100% de los usuarios en los tres casos). Sólo algunos de los usuarios (principalmente los docentes) tienen acceso a Facebook. La red de Twitter no es popular en los sitios, nadie afirmó utilizarla.

Gráfico 13: Aplicaciones más utilizadas por los usuarios de la red de UNICAM

¿Utiliza alguna de las siguientes aplicaciones? Por favor seleccione:

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

4.1.4.1.7 Restricciones de Aplicaciones

Es importante tomar en consideración las políticas de restricción que posee la universidad con respecto a la navegación web y al uso de aplicaciones de red. La idea general que se tiene sobre el servicio de red inalámbrico es que es utilizado por éstos con fines académicos y en parte esto es verdad, aunque de forma simultánea se haga uso de aplicaciones que no necesariamente poseen alguna finalidad académica como WhatsApp, por ejemplo.

Consecuentemente, la mayoría de los usuarios considera que no debería haber restricciones en el acceso a sitio y/o aplicaciones que salen del contexto académico y educativo.

Esto significa que los usuarios utilizan gran parte de su tiempo conectado a la red en aplicaciones y/o sitios de ocio.

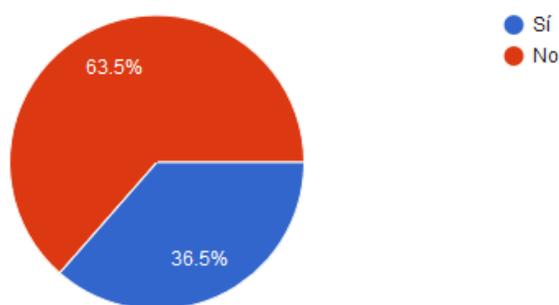
Al ralentizarse las comunicaciones, los usuarios perciben una baja de calidad en el servicio. ¿La consecuencia? Un generalizado descontento por parte de los usuarios. A veces hay que sacrificar el confort por QoS, esa es la gran enseñanza que deja esta situación.

Para saber si los usuarios poseían una conciencia colectiva sobre el uso responsable del servicio de red, se consultó sobre si consideran que el uso de algunas de estas aplicaciones (principalmente redes sociales) son necesarias en la Universidad, expresados en los gráficos 14 y 15:

Gráfico 14: Restricciones de acceso a aplicaciones en la red de UNICAM

¿Considera necesario el uso de las aplicaciones o sitios mencionadas en la red institucional?

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

Las razones por las que ese 63.5% argumenta que no debería existir acceso a los sitios de ocio y redes sociales:

- Distracción o pérdida de tiempo
- Escaso valor educativo
- Desaprovechamiento del potencial de la red

En cambio, quienes dijeron que sí era necesario tener acceso al ocio y a las redes sociales, argumentaron en su mayoría lo siguiente:

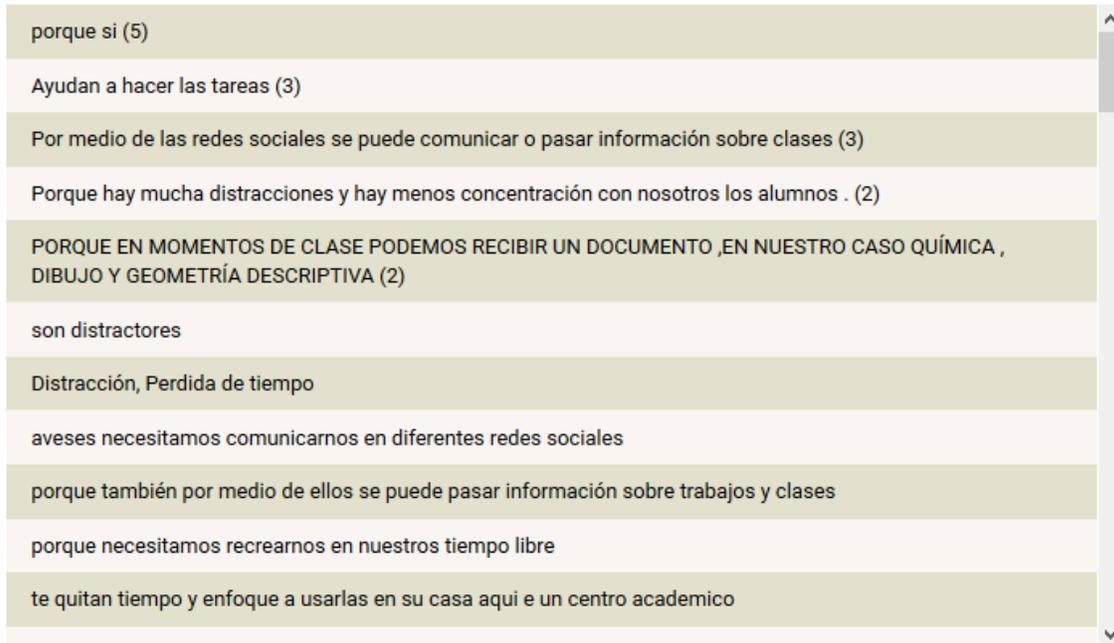
- Clases e información
- Comunicación
- Emergencias
- Recreación y tiempo libre

Hay que aclarar que esta pregunta fue abierta y opcional. Solo un 80.2 % correspondientes a 77 respuestas decidieron justificar la pregunta anterior.

Gráfico 15: Justificación de las restricciones de acceso a aplicaciones en UNICAM

¿Por qué?

77 responses



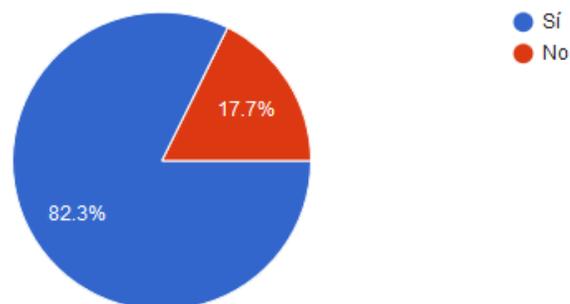
Fuente: Analytics de Google Forms

4.1.4.1.8 Nuevos servicios de red

Gráfico 16: Necesidades de nuevos servicios de red en UNICAM

¿Se ha encontrado en la necesidad de realizar videoconferencias con la sede central, ya sea por reuniones, capacitaciones o similares?

96 responses



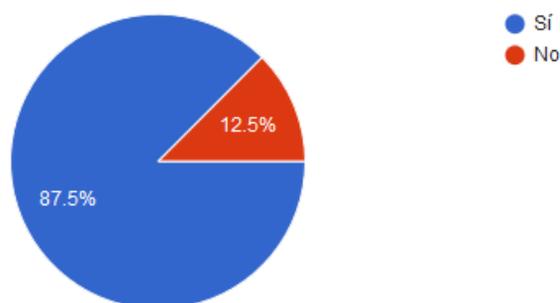
Fuente: Analytics de Google Forms

El gráfico 16 por su parte, está estrechamente ligado con la cuestión anterior. Como varios usuarios afirmaron que no accedían a servicios como videoconferencias o videostreaming (principalmente por cuestiones de calidad de servicio), se hizo necesario consultar a los usuarios la necesidad si consideran necesario la inclusión de estos servicios de red.

Gráfico 17: Justificación de Nuevos servicios de Red en UNICAM

¿En alguna ocasión tuvo que viajar a la sede, para realizar alguna gestión que usted considera, pudo haber sido solucionada con una llamada o una videoconferencia?

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

Adicionalmente, también se consultó a los usuarios si una videollamada quizá hubiese evitado costosos viajes hasta la sede central y el 87.5% de los usuarios afirmó haberse visto en una situación similar.

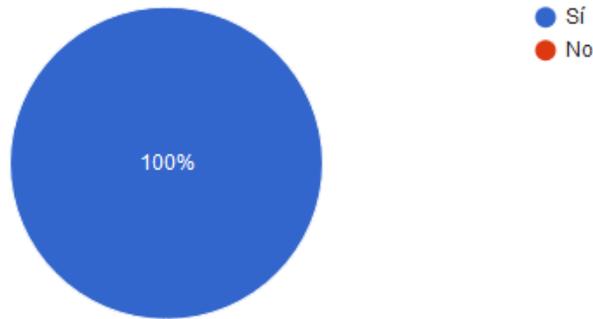
Finalmente, como parte del valor agregado del estudio, se consultó a los usuarios sobre la idea de disponer de una línea telefónica gratuita similar a la de entidades bancarias y casas comerciales donde los usuarios pudiesen realizar consultas, por ejemplo, a la Secretaría Académica de la Facultad, sin costo alguno.

El gráfico 18 ratifica el total acuerdo de los usuarios de disponer de un servicio de este tipo en los sitios:

Gráfico 18: Percepcion de necesidad de ToIP en la red de UNICAM

¿Considera necesario la disposición de una línea telefónica gratuita para realizar sus consultas a la sede central?

96 responses



Fuente: Analytics de Google Forms

4.1.4.1.9 Ancho de banda.

Ahora bien, para disponer de los servicios que se consultaron en las últimas interrogantes se hace evidente que además del Access Point la red en UNICAM se enfrenta a otro problema actualmente: ¿cómo brindarles QoS a una gran cantidad de usuarios que utilizan aplicaciones que consumen la mayor parte de los datos del ancho de banda disponible?

Una posible solución a este problema sería buscar un ancho de banda adecuado para darle cobertura a la máxima cantidad de usuarios posibles.

Con este fin, (Valles Coral, Apaza Tarqui, & Pérez Suárez, 2016) han diseñado un modelo matemático ideal para calcular el ancho de banda necesario en función de la cantidad de usuarios, el peso promedio de aplicaciones y una tasa promedio del tiempo invertido en el uso de esas aplicaciones por parte de los usuarios:

$$BW (bps) = n * PAP * \varphi(n)$$

Fuente: (Valles Coral, Apaza Tarqui, & Pérez Suárez, 2016)

Donde:

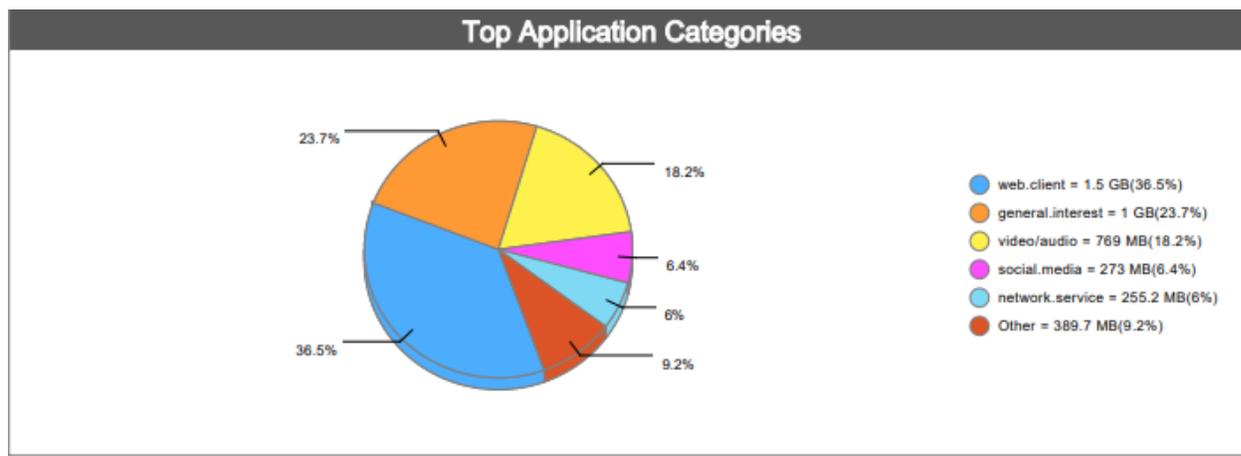
n = Cantidad de usuarios

PAP = Peso de la aplicación

$\varphi(n)$ = Tasa de ocupación

Para obtener las estadísticas de conectividad, se utilizó la herramienta de monitoreo integrada en la solución Fortigate – Fortinet, llamada Forticloud Reports (FORTINET, 2015), donde se analizó el tráfico web promedio por IP de usuario activo del sitio de Waslala, durante un periodo de dos horas:

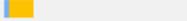
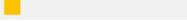
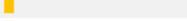
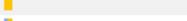
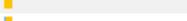
Gráfico 19: Aplicaciones más utilizadas por usuario de UNICAM durante 2 horas



Fuente: FortiCloud Reports UNAN FAREM Matagalpa

El gráfico 19 se corresponde con los datos analizados previamente en los gráficos 7,8 y 11, donde se confirma que los usuarios utilizan la red principalmente para investigaciones y revisiones bibliográficas, los servicios de google para la búsqueda de información académica son evidentes; y se relegan a tercer plano servicios como Facebook, YouTube, WhatsApp y otras aplicaciones populares en las zonas urbanas, tal como muestra la siguiente tabla:

Tabla 13: Estadísticas de consumo de ancho de banda por IP en la red de UNICAM en un período de 2 horas.

Top Applications					
Application	Traffic(Sent/Received)	%	Session	%	
https.browser	 118.5 MB / 1.3 GB	34.0%	13552	6.3%	
google.services	 172.3 MB / 634.5 MB	19.0%	17167	8.0%	
youtube	 40.5 MB / 722.3 MB	18.0%	6291	2.9%	
facebook	 31.9 MB / 187.2 MB	5.2%	31216	14.6%	
ms.windows.update	 4.1 MB / 123.7 MB	3.0%	129	0.1%	
http.segmented.download	 3.7 MB / 119.4 MB	2.9%	294	0.1%	
ssl_tlsv1.0	 4.1 MB / 96.5 MB	2.4%	712	0.3%	
psiphon	 2 MB / 71.8 MB	1.7%	4360	2.0%	
http.browser	 13.1 MB / 58.8 MB	1.7%	10581	4.9%	
http.download.accelerator	 1.9 MB / 62.4 MB	1.5%	115	0.1%	
whatsapp_voip.call	 27.8 MB / 33.9 MB	1.5%	62	0.0%	
google.accounts	 5.1 MB / 56.2 MB	1.4%	1948	0.9%	
google.ads	 10.2 MB / 42.3 MB	1.2%	2358	1.1%	
instagram	 7.1 MB / 38.8 MB	1.1%	1325	0.6%	
whatsapp	 10 MB / 27.9 MB	0.9%	1829	0.9%	

Fuente: FortiCloud Reports UNAN FAREM Matagalpa

Una vez obtenidos los datos de las aplicaciones, se procede al reemplazo de las variables, considerando que un 80% de la población (unos 180 usuarios por sitio) de estudio se conecta a las aplicaciones más comunes planteadas en el estudio garantizándoles un 25% de calidad de servicio. Hay que recordar que algunos dicen no conectarse siempre a la red, o que la red está saturada. Por lo tanto:

$$n = 180 * 0.8 = 144 \text{ (posibles usuarios conectados simultáneamente)}$$

Se consideran para el estudio las tres aplicaciones más utilizadas, que como se aprecia en la tabla 13, son la navegación web, los servicios de Google, YouTube y Facebook. Al ser WhatsApp utilizado prácticamente en el 90% de los dispositivos también es tomado en cuenta.

Los datos fueron recopilados durante dos horas, por lo que será necesario dividir sus cantidades entre dos (para obtener los valores de una hora) y luego convertir esas velocidades de transferencia a bits por segundo (unidad de medida recomendada por la fórmula de (Valles Coral, Apaza Tarqui, & Pérez Suárez, 2016)), dado que se encuentran en Megabytes (MBps) por segundo.

Realizando algunas sencillas conversiones, tomando los datos tanto de entrada como de salida de la red, se puede hacer un estimado de consumo de ancho de banda, como se aprecia en la tabla 14.

Tabla 14: Datos utilizados por las aplicaciones incluidas en el estudio

Aplicación de red	Bits por segundo consumidos en promedio durante una hora de uso
Facebook	251,000 (220MB/2h \cong 110 MB/h \cong 0.03MB/s)
YouTube	830,000 (762MB/2h \cong 381 MB/h \cong 0.1MB/s)
WhatsApp	41,900 (37MB/2h \cong 18.5 MB/h \cong 0.005MB/s)
Navegación Web (acceso HTTP y HTTPS)	1,500,000 (1.3GB/2h \cong 665 MB/h \cong 0.18MB/s)
Servicios de Google (búsquedas)	922,000 (806MB/2h \cong 403 MB/h \cong 0.11MB/s)
Total	2,715,100 (~2.6 Mbps)

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis de datos recolectados.

Volviendo a la fórmula, se procede al cálculo del ancho de banda necesarios en función de las aplicaciones más utilizadas y el parámetro de calidad de servicio:

$$BW (bps) = n * PAP * \varphi(n)$$

$$n = 180 * 0.8 = 144$$

$$PAP () = 2,715,100$$

$$\varphi(n) = 0.25 = 25\% \text{ (calidad de servicio que se espera brindar)}$$

$$BW (bps) = 144 * 2,715,100 * 0.25 = 97,743,600 \text{ bps} \cong \mathbf{93.2 Mbps^2}$$

Este resultado es tan solo una aproximación de un modelo matemático, pero arroja luces sobre las verdaderas necesidades que posee el servicio. Considerando que actualmente se cuenta con 10 Mb de ancho de banda, según estos datos se necesitarían 83 Mb adicionales para satisfacer a los usuarios con una calidad de servicio mínima apenas del 25%.

Siendo realistas, debe considerarse también que este modelo matemático supone la conexión simultánea y concurrente de todos los usuarios, punto que es difícil de

² Ancho de banda teórico necesario para la conexión de los 144 usuarios simultáneos que hay en cada sitio.

alcanzar debido a las dificultades de infraestructura y de poder adquisitivo de los usuarios existente en los sitios. Además, los datos de la tabla 14 arrojan un promedio de uso por IP de casi 3Mbps, que es demasiado consumo por IP para un entorno de ancho de banda compartido.

Para hacer una estimación más aproximada a la realidad, se considerará pues, que de los 180 usuarios posibles solo se conectarán simultáneamente 40 de ellos, utilizando el 100% de las aplicaciones estimadas, con el mismo 25% de calidad de servicio, y con una limitante de 2Mbps de consumo máximo por IP.

Entonces volviendo a utilizar la fórmula de (Valles Coral, Apaza Tarqui, & Pérez Suárez, 2016), la estimación realista será:

$$BW (bps) = n * PAP * \varphi(n)$$

$n = 40 * 100\% = 40$ (40 usuarios simultáneamente utilizando todos los servicios)

$PAP () = 2,097,152$ (BW por IP máximo de 2Mbps)

$\varphi(n) = 0.25 = 25\%$ (calidad de servicio que se espera brindar, 25%)

$BW (bps) = 40 * 2,097,152 * 0.25 = 20,971,520 bps$

$$\cong \boxed{20Mbps}^3$$

Por lo tanto, una estimación realista del ancho de banda necesario para los sitios de UNICAM, considerando un 25% de calidad de servicio en las conexiones de red se establece en 20Mbps, lo que será equivalente a duplicar el ancho de banda actual en los sitios. Sin dudas, esta ampliación del ancho de banda, traerá consigo no solo la mejora del servicio que reciben actualmente los usuarios, sino también la incorporación de nuevos servicios de red.

Ahora que se ha consultado a los usuarios sobre la calidad del servicio que reciben, las necesidades de nuevos servicios y se ha hecho una aproximación a un cálculo de ancho de banda requerido, se procede a analizar lo que los estándares internacionales pueden aportar al estudio de la infraestructura de red de UNICAM.

³ Estimación realista del ancho de banda requerido por sitio en UNICAM

4.1.4.2 Requerimientos de los servicios de red, según ITIL 2011

En esta etapa se determinó el modelo actual de procesos según ITIL 2011 con el fin de conocer el grado de madurez de los procesos y la forma en que estos definen los servicios que deben entregarse en la red, su planificación, su pertinencia y la calidad de los mismos. La aplicación correcta de la cartera de servicios de red permitirá garantizar calidad en las comunicaciones de los usuarios.

A partir de la premisa expuesta, como fase de reconocimiento del área TIC y sus procesos de gestión de servicios de TI, se entrevistó al Responsable TICy se llenó la lista de cotejo junto al responsable de soporte, con lo que se logró conocer la estructura de la dirección, servicios, áreas usuarias, procesos implementados, documentación disponible, informes de gestión, indicadores de desempeño, monitoreo, automatización de procesos y toda la información previa y necesaria para definir la estrategia de la evaluación y enfocar la elaboración del cuestionario apropiado para determinar el grado de madurez de los procesos de ITIL.

A continuación, se describe un poco el proceso realizado:

Encuestados / Entrevistados:

Director TIC: Julio Selva Ochoa

Responsable de Soporte: Jhonton Trewin

Tabla 15: Procesos y referentes de evaluación

Proceso	Referente
Estrategia de servicio	Julio Selva
Diseño de servicio	Julio Selva
Transición de servicio	Julio Selva
Operación de servicio	Julio Selva Jhonton Trewin
Mejora continua	Julio Selva

Fuente: Elaboración propia.

Entrevistador:

Erick Lanzas

Herramientas Tecnológicas:

- Computadora
- Internet
- Servicio de correo electrónico
- Teléfono Celular.
- Cámara de video Sony MVR-MV1

De esta forma se obtuvo un diagnóstico, destacándose los siguientes factores identificados, según los procesos de ITIL 2011:

4.1.4.2.1 Estrategia del Servicio

La calificación utilizada en las siguientes escalas de apreciación es detallada en el acápite 2.2.5.6, donde se detallan los procesos de ITIL a evaluar en la red.

Tabla 16: Grado de madurez de la estrategia de servicio en UNICAM

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI						Peso (%)
		0	1	2	3	4	5	
1	Se realizan evaluaciones a la infraestructura de red			X				10%
2	Existe una lista de especificaciones que deben cumplir los servicios en las locaciones	X						10%
3	Se conocen las necesidades de servicios de red que existen en las locaciones			X				15%
4	Las necesidades corresponden con las planteadas por los usuarios			X				15%
5	Capacidad para recopilar los requerimientos de los servicios		X					10%
6	Realiza un adecuado manejo de costos y riesgos asociados a la cartera de servicios		X					10%
7	Existe planeación y control de presupuesto para la prestación de los servicios de TI				X			10%
8	Los servicios se priorizan de acuerdo a los objetivos estratégicos de la organización					X		20%
Puntaje							4.2	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de aplicación de lista de cotejo.

Aspectos satisfactorios:

- Existe una lista de especificaciones de los servicios de red, pero no como un proceso formalizado.
- El área de TIC de la UNAN FAREM Matagalpa tiene un modelo organizativo jerárquico y bien definido.
- La dirección cuenta con planes y objetivos de servicios de TI ajustados con la estrategia de la universidad.
- Existe planeación de presupuesto para los servicios de TI, sin embargo, el presupuesto se plantea en base a necesidades urgentes o de primera necesidad y no necesariamente como proyectos de ampliación y mejora.
- La gestión financiera se realiza dentro de la gestión normal del responsable TIC (se realizan solicitudes de consumibles, mantenimiento e inversión), pero no como un proceso definido.

Aspectos a mejorar:

- No se realiza divulgación de procesos hacia el consejo de Facultad ni a ninguna de las áreas de los usuarios.
- No existe una lista de especificaciones de servicios que debe cumplir la red. La infraestructura se instala y se brindan todos los servicios posibles con los recursos disponibles.

Grado de madurez de la Estrategia del Servicio: 4.2 / 10

4.1.4.2.2 Diseño de Servicio

Tabla 17: Grado de madurez del Diseño del Servicio en UNICAM

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI						Peso (%)
		0	1	2	3	4	5	
1	Posee un catálogo de servicios de red disponibles para todas las locaciones	X						5%
2	Todos los clientes pueden acceder al catálogo de servicios		X					5%
3	Existen planes de continuidad	X						15%
4	Los planes de continuidad y recuperación de servicios de TI están documentados, actualizados y probados	X						10%
5	Existe presupuesto asignado a los planes de continuidad	X						15%
6	Existen métricas definidas para medir la eficiencia de los servicios de red			X				5%
7	La planeación de la infraestructura de red se realiza basados en la capacidad actual y futura de los servicios de TI				X			20%
8	Está definido y documentado la máxima capacidad actual de las redes			X				15%
9	Existe una base de datos de proveedores y contratos					X		5%
10	Está definido el proceso de selección y contratación de servicios de TI (internet o redes de datos, P.E)					X		5%
Puntaje							2.9	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de aplicación de lista de cotejo.

Aspectos satisfactorios

- Se tiene un buen conocimiento de ITIL a nivel de dirección, pero se debe formalizar y extender el conocimiento en toda el área.
- Existe un alto nivel de compromiso del personal a cargo de los procesos en funcionamiento y un adecuado empoderamiento en el desarrollo de sus actividades.
- Se tienen esquematizados algunos procesos de ITIL, sin proceso formal ni formatos estándares.
- Existe documentación sobre la capacidad máxima actual de la red.

- Se puede constatar apego al cumplimiento de las políticas existentes.
- Los procesos de contratación de servicios de TI están claramente definidos y automatizados en el Sistema Integral de Gestión de la Información (SIGI). Existen procesos propios de la institución para garantizar su funcionamiento, tales como el POA (Plan Operativo Anual) y PAC (Plan Anual de Adquisiciones).

Aspectos a mejorar

- Ningún cliente accede al catálogo completo de servicios.
- No se publica ningún catálogo de servicio. De hecho, permanece disponible solo para los administradores de la red.
- Al momento de realizar la evaluación, se estaba trabajando en el desarrollo de un plan de contingencia, sin embargo, este aún no está terminado, ni aprobado ni probado, por lo que la calificación es nula en todos estos casos.

Grado de madurez del Diseño de Servicio: 2.9 / 10
--

4.1.4.2.3 Transición del Servicio

Tabla 18: Grado de madurez de la Transición del servicio en UNICAM

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)	
		0	1	2	3	4		5
1	Existe una base de datos de configuración (CMDB) debidamente actualizada	X						10%
2	Se encuentran debidamente registrados todos los elementos de configuración en la CMDB (hardware, software, documentación, personal de soporte, etc.)	X						5%
3	Si no existe una CMDB, al menos se posee documentación sobre las configuraciones de la red			X				10%
4	Existen planes claros y comprensibles de la versión e implantación de nuevos servicios para minimizar el impacto sobre la operación de los servicios		X					10%
5	Existen herramientas o procesos definidos para la distribución y actualización de los servicios de red		X					5%
6	Los cambios están categorizados (Estándar, normal, emergencia)	X						5%
7	Se exige que los cambios tengan planes de retorno (rollback)		X					5%
8	Se tienen definidos indicadores clave de rendimiento (KPI's) para la gestión del cambio		X					10%
9	Existe cultura de Gestión del Cambio a lo largo de la organización, donde no este permitidos los cambios no autorizados			X				10%
10	Se cuenta con procesos de pruebas o evaluaciones para la implementación de los componentes de servicios próximos a entrar en ambiente de producción			X				10%
11	Para el despliegue de un servicio nuevo se evalúa previamente la preparación y disponibilidad de los recursos (humanos, tecnológicos, stakeholders, etc.)				X			15%
12	Se tiene registro de la evidencia de pruebas de los componentes y servicios				X			5%
Puntaje							3.0	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de aplicación de lista de cotejo.

Aspectos satisfactorios

- Existe documentación de todas las configuraciones de red.
- Existen planes para la actualización de los servicios de red, aunque se plantean como procesos desordenados.
- Existen KPI's (indicadores de rendimiento) aunque no son desarrollados expresamente para gestión del cambio.
- Existe cultura de gestión de cambios, porque no se permiten los cambios no autorizados.
- Antes de desplegar un servicio, siempre se evalúan los recursos necesarios.
- La evidencia de las pruebas realizadas es documentada debidamente.

Aspectos a mejorar

- No existe una gestión adecuada de los activos de TI basados en un proceso de gestión de configuraciones.
- No existe una CMDB (Base de datos de configuraciones), pero si existe documentación de las configuraciones de red.
- No siempre se solicitan planes de retorno (rollback). Al actualizar un servicio, este se mide con la satisfacción del usuario en un tipo de “prueba y error”.
- Si bien la mayoría de los procesos se cumplen, se realizan de manera esporádica y nada organizada.
- Una buena integración de la gestión de cambios puede verse implementada en el SIGI.
- Se deben filtrar y clasificar los cambios que han sido rechazados, incompletos o en revisión
- Se recomienda la elaboración de un formato estándar de cambio (que es inexistente).
- La gestión de cambios debe tener sus propios indicadores de rendimiento (KPI).

Grado de madurez de la Transición del Servicio: 3.0 / 10

4.1.4.2.4 Operación del Servicio

Tabla 19: Grado de Madurez de la Operación del Servicio en UNICAM

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)	
		0	1	2	3	4		5
1	Existe una Base de datos de FAQs con acceso a todo el personal del proceso de incidentes y Usuarios Autorizados	X						3%
2	Existe una herramienta de control remoto para el soporte remoto			X				3%
3	Los especialistas notifican y registran nuevos problemas encontrados y son asignados al proceso correspondiente			X				2%
4	Existe una función de Service Desk	X						5%
5	La función de Service Desk reporta todos los incidentes de forma manual o automática	X						5%
6	La gestión técnica presta servicio en temas de servidores, red, almacenamiento, bases de datos, directorio de servicios, computadoras, impresión, middleware, Internet en sus diferentes niveles				X			5%
7	Existe un punto centralizado donde se realiza la observación y el monitoreo de la infraestructura de TI y donde se enrutan todos los eventos del sistema				X			3%
8	Se realizan rutinas estándar, consultas o informes delegados como parte de la prestación de servicios; o como parte del mantenimiento rutinario				X			4%
9	Existe respaldo (copiado) y almacenamiento de datos en ubicaciones remotas donde se puede proteger y usar en caso de que deba ser restaurado debido a pérdida, corrupción o implementación de los Planes de Continuidad del Servicio de TI			X				5%
10	Los operadores de TI se capacitan en procesos de backup y restauración de datos				X			4%
11	Existen procesos para la gestión y soporte de servidores				X			4%
12	Existe un estándar para que el servidor soporte la carga de trabajo a realizar				X			1%
13	Existe soporte para los sistemas operativos de los servidores				X			3%

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)	
		0	1	2	3	4		5
14	Se proporciona información para ayudar a lograr un rendimiento óptimo de los servidores.				X		1%	
15	Existen planes de actualización de hardware de servidores previamente calendarizados	X					1%	
16	Existen procesos para la planificación inicial e instalación de nuevas redes o componentes de red; mantenimiento y actualizaciones a la infraestructura de red física				X		5%	
17	Existe soporte de tercer nivel para todas las actividades relacionadas con la red, incluida la investigación de problemas de red y el enlace con terceros según sea necesario				X		2%	
18	Se realiza mantenimiento y soporte de software del sistema operativo de red y middleware, incluida la administración de parches, actualizaciones, etc.				X		1%	
19	Existe monitoreo del tráfico de red para identificar fallas o para detectar posibles problemas de rendimiento o cuellos de botella.					X	3%	
20	Se realizan reconfiguraciones o re-enrutamiento del tráfico para lograr un rendimiento mejorado o balanceo de carga					X	3%	
21	La seguridad de la red (en coordinación con la gestión de seguridad de la información de la organización), incluye la gestión de cortafuegos (firewall), políticas de acceso, protección con contraseña, etc.					X	4%	
22	Se aplican los protocolos básicos de red (configuración IP) DHCP y DNS						X	2%
23	Se gestionan los proveedores de servicios de Internet (ISP)		X				2%	
24	Existe implementación, monitoreo y mantenimiento de sistemas de detección de intrusos	X					2%	
25	Se resuelven problemas de conectividad remota tales como acceso telefónico, acceso telefónico de retorno y servicios VPN proporcionados a trabajadores a domicilio, trabajadores remotos o proveedores				X		5%	
26	Existe provisión y soporte para centrales y líneas telefónicas y para sistemas de Voz sobre	X					3%	

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)
		0	1	2	3	4	
	Protocolo de Internet (VoIP) y Monitoreo Remoto (RMon)						
27	Se mide el ancho de banda disponible para iniciar una llamada (y la cantidad de ancho de banda que debe estar continuamente disponible durante la llamada para garantizar calidad de servicio (QoS) en VoIP)	X					3%
28	Se ofrecen servicios de directorio para los clientes (Active Directory)	X					2%
29	Se realiza la revisión de diarios del sistema, registros, alertas de eventos / monitoreo, etc., detección de intrusiones y / o informes de violaciones de seguridad reales o potenciales		X				3%
30	El personal técnico tiene niveles de acceso privilegiado a áreas técnicas clave (por ejemplo, contraseñas root o soporte técnico, acceso físico a centros de datos o salas de comunicaciones)				X		2%
31	Existe documentación de políticas y procedimientos				X		5%
32	Existen programas de capacitación para el personal que atiende la red				X		3%
33	El personal tiene turnos de operadores y soporte, para asegurar el monitoreo y soporte de los eventos en la infraestructura y servicios de TI	X					1%
Puntaje						4.4	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de aplicación de lista de cotejo.

Aspectos satisfactorios

- Se cuenta con un único punto de contacto (centralizado) para los usuarios, pero no se cuenta con una herramienta software para la gestión de incidentes.
- El personal de soporte atiende servicios en temas de gestión técnica, soporte de aplicaciones, soporte a terceros, requerimiento con su respectivo escalamiento.
- El servicio de gestión técnica atiende servicios relacionados con servidores, red, almacenamiento, bases de datos, directorio de servicios, computadoras, impresión, middleware, Internet en sus diferentes niveles.

- Se realizan labores de monitoreo concurrentes, aunque no como un proceso formal.
- Existe cultura de seguridad que practican los administradores de la red, por lo que no acceden a ningún espacio o sistema sin sus respectivas credenciales.
- Existe documentación de los procedimientos, aunque no están automatizadas, ni siguen un proceso formal. Simplemente se documenta un caso excepcional (por ejemplo, la resolución de un problema inesperado) pero no existe un software que registre estos eventos.

Aspectos a mejorar

- No está implementado el centro de servicio al usuario “Service Desk”, con personal dedicado al manejo de eventos de servicio, recibiendo llamadas telefónicas, reporte de alarmas y monitoreo.
- Se tienen definidas las métricas para medir la operación del service desk.
- Procesos críticos como la gestión de incidentes no están debidamente documentados ni formalizados.
- Algunos servicios comunes en instituciones y organizaciones importantes, como Active Directory y tecnologías VoIP no son implementadas en los sitios.
- El SIGI podría incorporar la gestión de control y monitoreo del soporte, incluyendo algún módulo de service desk.

Grado de madurez de la Operación del Servicio: 4.4 / 10
--

4.1.4.2.5 Mejora Continua del Servicio

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)	
		0	1	2	3	4		5
1	Constantemente se aprende las lecciones aprendidas en todos los procesos, con el fin de alinear los servicios de TI con los cambios que el negocio necesite				X			15%
2	Se evalúan los logros de los niveles de servicio		X					10%
3	Para realizar un control de la calidad continuo, permanentemente se planea, se hace, se verifica y se actúa (Ciclo Deming PHVA)	X						15%
4	El personal interno y externo tienen clara la visión de la institución con el fin de enfocar sus estrategias y actividades al cumplimiento de los logros				X			15%
5	El equipo de trabajo se reúne con frecuencia para evaluar el cumplimiento de objetivos (¿en dónde estamos ahora?), definir iniciativas y planes de acción para mejorar la prestación del servicio				X			20%
6	En el análisis de los datos se tienen definidos las relaciones, tendencias, objetivos alcanzados y acciones correctivas			X				10%
7	Se presentan planes de acción de mejoramiento basados en las métricas			X				15%
Puntaje							4.2	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de aplicación de lista de cotejo.

Aspectos satisfactorios

- Existe interés y trabajo en equipo por el mejoramiento de los procesos, así como apego al cumplimiento de las políticas establecidas.
- El mejoramiento de los procesos de ITIL aportarían positivamente al proceso de Gestión de Calidad.
- El personal está comprometido con los objetivos estratégicos de la institución por lo que los logros están orientados a cumplir los objetivos presentados en la visión de la institución.
- Se realizan análisis de los objetivos alcanzados, como parte del POA institucional, pero no como parte de un proceso de ITIL.

Aspectos a mejorar

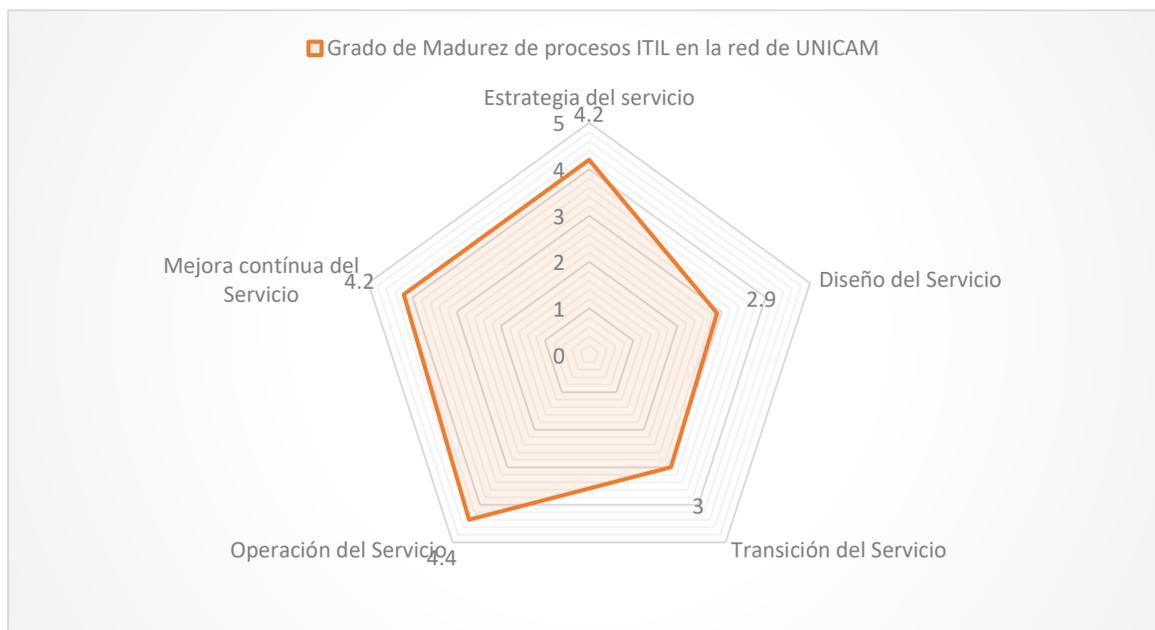
- Para mejorar la madurez de los procesos de ITIL se deben elaborar e implementar los procesos claves que aportaran significativamente al mejoramiento de los servicios de TI.
- No se tiene definida el ciclo Deming. Se recomienda la implementación formal del mismo.
- No se presentan planes de acción.

Grado de madurez de la Mejora Continua del Servicio: 4.2 / 10

4.1.4.2.6 Síntesis de la madurez en las áreas de procesos

La presentación del grado de madurez de las áreas de proceso del servicio de red de la universidad, permite obtener una visión global del estado actual de los procesos de TI, para establecer los planes de mejora continua, o para el caso de este documento, un plan de fortalecimiento de la infraestructura de red.

Ilustración 23: Grado de Madurez de procesos ITIL en la red de UNICAM



Fuente: Elaboración propia a partir de análisis de resultados.

De acuerdo a los resultados del grado de madurez mostrados en la ilustración 23, ninguno de los procesos llega siquiera a la mitad los indicadores de ITIL 2011. Estos indicadores fueron basados en una escala del 0 al 10, representando el cero (0) la escala mínima, es decir de no cumplimiento y el diez (10), la escala máxima de madurez en procesos ITIL.

Se puede apreciar claramente que ninguna de las áreas llega al cinco (5) en cuanto a su nivel de madurez y que las áreas de procesos que requieren principalmente atención y mejoras son: Transición de Servicio y Diseño de Servicio. El área de proceso operación de Servicio, aunque no presente una madurez aceptable, se considera que existen procesos definidos, con un grado de documentación y control establecido, lo mismo para las áreas de Mejora Continua del Servicio y de Estrategia del Servicio, siendo estas últimas tres áreas en las que la institución presenta mayor grado de madurez.

Mientras estos procesos no mejoren, difícilmente se pueden establecer con certeza cuales son los requerimientos de los servicios que debe brindar la red en UNICAM. Sin embargo, estos resultados arrojan una luz: se hace completamente necesaria la aplicación de normas de control y estandarización como ITIL que rijan el servicio brindado por la red, más allá de simplemente ofrecer un acceso a recursos universitarios en sitios remotos.

El impacto de la aplicación de procesos ITIL será muy beneficioso para la universidad y no se debe convertir en una iniciativa aislada. Para manejar mejor los temas de los recursos la aplicación de los procesos debe estar alineada con otras iniciativas y programas de gestión TI para que se puedan obtener los resultados perseguidos. El objetivo final sería entonces orientarse hacia un enfoque de gestión de cartera de servicios que busque la alineación y las prioridades de todas las iniciativas, además de los beneficios generales para la universidad y las comunidades pertenecientes al programa UNICAM.

4.1.5 Proyecto “Propuesta de fortalecimiento de la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM”



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Proyecto

Propuesta de Fortalecimiento de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM.

Autor

Lic. Erick Noel Lanzas Martínez

Managua, diciembre de 2018



4.1.5.1 Generalidades del Proyecto

4.1.5.1.1 Resumen ejecutivo

Este proyecto es parte de la tesis para optar al título de Master en Administración de Recursos TIC presentado como **Evaluación de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM, en el segundo semestre de 2017**, que surge de las problemáticas encontradas tanto en el análisis estratégico de la institución como en la evaluación de la infraestructura de red, por tal razón se pretende presentar una propuesta tecnológica que facilite la entrega del servicio a los usuarios de las zonas, para ayudar al desarrollo de la misión y visión institucional. Entre sus páginas se pueden destacar los siguientes apartados:

- Un análisis estratégico de las variables de infraestructura de red en la UNAN Managua–FAREM Matagalpa.
- Una propuesta de fortalecimiento de infraestructura de red acorde a la estrategia institucional prevista en el Plan Estratégico Institucional 2015-2019 de la UNAN Managua.

Es importante mencionar que se ha previsto en el presente documento una serie de indicadores para observar su cumplimiento.

4.1.5.1.2 Nombre y descripción del proyecto

El proyecto “**Propuesta de Fortalecimiento de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM**”, pretende orientarse hacia un enfoque de gestión de cartera de servicios que busque la alineación y las prioridades de todas las iniciativas de la institución, en el marco del Plan Estratégico Institucional 2015-2019 de la UNAN Managua, mejorando así la conectividad y el servicio entregado a los usuarios de la red en las sucursales o sitios de la universidad en el campo.

Está compuesto fundamentalmente de un análisis estratégico y de una propuesta técnica que permita alcanzar los objetivos plasmados en la visión y misión de la Institución.

4.1.5.1.3 Objetivos del proyecto.

4.1.5.1.3.1 General:

- Formular una propuesta de fortalecimiento de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM, durante el segundo semestre de 2017 y el primer semestre de 2018.

4.1.5.1.3.2 Específicos:

- Desarrollar análisis estratégico de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM.
- Fusionar el análisis estratégico con la evaluación de la infraestructura de red, para el desarrollo de una propuesta tecnológica de fortalecimiento de la infraestructura de red, en el primer semestre de 2018.
- Formular una propuesta de fortalecimiento de infraestructura de red, acorde a los requerimientos identificados en los procesos de evaluación de la infraestructura de red y del análisis estratégico de la misma.

4.1.5.1.4 Justificación

Una vez están claras las dificultades y necesidades de mejora en la infraestructura de red de acuerdo a ITIL 2011 y a los usuarios mismos que ya se han destacado en la evaluación de la misma, es necesario realizar un análisis estratégico para priorizar los objetivos y tareas que la Universidad debe atender para seguir con los macroobjetivos de la institución plasmados en el Plan estratégico Institucional 2015-2019.

A nivel técnico, los componentes y actividades programados en la propuesta de proyecto de fortalecimiento de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM pueden ser ejecutados por las instituciones participantes.

Existe suficiente personal debidamente capacitado, tanto de la Universidad, como de las alcaldías, para lograr este objetivo. La UNAN Managua ya ha desarrollado proyectos de igual envergadura y/o con mayor participación de instituciones

involucradas. Ejemplo de ellos son los programas UNICAM y SINACAM, de los cuales la universidad es parte.

Las actividades para el fortalecimiento de la red, planes de capacitación, al igual que el monitoreo y seguimiento del proyecto mismos, serían puestas en práctica directamente por la unidad ejecutora (UNAN Managua – FAREM Matagalpa), con la participación de algunas empresas certificadas y subcontratadas por la misma. Las recomendaciones de adquisición e implementación de tecnología, así como las recomendaciones han sido tomados de experiencias nacionales, son sencillas, eficientes y de fácil adaptación para los entornos rurales, y que han sido bastante probados en muchos sitios.

A nivel institucional, la responsabilidad en la supervisión y coordinación del proyecto será de la UNAN Managua, de la FAREM Matagalpa y su área TIC. Las alcaldías municipales, por ser el organismo responsable de los locales en donde se ubicará o se ubica la infraestructura de red y cuyos pobladores son los principales beneficiarios, se convierte en una de las instituciones más interesadas en garantizar el éxito del proyecto.

A nivel legal, tanto la UNAN Managua – FAREM Matagalpa regida por la ley 89; como las municipalidades, regidas por la ley 40; de la Constitución Política de Nicaragua, están facultadas con la autonomía para tomar las decisiones pertinentes para el desarrollo y ejecución del proyecto, en todas sus fases.

A nivel social, el programa UNICAM está dotando de capital humano a la sociedad y que los resultados ya son visibles con los primeros graduados El Tuma - La Dalia en Matagalpa y Mulukukú en la RACN (Región Autónoma del Caribe Norte). “Los jóvenes han sido impulsores de ideas innovadoras que se han retomado en el programa de nación Aprender, Emprender y Prosperar” (Laguna Gámez, 2017), por lo que la ejecución del proyecto ayudará significativamente al desarrollo de éste objetivo.

Por último, a **nivel económico**, con el creciente interés del ejecutivo de la República y los gobernantes municipales en el desarrollo de las comunidades rurales, y la visión de la Universidad en llevar a cabo este tipo de proyectos; se han

dispuesto en los últimos años, fondos para la ejecución de estos programas, que con el incremento anual que registra el país a finales de 2017, podrá ejecutarse, al menos en etapas, en los próximos dos o tres años.

Por todos estos puntos expuestos, tanto de las necesidades indicadas en la evaluación de la infraestructura de red, así como la posibilidad de ejecución que tienen las instituciones involucradas en apuntan a que ésta propuesta pueda ser ejecutada de manera satisfactoria, respondiendo a las necesidades sustantivas del programa UNICAM, de la visión y misión de la Universidad, del aporte al desarrollo del Plan Estratégico Institucional de la UNAN Managua y del desarrollo local de los municipios, este proyecto tiene probabilidades de ejecución muy alta.

4.1.5.1.5 Articulación entre planes, programas y proyectos

Con este proyecto se espera mejorar la calidad en la educación superior, para que los procesos sean eficientes con miras a que jóvenes de las zonas rurales tengan acceso a servicios académicos y administrativos que la Universidad facilita a través de la infraestructura de red.

La UNAN Managua viene realizando un esfuerzo enorme en pro del mejoramiento de la calidad de la educación superior, por lo que el aumento de la cobertura y la modificación de los esquemas de evaluación y aprendizaje de los estudiantes se hace evidente. En este marco del mejoramiento de la calidad, el Programa Universidad en el Campo (UNICAM) facilita las estrategias de evaluación y seguimiento de la educación superior en los niveles de técnico medio, técnico superior y profesional, enfocados en el sector agropecuario, en articulación con la educación secundaria, dirigido por el Ministerio de Educación de Nicaragua (MINED), que permita el ingreso a la universidad de los jóvenes en sus localidades involucrando así a los Gobiernos Municipales de los municipios de El Tuma – La Dalia. Río Blanco, Mulukukú y Waslala.

Esto ha permitido unificar criterios y ampliar la mirada y el conocimiento de las instituciones participantes sobre la realidad educativa que se vive, lo cual, a su vez, le permite lograr pertinencia en las acciones propuestas como, por ejemplo, la ejecución de este proyecto.

4.1.5.1.6 El proyecto en el marco de las políticas estratégicas de desarrollo humano del país.

Este proyecto se encuentra dentro del marco de dos programas de nación: el programa ***Aprender, Emprender y Prosperar (PAEP)*** cuyo principal propósito es el “Cambio de Actitud en mejora de la calidad de vida de los nicaragüenses”; y en el ***Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH)*** 2018-2021 en los ejes “I.A.14 Educación en Todas sus Formas”, “II.1 Promoción de la ciencia, tecnologías e innovación, entre el Gobierno Nacional, Universidades, Centros de educación técnica, Productores y Sector privado.”

4.1.5.1.7 Grupo meta y beneficiarios.

El proyecto se presenta como una propuesta de implementación y el grupo meta sería la comunidad universitaria, tanto docentes, como estudiantes y trabajadores administrativos que harán o hacen uso de la infraestructura de red, para acceder a los servicios académicos y administrativos que la Universidad pone a su disposición en las distintas municipalidades; siendo ellos los principales beneficiarios.

Se benefician indirectamente a las familias representadas por cada miembro de la Comunidad Universitaria, así como el desarrollo social que el conjunto acarrea.

4.1.5.1.8 Ciclo de vida del proyecto.

Dada la cantidad de la inversión y la necesidad de crear un marco de financiamiento del proyecto, se estima que el ciclo de vida del proyecto sea de 12 meses partiendo de la presentación de la evaluación de la infraestructura de red a las Autoridades de la Facultad y a los consejos municipales, pasando por la estructuración de la propuesta y culminando con la implementación de la infraestructura en los cinco sitios de UNICAM.

4.1.5.1.9 Resultados esperados.

Se esperan los siguientes resultados, tras la aprobación e implementación del proyecto (propuesta):

- Que la infraestructura de la red sea lo suficientemente estable como para responder a la cantidad de usuarios conectados simultáneamente en cada uno de los sitios.

- Que el acceso a los servicios académicos y administrativos dispuestos en el SIGI (Sistema Integral de Gestión de la Información), se accedan con la menor latencia posible.
- Que el acceso a servicios de licenciamiento (Antivirus, Microsoft Office) proveídos por la facultad, sea eficiente y controlado.
- Que se garantice la gestión remota de los servicios de red y la administración de los dispositivos intermediarios (Routers, switches, puntos de acceso).
- Que se garantice QoS (Calidad de Servicio) en servicios como telefonía IP y telepresencia.
- Que la segmentación de la red pueda ocurrir tanto a nivel de enlace de datos como a nivel de capa de red.
- Que la infraestructura de red soporte la implementación de BYOD (Trae tu propio dispositivo) sin mayores complicaciones.
- Que la calidad de la educación superior sea fortalecida en los municipios.

4.1.5.1.10 Matriz del enfoque del marco lógico.

Tabla 20: Matriz del enfoque del marco lógico

	Descripción	Indicadores	Verificación	Supuesto
Fin	Aumentar la calidad de la educación superior en los municipios	Aumento de la calidad	Hojas de evaluación de desempeño	El contexto organizacional de la Universidad y los convenios se mantienen.
	Los usuarios están contentos con el servicio	Satisfacción con los servicios de red	Evaluación de calidad del servicio de red una vez implementado el proyecto	
Propósito	Disminución de las quejas y reclamos de los usuarios	Disminución de opiniones negativas sobre el servicio	Evaluación de calidad del servicio de red una vez implementado el proyecto	Se implementa un plan de continuidad del proyecto, para su posterior evaluación-.
		Aumento de la satisfacción con los servicios de red	Evaluación de calidad del servicio de red una vez implementado el proyecto	
Componentes	Desarrollo de análisis estratégico de la infraestructura de red.	Estrategias para el fortalecimiento de la red	Listado de estrategias en correspondencia con el Plan Estratégico Institucional.	El Plan Estratégico Institucional comprende objetivos que involucran la infraestructura tecnológica.
	Presentar la propuesta de fortalecimiento de la infraestructura de red a las autoridades Universitarias y Municipales.	Asistencia a la presentación de la evaluación	Lista de participantes de la presentación, medios (fotos).	Se abre un espacio en la agenda para presentar la evaluación
	Adquisición de la infraestructura de red	Precios competitivos y garantías sobre servicios.	Facturas, licitaciones, órdenes y contratos de proveedores.	El desembolso se realiza sin recortes ni retrasos.
	Instalación de la infraestructura de red en las sedes de la universidad.	Equipos instalados y servicios funcionando en las sedes.	Evidencias y medios (fotos)	La ejecución se realiza en tiempo y forma.

4.1.5.1.11 Matriz para la etapa de diseño.

Tabla 21: Matriz para la etapa del diseño.

Investigación	Diseño	Desarrollo	Materiales	Prueba
Recolectar información para el fortalecimiento de infraestructura de red.	Estructurar la propuesta de fortalecimiento de infraestructura de red.	Iniciar la instalación del nuevo equipo y la configuración de los servicios	Medios de verificación, software, hardware, recurso humano.	Probar la calidad de las conexiones estableciendo indicadores de calidad.

4.1.5.2 Estudio de Mercado

4.1.5.2.1 Definición del producto o servicio

El proyecto consiste en interconectar mediante enlaces de datos (por medio de fibra, cobre o radioenlaces) los recintos universitarios ubicados en las principales cabeceras municipales de las poblaciones rurales en los municipios de Waslala, Río Blanco, Waslala y Mulukukú. El punto principal será la UNAN Managua - FAREM Matagalpa, donde se encuentra el Centro de Proceso de Datos (CPD) más próximo a las localidades y el punto de interconexión con Internet. Adicionalmente, se proporcionará acceso a Internet y a los servicios académicos y administrativos a los miembros de la comunidad universitaria, así como otros servicios de banda ancha.

La propuesta destaca en tres aspectos:

- **Red troncal principal:** Interconexión de los recintos. Puede realizarse por fibra óptica, cobre o radioenlaces, a disponibilidad y oferta del proveedor.
- **Red de Acceso WiFi:** Red de acceso mediante tecnología WiFi para los miembros de la comunidad universitaria.
- **Red de Telecomunicaciones:** una o más VLAN exclusiva/s para el uso de servicios de telecomunicaciones propios de la UNAN Managua (Telepresencia, Telefonía IP).

4.1.5.2.2 Demanda real

La demanda real del proyecto son los 994 estudiantes y 45 docentes y trabajadores administrativos que hacen uso de la infraestructura de red, siendo 1039 los usuarios que demandan la ejecución del proyecto.

4.1.5.2.2.1 Demanda potencial

Al primer semestre de 2018 existen cupos para 6 grupos nuevos de hasta 45 participantes por grupo en programa UNICAM, lo que elevaría la demanda hasta 1264 estudiantes, y se asume será necesaria la contratación de por lo menos 5 docentes más, cifra que hará rondar los 1300 usuarios para el primer semestre 2018. Teniendo en cuenta un crecimiento constante del 10% anual en la oferta académica, se estima un total de 2000 usuarios para el 2022.

4.1.5.2.3 Oferta real

La evaluación de la infraestructura de red revela que, en un solo día, pueden estar conectados en una sola sede hasta 40 usuarios concurrentes, que accedan con una calidad de servicio del 25%.

La oferta se centrará entonces en garantizar la conexión a los 40 usuarios simultáneos en los cuatro sitios del estudio.

4.1.5.2.3.1 Oferta potencial

Con el incremento sostenido de la matrícula en los sitios y por ende el aumento de usuarios en los mismos; además de la inclusión de municipios como Matiguas y San Dionisio al programa UNICAM, se prevé una oferta de hasta 125 usuarios conectados por cada sitio (siete en este hipotético caso).

Todos ellos podrán acceder a los servicios académicos administrativos de la Facultad, con los equipos disponibles tanto en los laboratorios de los usuarios.

4.1.5.2.4 Análisis de costes y de precios

Al ser una propuesta de tipo social los costes que implicarán al usuario serán prácticamente nulos, ya que las fuentes de financiación serán fundamentalmente el 6% de la República donde la Universidad hará un pequeño aporte (principalmente en las gestiones con proveedores), y el financiamiento de las municipalidades, reflejadas en los ingresos adquiridos mediante la administración tributaria de cada municipalidad.

Como estos costes son parte del estudio de mercado es necesario decir que si cada uno de los usuarios beneficiarios contaran con acceso a internet en sus hogares deberían disponer de al menos \$28 USD mensuales, que ofrece la compañía Claro, único proveedor presente en todos los sitios.

4.1.5.2.5 Proveedores de materias primas

Para la selección de las materias primas será necesario el consenso entre las entidades financiadoras (Universidad y Municipalidad), para determinar quien deberá realizar el proceso de adquisición.

En cualquiera de los casos, será necesario abrir un proceso de licitación que será publicado en el sitio nicaraguacompra.gob.ni, y las propuestas serán analizadas

por los responsables de adquisiciones de la entidad ejecutora, junto a los especialistas de SIU-DT, en ambos casos.

4.1.5.2.6 Comercialización o servicios

El proceso de entrega del servicio se realizará única y exclusivamente en cada uno de los recintos de UNICAM en Waslala, Río Blanco, Mulukukú y La Dalia. Se considera que la infraestructura de red existente en Matagalpa, es la adecuada.

4.1.5.3 Análisis Estratégico

Este análisis consiste, en conocer cuál es el estado de diferentes variables que la infraestructura de red de la UNAN FAREM Matagalpa en los sitios de UNICAM, tomando como insumos los hallazgos de requerimientos según los usuarios de la red e ITIL 2011, estudiados en apartados anteriores. De hecho, el análisis de factores expuesto a continuación, expone de manera global los principales hallazgos encontrados durante el desarrollo del estudio.

Tradicionalmente, se han elaborado dos grandes apartados o grupos de variables que, a su vez, tienen como consecuencia dos tipos de análisis (Sainz Fuertes, 2016): El criterio de clasificación ha sido el grado de control por parte de la empresa de la decisión. De este modo, si este grado de control, por parte del sujeto decisor perteneciente a una empresa, es escaso, surgirá un conjunto de variables denominadas "Externas", y si ese mismo grado de control es alto, se denominarán "Internas"

De ésta se derivan los dos tipos de análisis a los que se hace referencia en este apartado. Por una parte, el análisis de factores externos (EFAS) o, también denominado del entorno, y el análisis de factores internos (IFAS). El primero de ellos, se encargará de encontrar y clasificar las variables y de buscar influencias de variables sobre las que los sujetos decisores de la institución poco pueden influir, es decir, le vienen dadas en la toma de decisiones. El segundo, el análisis interno, tratará de encontrar, clasificar, buscar influencias y relaciones, entre variables sobre las que el órgano decisor (el consejo de facultad en este caso) tiene un mayor control; todo ello con el fin de sintetizar una matriz FODA o DAFO que permita formular las estrategias que la Unidad TIC de la Facultad debe aplicar para

el fortalecimiento de la infraestructura de red, sin obviar los principales hallazgos de la evaluación según ITIL y la opinión de los usuarios.

4.1.5.3.1 Análisis de Factores Internos (IFAS)

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados, se procede a enumerar los factores de mayor relevancia en el aspecto interno de la infraestructura de red:

- Permanente comunicación y coordinación entre los miembros de la unidad TIC y la Coordinación de Informática; es decir existe implícitamente un comité de gestión interna.
- La dirección cuenta con planes y objetivos de servicios de TI ajustados con la estrategia de la universidad.
- Capacidad de la Coordinación de TIC para gestionar las necesidades de TIC con el Decanato (Dirección o gerencia).
- Personal de la Unidad TIC con capacidad técnica y experiencia profesional.
- Profesionalismo, compromiso y vocación de servicio del personal de la unidad TIC.
- Los usuarios están conformes con el servicio actual, aunque consideran que puede mejorar.
- Falta de una planificación integral/corporativa de las TIC y débil incorporación de buenas prácticas internacionales.
- Gestión de servicios TIC no estructurada; los servicios ofrecidos no se establecen en catálogos o similares, ni son divulgados.
- Limitada infraestructura/componentes TIC (hardware, software, comunicaciones), así como limitaciones en la seguridad de los equipos en los sitios remotos.
- No existen plataformas de gestión del conocimiento, de incidencias o de gestión de cambios. Tampoco existen (al menos de momento) planes de creación.
- Dependencia funcional del personal o áreas TIC de la Facultad con el SIU-DT de UNAN Managua, principalmente en áreas donde aún no hay especialistas dentro de la facultad (Telefonía, por ejemplo).

- Escasez de políticas, normas y procedimientos TIC, así como la ausencia de un mecanismo formal para la evaluación de la aplicación las mismas.
- Falta de un plan formal de capacitación y certificación especializada para la unidad TIC en general.
- El plan de contingencia está aún incompleto y necesita de su aprobación y pruebas.

4.1.5.3.2 Análisis de Factores Externos (EFAS)

Surgen además factores externos que se detallan a continuación:

- Decanato comprometido con la mejora de los procesos/servicios de educación a distancia con el soporte de las TIC.
- Apertura de las instituciones públicas para firmar convenios y participar conjuntamente en iniciativas TIC. El mismo programa UNICAM es un esfuerzo conjunto entre la Universidad y las municipalidades en impulsar estas iniciativas.
- Apertura para el intercambio de conocimiento y experiencias con otras instituciones similares de otros países.
- Conocimiento de los docentes, trabajadores administrativos y estudiantes en el uso de las tecnologías de información; tecnología móvil, internet y otros; facilitando así la aplicación de los servicios TIC a la población estudiantil de los sitios remotos.
- Limitaciones presupuestales. Del 100% de los fondos totales de la Institución el 5.9% es utilizado para Inversiones (al menos en 2017). El área TIC recibe su presupuesto de ése 5.9% junto a otros proyectos de inversión anuales.
- Procedimientos administrativos engorrosos en las adquisiciones. Principalmente con las compras mayores a C\$ 50,000, debido a la política de adquisiciones que establece el uso del SISCAE (Sistema de Información de las Contrataciones. Administrativas del Estado).
- Insatisfacción de las áreas en relación a algunos servicios de red que brinda la unidad TIC. Pasa cuando los equipos inalámbricos saturan su capacidad.

- Dificultades técnicas, culturales y geográficas para implementar y/o desarrollar las TIC en los recintos desconcentradas de UNICAM.
- Falta de disposición y compromiso de algunos directivos para la incorporación y mejora de las TIC. En el consejo de facultad, existen miembros que ven las iniciativas de inversión TIC como gasto, por ello, existe cierta resistencia hacia la inversión y mejora.

4.1.5.3.3 Matriz FODA

Ilustración 24: Matriz FODA de la gestión de red en UNICAM

Aspectos Internos / Aspectos Externos		Fortalezas					Debilidades								
		Permanente comunicación y coordinación entre los miembros de la unidad TIC	Apertura a las oportunidades de mejora	Capacidad de la Dirección de TIC para gestionar	Personal de la Unidad TIC con capacidad técnica y experiencia profesional	Profesionalismo, compromiso y vocación de servicio del personal	Falta de una planificación integral de las TIC	Gestión de servicios TIC no estructurada	Infraestructura limitada	Inexistencia de plataformas de gestión	Dependencia funcional en algunas áreas de especialidad	Escasez de políticas, normas y procedimientos TIC	Falta de un plan formal de capacitación especializada para la unidad TIC.	El plan de contingencia está aún incompleto y necesita de su aprobación y pruebas	
Oportunidades	Decanato comprometido con la mejora de los servicios soporte de las TIC.	APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	
	Planes y objetivos de Servicios de TI ajustados a los objetivos de la Facultad	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	
	Apertura para el intercambio de conocimiento y experiencias	APLICA	APLICA	NO APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	APLICA	
	Conocimiento de la comunidad universitaria en el uso de las tecnologías de información	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	
	Usuarios conformes con servicio actual	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	
Amenazas	Limitaciones presupuestales	APLICA	NO APLICA	APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	APLICA	NO APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	
	Insatisfacción de las áreas en relación a algunos servicios de red que brinda la unidad TIC	APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	NO APLICA	
	Procedimientos administrativos engorrosos en las adquisiciones	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	APLICA	APLICA	NO APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	
	Dificultades técnicas frecuentes en la red de UNICAM, por su geografía	NO APLICA	APLICA	APLICA	NO APLICA	NO APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	APLICA	

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis del caso.

4.1.5.3.4 Estrategias para el fortalecimiento de la infraestructura de red.

Ilustración 25: Matriz de estrategias para el fortalecimiento de la red de UNICAM

Aspectos Internos		Fortalezas					Debilidades							
		Permanente comunicación y coordinación entre los miembros de la unidad TIC	Apertura a las oportunidades de mejora	Capacidad de la Dirección de TIC para gestionar	Personal de la Unidad TIC con capacidad técnica y experiencia profesional	Profesionalismo, compromiso y vocación de servicio del personal	Falta de una planificación integral de las TIC	Gestión de servicios TIC no estructurada	Infraestructura limitada	Inexistencia de plataformas de gestión	Dependencia funcional en algunas áreas de especialidad	Escasez de políticas, normas y procedimientos TIC	Falta de un plan formal de capacitación especializada para la unidad TIC.	El plan de contingencia está aún incompleto y necesita de su aprobación y pruebas
Oportunidades	Decanato comprometido con la mejora de los servicios soporte de las TIC.	<p style="text-align: center;">Estrategias FO</p> <ul style="list-style-type: none"> Promover el uso de estándares de calidad de servicio en la red. Establecer estándares de hardware, software y comunicaciones. Aprovechar la disposición de apoyo de la comunidad universitaria y sus convenios para fortalecer la infraestructura de red actual. 					<p style="text-align: center;">Estrategias DO</p> <ul style="list-style-type: none"> Creación e implementación de planes de capacitación para el personal. Evaluar como alternativa la tercerización de algunos componentes y/o servicios de TIC Incorporación oportuna del plan de contingencia de la institución. 							
	Apertura de las instituciones para participar en iniciativas TIC													
	Apertura para el intercambio de conocimiento y experiencias													
	Conocimiento de la comunidad universitaria en el uso de las tecnologías de información													
	Usuarios conformes con servicio actual													
Amenazas	Limitaciones presupuestales	<p style="text-align: center;">Estrategias FA</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollar planes y soluciones tecnológicas para brindar servicios de manera más eficiente. Agilizar los procesos de adquisición a través del SIGI. Garantizar calidad de servicio en todas las locaciones, independientemente del medio de entrega del servicio (cobre, fibra o microondas). 					<p style="text-align: center;">Estrategias DA</p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer un presupuesto anual para el Área de Informática, a nivel de facultad. Implementar procesos de service desk para mejorar la atención al cliente. Garantizar conexiones seguras a través de VPN desde todos los sitios remotos. Estandarizar las comunicaciones de red con ancho de banda dedicada para tecnologías VoIP. 							
	Insatisfacción de las áreas en relación a algunos servicios de red que brinda la unidad TIC													
	Procedimientos administrativos engorrosos en las adquisiciones													
	Dificultades técnicas frecuentes en la red de UNICAM, por su geografía													

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis del caso.

La ilustración 24 representa cada uno de los IFAS (el análisis interno) y los EFAS (el análisis externo), formados ambos en una matriz que representa la relación en el cuadrante I: las Fortalezas - Oportunidades y en los cuadrantes II, III y IV las relaciones Debilidades – Oportunidades, Fortalezas – Amenazas y Debilidades – Amenazas respectivamente.

La misma ilustración relaciona cada uno de los aspectos y la forma en que ellos pueden ayudar al fortalecimiento de la red de UNICAM, en dependencia de si existe la posibilidad de crear una estrategia por cada relación, es decir si APLICA, o bien si no es posible establecer una estrategia para el fortalecimiento a través de las relaciones establecidas, es decir que NO APLICA.

En la ilustración 25, se proponen, a partir del análisis situacional descrito tanto en los requerimientos de los usuarios (del apartado 4.1.4.1), como en los requerimientos que dicta ITIL (del apartado 4.1.4.2), algunas estrategias para el fortalecimiento de la infraestructura de red, fundamentadas en las relaciones establecidas en el análisis de la matriz FODA.

Algunas de ellas dependen directamente de la alta dirección (el consejo de facultad) de la universidad, por ello, este apartado sirve simplemente para hacer del conocimiento de la situación actual y algunos posibles caminos de solución que la dirección debe implementar si desea que los servicios que brinda red en UNICAM acompañen a los procesos sustantivos de la misión y visión de la UNAN Managua.

Otras estrategias que refieren más al aspecto técnico de la infraestructura de red se abordan con mayor detalle en este plan, con la intención de integrar infraestructura de red apegada a aspectos que evalúa ITIL 2011 y a la calidad de servicio que esperan todos los usuarios de las distintas sedes.

Se detallan a continuación, algunos aspectos que aportarán al fortalecimiento de la infraestructura de red, empezando por el plan de fortalecimiento de hardware y comunicaciones, seguido por el plan de capacitaciones para el personal TIC y la especificación de requerimientos técnicos de los dispositivos que fortalecerán la infraestructura de red existente.

4.1.5.4 Estudio técnico

4.1.5.4.1 Tamaño del proyecto

El tamaño de este proyecto responde a la demanda de los servicios de red que se ofrecerán en los sitios de UNICAM, por ello se puede medir de dos formas: el período de utilidad de los equipos de red y/o la cantidad de usuarios.

En el primer caso, el proyecto durará alrededor de seis años, desde el inicio de su implementación, hasta la necesidad de renovar la infraestructura de hardware de red. Se asume que el software de red, se actualizará constantemente por lo que no será necesario su reemplazo, hasta que sea necesario el cambio de hardware. Este período podría extenderse si la actualización se realiza por etapas.

En el caso de la cantidad de usuarios, se prevé que, durante el ciclo de vida del proyecto, teniendo en cuenta una tasa de aprobación del 20% de los estudiantes (al finalizar el quinto año de carrera), se habrán atendido entre estudiantes, docentes y personal administrativo, alrededor de 3000 distintos usuarios.

4.1.5.4.2 Localización del proyecto

4.1.5.4.2.1 Macro localización

El proyecto será implementado en el departamento de Matagalpa, Nicaragua y en dos municipios de la Región Autónoma del Caribe Norte:



Se destacan en la figura los sitios en rojo los lugares donde se fortalecerá la infraestructura de red existente y en azul los posibles lugares donde será necesaria la implementación de infraestructura tecnológica.

Los sitios que actualmente cuentan con infraestructura de red son:

- Matagalpa
- La Dalia
- Waslala
- Río Blanco
- Mulukukú

Los sitios donde será necesaria la implementación de infraestructura de red:

- Rancho Grande
- San Dionisio
- Matiguas

4.1.5.4.2 Micro localización

Se detalla la localización de los recintos donde ha de implementarse el proyecto:

Matagalpa: Recinto Universitario Mariano Fiallos Gil, Parque Darío 1C al Norte y ½ al Oeste. Coordenadas: 12.923749, -85.922425

La Dalia: Colegio 14 de Septiembre, Policía Nacional 300 mts al Este, 50 mts al Norte. Coordenadas: 13.137550, -85.730257.

Waslala: Instituto Técnico Waslala, Primera entrada a Waslala, 300 mts al este. Coordenadas: 13.329610, -85.378915.

Río Blanco: Instituto Rubén Darío, parque central Río Blanco, 3C al Sur 1C al Oeste. Coordenadas: 12.930688, -85.226761.

Mulukukú: Colegio Ricardo Morales avilés, Cancha municipal, 200 mts al Oeste. Coordenadas: 13.176261, -84.954804.

Los demás sitios de implementación deben ser confirmados por cada municipalidad.

4.1.5.4.3 Procesos productivos

4.1.5.4.3.1 Procesos y usos de tecnologías

Los procesos y servicios soportados por la infraestructura de red que se realizan en los sitios se encuentran descritos en el apartado 4.1.3 de este estudio. Se destacan los procesos:

- Conexión a Internet
- Servicios de red
- Acceso inalámbrico a Internet
- Acceso Remoto a Bases de Datos
- Aulas de informática (Laboratorios de Computación)
- Aulas virtuales
- Correo electrónico
- Listas de distribución de correo electrónico
- Videoconferencia
- Transmisión de Video en Red (streaming)

4.1.5.4.3.2 Capacidad de producción

De igual manera, la capacidad de la infraestructura de red para atender los requerimientos de los usuarios, está determinada en el apartado 4.1.4.1.9, donde se estudia la capacidad máxima de entrega de ancho de banda en cada sitio de UNICAM con un total hipotético de hasta 125 usuarios conectados simultáneamente.

4.1.5.4.4 Ingeniería de proyectos

4.1.5.4.4.1 Estructura física del proyecto

A través del análisis del estado actual de la red y de sus requerimientos se determina que la UNAN FAREM Matagalpa debe fortalecer a nivel de seguridad y administración de la red interna, donde se centralice todas las comunicaciones y se incremente hacia una red de alta disponibilidad y redundante. Y como la implementación de nuevos servicios de red y optimización de los servicios actuales se van a alcanzar niveles superiores de transferencias de información.

Se debe tener en cuenta que el cableado horizontal y vertical del edificio de la XXX Aniversario del recinto Mariano Fiallos Gil que sirve de nodo central está en cable UTP categoría 5e y pronto habrá cumplido su tiempo de vida útil (10 años).

Los esfuerzos ya han iniciado con la instalación de todo el cableado UTP o STP categoría 6 y poco a poco se empieza a sustituir el cableado de categoría 5e por categoría 6 o superior.

De la misma manera la institución necesita adquirir una serie de dispositivos activos de red que protejan un 99.99% la integridad de la información que se transmite a través de ella.

A continuación, se explica las características y ventajas que deben tener cada Red.

4.1.5.4.4.1.1 Estandarización de la red de UNICAM

La red será implementada manteniendo una estructura en capas que permita tener crecimientos a futuro con el menor impacto posible en el desempeño de la red. La red debe contar con un modelo en dos capas en donde se implementará en cada uno de los sitios al menos un switch de acceso y se debe procurar la reutilización de switches que actualmente posee la Universidad, esto con el fin de disminuir costos.

Debe contemplarse la implementación de VLANs y dominios VTP que permitan segmentar el tráfico tanto a nivel de dominios de colisiones como también a nivel de dominios de broadcast. Se propone para ello que el switch core (ubicado en el nodo central, recinto Mariano Fiallos Gil) cumpla las funciones de routing inter VLANs y segmentación de dominios de broadcast.

Todos los equipos que se instalen deberán cumplir con las normas mínimas para redes convergentes como son calidad de servicio, seguridad y que permitan disponer de esquemas de autenticación para disponer de administración remota a en cada uno de los sitios remotos.

Cada uno de los sitios puede ser configurado bajo las siguientes condiciones:

- Dominio VTP para la administración de VLANs.

- Número de VLANs, en función de los requerimientos de las aplicaciones y del número de usuarios.
- Interconexión con el nodo a través de puertos troncales.
- Las subredes implementadas deben poseer capacidades de sumarización y VLSM.

Ante la incertidumbre que aún plantea la migración de servicios hacia IPv6, se propone que la red en todos los sitios soporte IPV6, aunque la puesta en marcha se realice en IPv4.

Para una red convergente es necesario que la calidad de servicio en la red sea manejada desde la fuente de información, por eso prevemos que los equipos conectados a nivel de la red LAN, puedan clasificar el tráfico, y también generar marcación hacia la red WAN.

4.1.5.4.4.1.2 Red de enlace de datos

La red de enlace de datos estará formada por los enlaces que se establezcan entre en nodo central ubicado en el recinto Mariano Fiallos Gil y los distintos sitios de UNICAM. Por estos enlaces se cursará tráfico de voz, datos, video y señales de control.

Parte importante de este enlace de red será el acceso a Internet, y a la red de datos de la UNAN Managua en donde deben los equipos de borde deben contar con características como MPLS, QoS, IPV6, OSPF.

Por otro lado, ante el alza de costos que estos equipos representan se puede utilizar otra forma de conectividad, independientemente si la cada sitio se encuentra directamente conectada a la red de datos institucional, o si tienen alguna conexión a internet independiente.

Para esto se propone entonces la implementación de SoftEther VPN (Softether project, 2017), un software VPN de próxima generación que ofrece estabilidad, flexibilidad y capacidad de expansión, y es compatible con todas las redes avanzadas que producen ancho de banda y una gran carga de trabajo requeridos

por grandes corporaciones y proveedores de Internet, así como redes para individuos y hogares y redes negocios medianos

Este software permitirá que cada uno de los sitios independientemente de su conexión (línea o enlace de datos dedicado, internet ADSL, DSL...) puedan establecer un puente (bridge) LAN to LAN.

Para lograr esto. SoftEther VPN establece cables Ethernet virtuales (tunneling) entre todas sus sucursales. De esta manera, todas las computadoras de todos los sitios remotos pueden conectarse como si se encontraran en una misma LAN.

Es muy similar a la forma en que funciona el protocolo L2TP, que es un protocolo de tunneling que funciona en capa dos del modelo OSI. Algunas de las desventajas que acarrea el uso de L2TP que se necesitan equipos que soporten este protocolo en todos los sitios y el nodo.

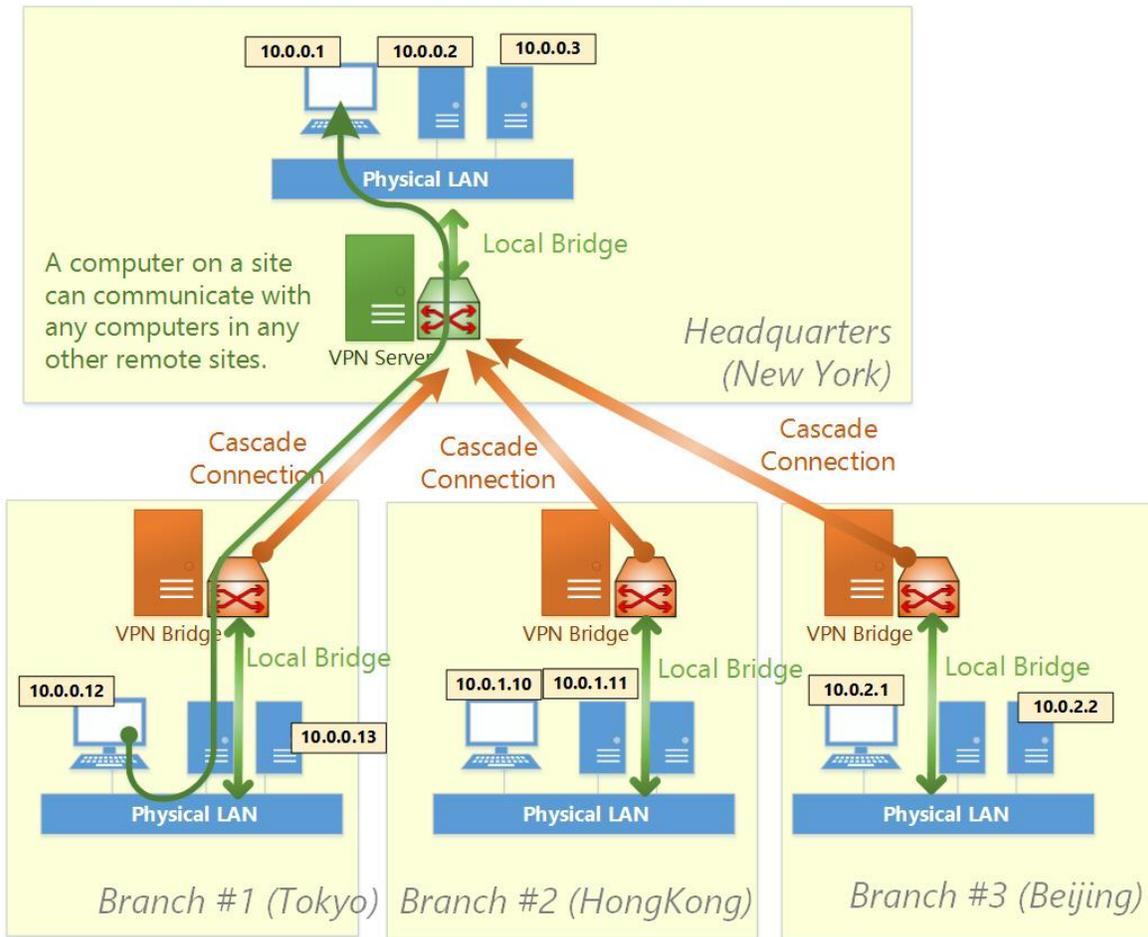
Aunque L2TP soporta mecanismos de autenticación PPP o PPTP, no incorpora mecanismos de cifrado, por lo que, al viajar a través de internet, o por la misma red de datos, los datos sensibles quedan a expensas de delincuentes informáticos.

SoftEther soluciona estas dificultades implementando un mecanismo simple pero muy seguro y confiable.

SoftEther encripta todo el tráfico utilizando mecanismos de encriptación propietario, y otros mecanismos públicos como AES o RSA, luego lo hace pasar como tráfico HTTPS, así que las comunicaciones siempre se establecen, aunque existan proxys o Firewalls que puedan limitar el tráfico, como ocurre en el caso de conexiones ADSL.

La siguiente ilustración explica cómo puede lograrse un puente entre LAN entre un nodo central y sitios remotos:

Ilustración 26: Conexiones de puente LAN a LAN de SoftEtherVPN



Fuente: (Softether project, 2017)

Es importante mencionar que SoftEther soporta enlaces troncales. Aunque la ilustración muestra la conexión de todos los equipos en una misma LAN, se pueden utilizar múltiples VLAN, con todas las ventajas de VTP y QoS para VoIP.

Por supuesto, antes de aventurarse a implementar una solución como la propuesta, deben conocerse las ventajas y las desventajas de la utilización de estas tecnologías:

4.1.5.4.4.1.2.1 Ventajas del uso de un puente VPN

Usar SoftEther VPN para hacer una conexión de puente de capa 2 (Ethernet) entre dos o más LAN es una manera extremadamente conveniente, pero simple de construir una VPN de LAN a LAN. Los pros de conectar dos LAN a través de una conexión de puente de capa 2 son los siguientes:

- Todas las LAN tendrán una conexión directa de capa 2 entre sí. Lógicamente, es lo mismo que si todos los switches se conectaran entre sí en una conexión en cascada con un cable Ethernet extremadamente largo.
- Se puede utilizar TCP / IP e incluso protocolos más antiguos como NetBEUI e IPX / SPX. Cualquier protocolo que se ejecute a través de Ethernet será compatible.
- Los dispositivos con los que puede comunicarse a través de VPN no están limitados solo a computadoras. Cualquier dispositivo que se pueda conectar a través de Ethernet es compatible. Incluso los dispositivos que usan un protocolo especial o propietario como cámaras de seguridad, grabadoras de video digital, electrónica doméstica, teléfonos VoIP, etc. se pueden conectar a través de una conexión de puente y se pueden usar en redes.
- Debido a que no hay que preocuparse por el enrutamiento IP, el proceso de comunicación entre múltiples sitios se simplifica. La utilización de puentes permite expandir o disminuir el área geográfica de la red, en lugar de simplemente conectar redes entre sí.

4.1.5.4.4.1.2.2 Desventajas del uso de un puente VPN

Al mismo tiempo, los inconvenientes de conectar dos LAN a través de una conexión de puente de capa 2 son los siguientes:

- Debido a que las LAN se vincularán a través de una conexión de capa 2, cuando se usa TCP / IP dentro de la VPN, todas las LAN, como regla, pertenecen a la misma red IP. Cuando se desea agregar una nueva LAN a un sitio remoto, simplemente puede unir la nueva LAN con la antigua LAN expandiendo efectivamente la LAN original. Sin embargo, si se desea conectar dos LAN existentes junto con un puente local, se tendría que volver a diseñar la topología de la red y proponer nuevas reglas de asignación de

direcciones IP. Esta podría ser una operación costosa, especialmente cuando las direcciones IP son estáticas o se asignan a mano.

- Al conectar varias LAN juntas, es de esperar un aumento en el tráfico de paquetes de difusión (broadcast) debido al aumento en el número de computadoras en la red. Esto representará un problema si llega a ocurrir una “tormenta de broadcast”, puesto que el rendimiento de la red se verá muy afectado.

Con respecto a la primera desventaja, el rediseño de la red no representa ningún problema puesto que la red fue diseñada correctamente y permite la escalabilidad. Al implementar un puente como un enlace troncal es decir, implementando múltiples VLAN, se puede simplemente enviar el tráfico de la VLAN correspondiente a cada sitio (funcionaría como si solo tuviese una LAN común y corriente), por lo que las tormentas de broadcast no afectarían a los demás sitios.

En el caso de las VLAN que si estarían presentes en todos los sitios (una VLAN de voz o para videoconferencias, por ejemplo), gracias a las señalizaciones utilizados SS7, el protocolo H.323, SIP o IAX y otros protocolos para garantizar la calidad de servicio, el impacto en la transmisión sería mínimo.

Ahora bien, en lugar de utilizar dispositivos de borde como Routers, se pueden perfectamente utilizar clientes ligeros en los sitios remotos, que pueden ir desde una Raspberry Pi, hasta un servidor más completo.

En el caso del servidor se requerirá el siguiente hardware:

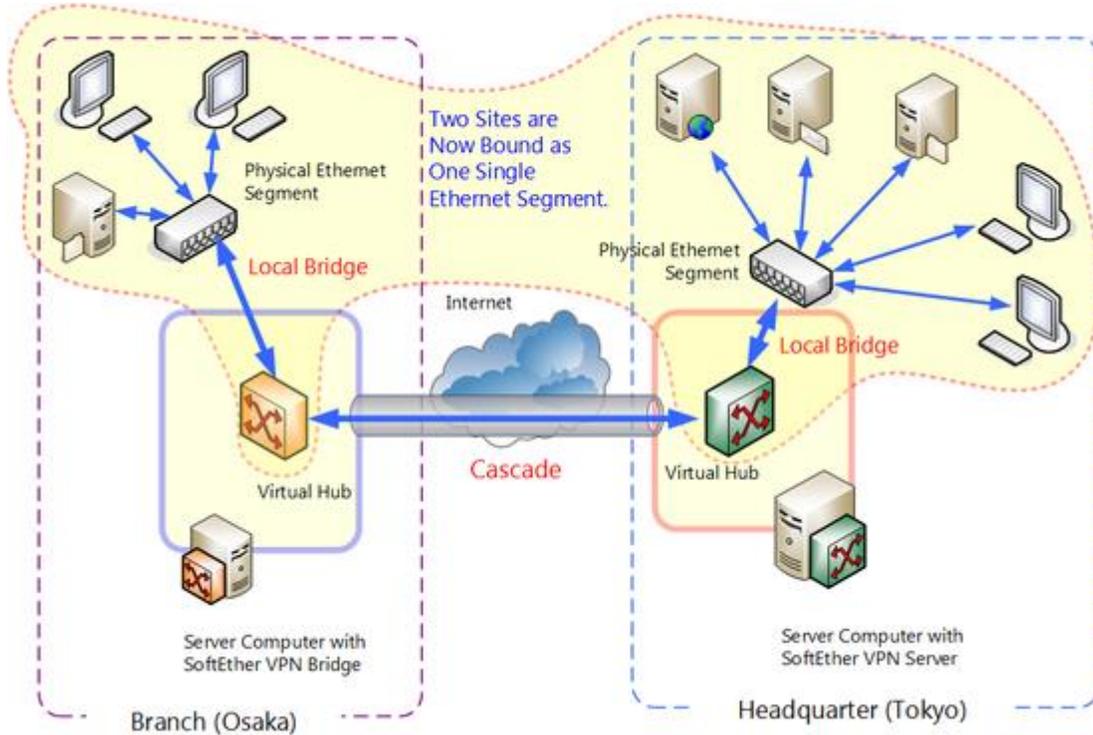
- **Memoria RAM: 128MB + 0.5 MB * (Numero de sesiones VPN concurrentes)**
- **Espacio en disco: 2GB (para guardar logs de VPN durante un año)**

Los clientes por su parte (uno por sitio, que hará de router o servidor), sólo necesita ejecutar un proceso de RAM de: 32MB.

El resto de procesamiento de los equipos será utilizado para las tareas de networking. Se recomienda que los sitios remotos utilicen un servidor Linux (Ubuntu, CentOS o Debian, preferiblemente), con 40 GB de disco duro, al menos

2GB de RAM y dos tarjetas de red Gigabit, una para la conexión hacia el enlace de datos, y la otra con un enlace troncal hacia el switch de acceso de cada sitio.

Ilustración 27: Modelo de enlace troncal entre el nodo central y los sitios remotos



Fuente: (Softether project, 2017)

Por último, es natural preguntarse si realmente el rendimiento de esta solución será el esperado, por lo que se recomienda ampliamente la lectura de casos de uso, donde se ha puesto mayor carga y se han realizado todas las pruebas de performance pertinentes: (Burke, 2015), (Toshikazu, 2017), (Mathematical Science Advanced Technology Laboratory Co., Ltd., 2008), (IEEE Xplore, 2015) y otros cientos de casos que pueden encontrarse en la web.

4.1.5.4.4.1.2.3 Red de telefonía IP

La red de telefonía IP deberá formada por un servidor centralizado (Asterisk, Elastix o Issabel, a conveniencia), que maneje la conmutación IP con la actual planta Hipath 3000, y teléfonos IP de uno o varios modelos según se considere, incorporados con el switch de acceso en cada una de las locaciones que serían

enlazados a través de un enlace troncal con el Switch core ubicado en el núcleo, esto permitirá que la red telefónica mantenga su propio dominio de broadcast, independientemente del sitio al que se conecte.

4.1.5.4.4.1.2.3.1 Protocolos y señalización

Con respecto a la señalización a utilizar en la implementación de telefonía en los sitios, se presentan dos posibles escenarios: el primero es que el administrador de la telefonía de la UNAN Managua, determine y estudie la ampliación del servicio hacia las sedes y se encargue de la implementación de la misma.

Por otro lado, la administración de la FAREM puede perfectamente implementar una solución de VoIP por iniciativa propia. En el segundo caso, se puede realizar una breve inferencia que ayude a tomar la mejor decisión:

Por un lado, el protocolo SIP es una estándar IETF lo que implica en que se encuentra disponible en una gran cantidad de hardware y dispositivos que utilizan este protocolo. Es un protocolo diseñado para el establecimiento de sesiones interactivas entre usuarios, en las que estas sesiones se manejan información multimedia, chat, llamadas, etc. Otra característica de este protocolo que se basa en un modelo de punto a punto, que brinda la ventaja de tener una gran cantidad de llamadas sin la carga de flujos de los paquetes RTP.

Al otro lado el protocolo IAX2 posee ciertas características entre ellas, la reducción del ancho de banda, no presenta problemas con respecto al firewall y presenta un mejor desempeño en redes que implementan NAT. Sin embargo, la principal desventaja de este protocolo, es que actualmente no se encuentra estandarizado, esto implica que se encuentre en pocos dispositivos para soluciones de VoIP.

Teniendo en cuenta el escenario de los sitios de UNICAM y las características de los protocolos mencionados anteriormente, el estándar ideal ante esta situación será SIP, debido a la gran variedad de soluciones con respecto a los equipos en que se encuentra y que se pueden adaptar mejor a la problemática de la institución.

Finalmente, SIP se basa en un modelo de petición/respuesta, lo que permite que haya menos saturación del tráfico de la red. A esto se agrega que, en los sitios al

menos al momento de la creación de este documento, sólo se piensa en la implementación de una línea telefónica por sitio.

4.1.5.4.4.1.2.3.2 El códec

El códec propuesto en este plan es el G.711, debido a que es OpenSource, además una de sus principales características es el bajo nivel de compresión del audio, lo que implica una alta calidad de voz. El ancho de banda que este códec consume es de 64 kbps.

Como el códec tiene que pasar por un proceso de empaquetamiento en las capas del modelo OSI, por lo tanto, los encapsulamientos de RTP, IP, UDP y Ethernet suman un total 31.2 kbps.

Una vez que el códec G.711 es empaquetado, se obtiene una tasa de transferencia de datos consumida por usuario de 95.2 kbps al realizar una llamada; siendo que la comunicación tiene que realizarse entre dos personas, el valor obtenido anteriormente pasaría a ser el doble, dando como resultado 190.4 kbps por llamada. Al utilizarse un teléfono por sitio, se deberá garantizar al menos 200 kbps para las llamadas.

Finalmente, el plan de marcación será definido por el administrador de telefonía de la UNAN Managua, para no desorganizar la planeación que actualmente posee.

4.1.5.4.4.1.3 Cableado Estructurado en los sitios

Cada uno de los sitios de la UNAN FAREM Matagalpa debe disponer de un cableado estructurado de datos y telefonía IP, que debe estar formada principalmente por el cableado horizontal de cables de cobre UTP.

Dada la relevante importancia del cableado, se exigirá la garantía de fabricante en la instalación del cableado de datos.

4.1.5.4.4.1.3.1 Especificaciones técnicas de los materiales

Cable UTP/STP

El cableado horizontal (desde los gabinetes hasta las rosetas) se realizará con cable U/UTP categoría 6 aumentada o Cat 6A, de 4 pares con un diámetro por

conductor de 23 AWG, con separador de pares con sección en cruz, del tipo 10GPLUS (AC6U-HF1) de Brand-Rex o de características equivalentes.

Las cubiertas de los cables deberán ser acorde a las normativas de incendios siguientes:

Tabla 22: Normativas de incendio de cableado estructurado para UNICAM

	Normativa internacional
No propagador de la llama	IEC-332-1
Nula emisión de gases corrosivos	IEC-754-2
Cero halógenos	IEC-754-1
Baja emisión de humos opacos	IEC-103-4

Fuente: (IEC, 2011)

Las características de los cables, la asignación de colores a los pares y demás detalles acerca de la instalación y conexión se encuentran recogidos en las normas:

- TIA: Categoría 6 aumentada: 568B.2 Addendum 10 D3.0
- ISO-IEC: Clase Ea: 11801 ed2.1 - 2nd FPDAM

Se prefiere, para mantener la estandarización con el recinto Mariano Fiallos Gil, la estandarización (T568B).

4.1.5.4.4.1.3.2 Rosetas

Cada roseta cumplirá las especificaciones de la categoría 6A tal y como se describe en las normas:

- TIA: Categoría 6 aumentada: 568B.2 Addendum 10 D3.0
- IEC: Clase Ea: 11801 ed2.1 - 2nd FPDAM

Los adaptadores utilizados para anclar la roseta a la caja deben ser los adecuados, de forma que, con el uso de la roseta, conexión y desconexión de patchcords, no se salgan, cambien de posición o deformen.

4.1.5.4.4.1.3.3 Gabinetes

Cada uno de los sitios debe contar al menos un gabinete de distribución, que será el núcleo del nodo de red.

Los gabinetes de distribución deberán ser metálicos, aptos para Wall Mount Rack de 19" de 10 RU (unidades rack) de altura. Deberán tener puertas o paneles que se abran con facilidad para el acceso lateral, puertas frontales batientes en ambos sentidos y serán accesibles para los cables tanto por la parte posterior como por la base y techo del armario. Irán provistos de toma de tierra y cerradura en las puertas. Los gabinetes dispondrán de al menos un organizador de cable horizontal de 1RU (unidad rack).

Es de suma importancia la correcta instalación del cableado estructurado, así como la garantía de los materiales a utilizar. Por ello se recomienda que se exija el certificado de garantía del fabricante del sistema de cableado instalado. Dicha garantía deberá tener una validez mínima de 15 años. Se exigirá que la empresa que realice la instalación tenga certificaciones en el ramo de instalaciones horizontales.

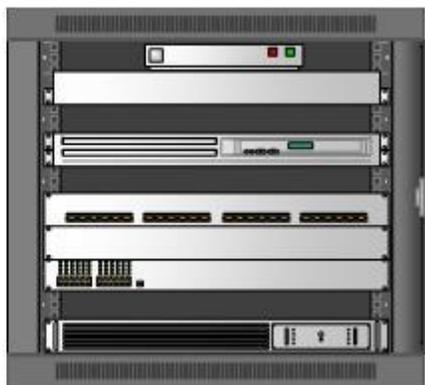
Además, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Todos los cables (mangueras de fibra y cables de cobre) se instalarán ordenados y maceados en el interior del gabinete y con espacio suficiente para poder desplazar los elementos a cualquier parte del armario sin desconectarlos. Los cables no deberán invadir los huecos destinados a la electrónica de red, ni por los laterales ni por el fondo.

En el gabinete los elementos se dispondrán en el siguiente orden de arriba abajo, por unidad rack, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 28: Propuesta de organización de gabinetes en UNICAM

- 10: EXT – Transceptor Fibra
- 9: ODF Multimodo
- 8: Libre/Espaciador
- 7: Router/Servidor 1RU
- 6: Libre/Espaciador
- 5: PatchPanel 24pt Cat. 6A
- 4: Organizador cables Horizontal
- 3: Switch 24 Pt
- 2: Libre
- 1: UPS



Fuente: Elaboración propia

Los conectores (pigtaills) entre el ODF y el Transceptor (ETX) deberán ser multimodo, con conectores SC/LC, salvo disposición del proveedor (ISP) de utilizar otro tipo de conector.

Debe garantizarse conectividad Gigabit, entre el servidor/router y el transceptor, por ello se recomienda el uso de patchcord UTP certificado de 3 pies de largo. Lo mismo para la conexión entre el servidor y el switch. Una opción de mejor rendimiento, pero más cara, es utilizar puertos MiniGbic multimodo, tanto en el servidor/router como en el switch, para tener conectividad basada en fibra. Esto convertiría al ETX del proveedor en un dispositivo innecesario.

Para el patchpanel, el destrenzado de los cables para el crimpado o insertado de conectores debe ser lo más corto posible y nunca deberá sobrepasar los 6 mm desde el conector. Además, cada par debe ir crimpado de forma que pueda accederse a él a través del conector etiquetado con su color.

La alimentación de los gabinetes debe provenir de la UPS de Onda Sinusoidal de 1RU instalada en su interior. Esta a su vez estará conectada a tomacorrientes debidamente polarizados. Esta UPS o SAI debe poseer las siguientes especificaciones: proteger al equipo en el gabinete de tiempo muerto y pérdida de datos debido a apagones, caídas de voltaje, sobretensiones y ruido en la línea; corregir caídas de voltaje y sobrevoltajes entre los 83 y los 147V, poseer al menos 6 tomacorrientes NEMA 5-15R, preferiblemente controlables mediante interfaz de

red, ser administrable, cumplir con las estrictas directrices de eficiencia de ENERGY STAR y por último brindar autonomía de 15 a 40 min a plena carga.

4.1.5.4.4.1.3.4 Documentación

Como documentación se deberá obtener lo siguiente:

- Garantía de instalación del fabricante del cableado (cobre y fibra). En ella deberá constar el tiempo durante el cual el fabricante garantiza que la instalación cumple los parámetros certificados, que será como mínimo 15 años.
- Certificaciones de todas las tomas de voz y datos, así como de los enlaces UTP, en soporte digital en los siguientes formatos:
- Planos incluyendo:
 - Situación de tomas de voz y datos con la numeración de cada toma.
 - Recorrido de las canalizaciones.
- Esta documentación se entregará en papel y en soporte digital en formato AutoCAD.
- Llaves de todos los gabinetes.
- Planos en formato AutoCAD incluyendo el recorrido de fibra y de cobre por cada sitio, donde se indique también la longitud exacta, el tipo y el número de fibras o cables de cobre instalados (El plano base será proporcionado por la UNAN FAREM Matagalpa). Cada acometida se dibujará sobre una capa distinta.

4.1.5.4.4.1.3.5 Plan de capacitación y soporte técnico informático

Como parte del proceso que lleva a la mejora continua, uno de los campos en los que más se enfoca este plan es el tema de la capacitación del personal, ya que mientras más capacitado se encuentre el personal que administre la red de en los sitios, tendrán la posibilidad de irse integrando a todos los retos que se puedan presentar.

A través del desarrollo de estas capacitaciones se proveerán a la Universidad recursos humanos altamente calificados en términos de conocimiento, habilidades y actitudes para un mejor desempeño de su trabajo.

Cuando el recurso más valioso de la institución (el humano) ve que la institución se preocupa por su desarrollo personal, éste desarrolla el sentido de responsabilidad hacia la Universidad a través de una mayor competitividad, conocimientos apropiados e incluso se logran cambios en el comportamiento de los individuos.

Una de los principales aspectos de capacitación debería ser la pertenencia e identidad institucional. El sentirse cómodo y en un ambiente laboral agradable siempre permite al empleado ser receptivo y trabajar en pro de las metas institucionales. Por otro lado, no debe descuidarse los aspectos de capacitación técnica, entre los que se pueden hacer las siguientes capacitaciones:

Es importante fortalecer los conocimientos de todo el personal en aspectos funcionales tales como networking, donde todos los integrantes tengan un conocimiento mínimo en la gestión de la red, porque actualmente la solución de problemas se carga en un solo empleado.

Es importante también que la unidad TIC tome un curso de telefonía IP que contemple el análisis e implementación de protocolos actuales, sus ventajas y desventajas en la operación y rendimiento de la red, para desarrollar en el personal un nivel de comprensión para resolver problemas tanto en el gateway como el callmanager.

La misma recomendación ocurre con respecto a las temáticas de electrónica. Actualmente sólo uno de los cuatro miembros se encarga de la especialización en aspectos electrónicos.

La idea de estas capacitaciones no es reducir el nivel de especialización de cada uno de los miembros del personal, sino más bien fortalecer el equipo para que ante la ausencia del especialista, los demás miembros del equipo puedan resolver algunos casos de problemáticas leves.

4.1.5.4.4.2 Maquinaria y equipos

En lo posible se debe estandarizar la marca y el proveedor de los equipos que se utilizarán en el sistema, pues esto puede bajar costos de la adquisición y asesoramiento técnico de los proveedores, además de mejorar y agilizar las tareas de mantenimiento.

4.1.5.4.4.2.1.1 Infraestructura de red básica

La red de comunicaciones que soportará al sistema de información diseñado para la Universidad, deberá tener las siguientes características:

- Red principal de fibra óptica, para la interconexión de los sitios remotos.
- Enlace vía radio enlaces en las frecuencias libres 2.4 y 5.8, entre el en sitio de demarcación (donde se recibe el servicio del proveedor) y unidades administrativas o académicas ubicadas en distancias mayores de 500 metros.
- Red de cableado horizontal STP 6 blindado.
- Protocolo TCP / IP. Dependerá de la planificación de la escalabilidad de la red si se implementarán las versiones 4 o 6, pero la red debe soportar a ambos.
- Capacidad para el acceso simultaneo de los dispositivos a la red institucional con un ancho de banda por cada una de al menos 256Kbps y de un máximo de 2Mbps. Esto puede variar dependiendo del día de la semana (puesto que la mayor afluencia de usuarios es el fin de semana). Las estimaciones realizadas establecen que se necesitan al menos 20Mbps para satisfacer a 40 dispositivos conectados simultáneamente, garantizando un 25% de calidad de servicio.
- El sistema debe ser escalable, es decir, ser capaz de crecer según las necesidades.

4.1.5.4.4.2.1.2 Equipos para el sistema de telefonía basada en tecnología IP

Como no existe actualmente tecnología de VoIP implementada en los sitios, se propone la implementación de un sistema de VoIP. El sistema propuesto deberá ser capaz de soportar todos los requerimientos de procesamiento de llamadas, mensajería de voz, características de Management y de administración. Además, el sistema propuesto deberá ser capaz de soportar un crecimiento no anticipado con alta escalabilidad, acorde a las necesidades de cada sitio. Con la intención de que sea un sistema convergente, se debe implementar una combinación de dispositivos o arquitecturas de red inteligente con capacidad para cumplir o superar este objetivo.

Las características propuestas para este sistema son, pero no se limitan a:

- Infraestructura de red con capacidades de Voz/Datos/video: Integración de voz, datos y aplicaciones de video convergente en el Protocolo de Internet (IP). Que se integren fácilmente en la infraestructura de la red telefónica de la facultad, incluyendo su conexión con la PSTN.
- Soporte de estándares abiertos (Open System Standards): Debe tener soporte de sistemas de estándares abiertos tales como H.323, 802.1p y 802.1q, MGCP, SIP, TAPI, JTAPI, IAX etc.
- El sistema de Telefonía IP deberá soportar el manejo de videotelefonía habilitada con manejo del protocolo H.264, o TIP (Telepresence Interoperability Protocol) de Cisco Telepresence.
- Administración del Sistema: La máxima flexibilidad para una rápida intervención y eficiencia, posibilidad de cambios de configuración eficiente a través de una interfaz basada en un browser de web como interfaz. Pueden utilizarse Elastix o Issabel, por mencionar algunas.
- El sistema de procesamiento de llamadas deberá manejar el protocolo SIP con lo cual podrá ser registrado cualquier dispositivo que cumpla con el RFC 3261, 3262, 3264, 3265, 3311, 3515 y 3842; así como troncales SIP conforme a los RFCs 2833, 2976, 3261, 3262, 3264, 3265, 3311, 3515, 3842, 3856 y 3891.

4.1.5.4.4.2.1.2.1 Servidor de comunicaciones de telefonía IP:

Se deberá proporcionar un sistema de administración de telefonía IP que deberán dar servicio a 200 extensiones con capacidad de crecimiento de hasta 1000 extensiones en un mismo chasis y podrá ser utilizado a través de una red de campus, que forme parte de una arquitectura de voz, video y datos integrados. Deberá soportar al menos las siguientes características:

El sistema propuesto deberá contar al menos con las siguientes funcionalidades:

- Tener la capacidad instalada de 50 ext. con capacidad de escalamiento a 500 ext. y permitir la interconexión a sitios remotos a través de interfaz estándar H.323, SIP, IAX.
- Deberá contar con la capacidad para hacer copias de seguridad de los datos más importantes y la flexibilidad de guardar los datos importantes de los usuarios en otro servidor situado en cualquier lugar de la red IP.
- Debe ser fácilmente integrado con sistemas operativos hipervisores (Hyper-V, VmWare ESXi), para ser virtualizado.
- Soporte de videotelefonía para permitir realizar llamadas de video entre extensiones.
- Configuración del perfil del usuario en cualquier teléfono IP mediante un usuario y password. o Manejo del protocolo SIP, a nivel de procesamiento de llamadas, terminales telefónicas IP-SIP y troncales SIP.
- Los teléfonos IP (SIP y no SIP) de la localidad remota deben contar con la capacidad de generar llamadas entre sí y con números externos, generar conferencias entre sí y con números externos, generar transferencias entre sí, es decir el servicio de telefonía debe incluir los elementos necesarios de control para garantizar la sobre vivencia en situaciones de falla en el enlace.
- Los teléfonos IP (SIP y no SIP) deben contar con la misma interfaz de uso para el usuario final en la situación de operación normal y en la situación de falla donde se dispare el proceso de modo de operación de sobre vivencia.
- Se deberá contar con un esquema de descubrimiento mediante el cual el switch LAN al cual se conecte un teléfono IP pueda asignar de forma

automática la VLAN de voz al teléfono y los parámetros de calidad de servicio sin intervención del administrador.

- Contar con la última versión del sistema liberada por el fabricante debiendo ser capaz de soportar capacidades propias del sistema tales como:
- Recuperación de fallos PSTN.
- Supresión de silencio, detección de actividad de voz.
- Plan de marcación unificado.
- Los teléfonos IP deberán soportar el manejo de VLANs.
- El sistema debe proveer la capacidad de brindar fácilmente un esquema de numeración IP para los teléfonos IP sin la necesidad de hacer modificaciones en el plan de numeración existente.
- Registro de detalles de las llamadas (CDR) o tarificador (centralizado).

Para ello, el servicio telefónico deberá contar con el siguiente equipo:

- Cualquier sistema que cumpla con los requisitos mínimos anteriores
- Servidor VoIP deberá contar con las siguientes características mínimas (hay que recordar que este servidor estará virtualizado):
 - Procesador Intel Dual-Core Xeon 2.8 GHz y 8 MB of Layer 2 cache.
 - 2 discos duros de al menos 100GB con tecnología SAS en RAID 1 con velocidad mínima al disco de 10.000 (RPM).
 - Al menos 4GB de memoria RAM, escalable.

4.1.5.4.4.2.1.2.2 Especificaciones de los teléfonos

Los teléfonos requeridos para la implementar la telefonía IP en los sitios deberán cumplir con las siguientes especificaciones mínimas:

Tabla 23: Especificaciones mínimas de teléfonos IP

Descripción	Especificación mínima
VoIP	G.711 y G.722 (wide band)
Seguridad	TLS y SRTP como mínimo
Adquisición de parámetros de red	DHCP y estático

Descripción	Especificación mínima
Calidad de servicio	IEEE 802.1p/Q, TOS, DSCCP
IP	Soporte para IPv4 e IPv6
Cantidad de conectores RJ45	Dual switched auto-sensing 10/100Mbps (al menos dos)
Alimentación	El terminal debe soportar alimentación Power over Ethernet (PoE) y alimentación DC
Cantidad de líneas	Al menos 2
Display (pantalla)	128x40 pixeles, gráficos LCD. Puede o no ser a color y debe mostrar al menos 20 caracteres.
Soporte de estándares	802.1x y 802.3az
Conectividad	Bluetooth para auricular (auricular bluetooth incluido) y conector RJ11 estándar.
Temperatura de funcionamiento	0 a 45 °C
Funcionalidades	Altavoz con cancelación de eco

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis documental.

4.1.5.4.4.2.1.3 Equipos para la red de área local en los sitios

Se deberá disponer de dispositivos que permitan convergencia, administración, protección y seguridad los mismos que se describen a continuación y que deberán cumplir con las siguientes características mínimas:

4.1.5.4.4.2.1.3.1 Especificaciones de los switches de acceso

Los switches de acceso recomendados para la implementación en los sitios, deberán cumplir con las siguientes especificaciones mínimas:

Tabla 24: Especificaciones mínimas de los switches de acceso

Características	Especificación mínima
Velocidades	Gigabit Ethernet
Puertos	26 x 10/100/1000 + 2 x combo Gigabit SFP
Método de autenticación	RADIUS, Secure Shell (SSH), TACACS +
Tamaño de la tabla de dirección MAC	8000 entradas

Características	Especificación mínima
Power Over Ethernet (PoE)	PoE
Indicadores de estado	Velocidad de transmisión del puerto, sistema, enlace / actividad
Algoritmo de cifrado	SSL
Protocolo de enrutamiento	Enrutamiento estático IPv4, IPv6
Voltaje nominal	AC 120/230 V
Frecuencia requerida	50/60 Hz
Tipo	fuentes de alimentación interna
Tipo de cableado	Ethernet 1000Base-T, Ethernet 100Base-TX, Ethernet 10Base-T
Tamaño de la tabla de dirección MAC	8000 entradas
Tecnología de conectividad	cableado
Conmutación avanzada	Capa 3
Características	Soporte de lista de control de acceso (ACL), compatibilidad con BOOTP, control de tormentas multicast, compatibilidad con múltiples protocolos de árbol de expansión (MSTP), calidad de servicio (QoS), compatibilidad con el protocolo de árbol de expansión rápido (RSTP), protocolo Spanning Tree (STP)Compatibilidad con Syslog, compatibilidad con el protocolo trivial de transferencia de archivos (TFTP), control de tormentas Unicast, soporte de VLAN, colas de Round Robin redondeadas (WRR), Broadcast Storm Control, firmware actualizable, conmutación de capa 2,conmutación de capa 3, duplicación de puertos, soporte DHCP, soporte DiffServ, prevención de ataques DoS, IGMP snooping, soporte IPv6, soporte de Jumbo Frames,MLD snooping
Cumplimiento de normas	IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z, IEEE 802.1p, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x,IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.3af
Administrable	Sí
Protocolo de enrutamiento	Enrutamiento IPv4 estático
Protocolo de conmutación	Ethernet
Protocolo de gestión remota	CLI, HTTP, SSH, Telnet, HTTPS, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9,SNMP 1, SNMP 2c, SNMP 3

Características	Especificación mínima
Modo de comunicación	Full-duplex, Half-duplex
Kit de montaje en rack	incluido
Algoritmo de cifrado	SSL
Altura (unidades de rack)	1 m
Temperatura de funcionamiento mínima	0 ° C
Temperatura de funcionamiento máxima	40 ° C
Rango de humedad operativo	10 - 90% (sin condensación)
Marca	Reconocida
Compatibilidad	Mac, PC
Anchura	17.3 "
Profundidad	10.1 "
Altura	1.8 "
Peso máximo	9.04 lbs
Tipo conexión CLI	cable serial
Factor de forma	externo
Tipo	10/100/1000
Cantidad de puertos	Al menos 24

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis documental.

4.1.5.4.4.2.1.3.2 Equipos para la red inalámbrica en los sitios remotos

Se deberá proporcionar al menos un punto de acceso con 2 radios por sitio que posea las siguientes especificaciones mínimas:

Tabla 25: Puntos de Acceso recomendados para la red de UNICAM

Características	Especificación mínima
Modos de despliegue	Centralizado (con controladora), standalone (sin controladora), sniffer, FlexConnect™, Flexmonitor**, ZoneFlex™, CnPilot™, UniFi™, OfficeExtend**, mesh
Controladoras soportadas	<ul style="list-style-type: none"> ● Cisco 2500 Series Wireless Controller ● Zoneflex Ruckus ● Cisco Mobility Express ● UniFi Controller
802.11n version 2.0	<ul style="list-style-type: none"> ● 3x3 MIMO with two spatial streams ● Maximal ratio combining (MRC) ● 20- and 40-MHz channels ● PHY data rates up to 300 Mbps (40 MHz with 5 GHz)

Características	Especificación mínima
	<ul style="list-style-type: none"> ● Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) ● 802.11 dynamic frequency selection (DFS) ● Cyclic shift diversity (CSD) support
Capacidades 802.11ac Wave 1 and 2	<ul style="list-style-type: none"> ● 3x3 MIMO with two spatial streams, single-user or multiuser MIMO ● MRC ● 802.11ac beamforming (transmit beamforming) ● 20-, 40-, and 80-MHz channels ● PHY data rates up to 867 Mbps (80 MHz in 5 GHz) ● Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) ● 802.11 DFS ● CSD support
	<ul style="list-style-type: none"> ● 2.4 GHz, gain 3 dBi, internal omni, horizontal beamwidth 360° ● 5 GHz, gain 5 dBi, internal omni, horizontal beamwidth 360°
	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 x 10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45), Power over Ethernet (PoE) deseable ● Management console port (RJ-45) ● USB 2.0 (enabled via future software)
	<ul style="list-style-type: none"> ● Status LED indicates boot loader status, association status, operating status, boot loader warnings, boot loader errors
	<ul style="list-style-type: none"> ● 254 usuarios teóricos y al menos 100 reales.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Cisco Aironet, Ruckus ZoneFlex, Cambium CnPilot, Ubiquiti UniFi
	<ul style="list-style-type: none"> ● Indoor, Outdoor

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis documental.

4.1.5.4.4.2.1.3.3 Especificaciones del router de sitio o del servidor.

Es este apartado particular, la institución tiene dos opciones: la adquisición de un router de sitio o la adquisición de un servidor. Se recomienda la adquisición de cualquiera de las alternativas según criterios que la institución determine; como podrían ser costos, disponibilidad, mantenimiento u otros aspectos que se consideren relevantes.

Es importante recordar que las recomendaciones plasmadas a continuación, son brindadas considerando la premisa de que implementará el puente VPN descrito en el acápite 4.1.5.2.2. No obstante, ambas recomendaciones funcionarán perfectamente, aunque esta opción no se implemente.

En ambos casos se realizan las respectivas recomendaciones técnicas, que se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 26: Especificaciones mínimas de router para UNICAM

Características	Especificación mínima
Licencias	Licencia IP base
Velocidades	Throughput agregado: 100 Mbps mínimo en configuración base, ampliable a 300 Mbps mínimo
Compatibilidad	Internet Key Exchange (IKEv1 and IKEv2)
	Cisco FlexVPN Compatible/Interoperable
	OpenVPN Compatible/Interoperable
Puertos	Puertos WAN or LAN 10/100/1000: mínimo 3
	SFP-based ports: mínimo 1
	External USB 2.0 slots: deseable 1. No indispensable
	Ethernet, 802.1q VLAN
	Serial (RS-232) o USB Mini B
Energía	AC input voltage: 100 to 240 VAC autoranging
	AC input frequency: 50 Hz Nominal
Protocolos	IPv4, IPv6 Static routes
	Routing Information Protocol Versions 1 and 2 (RIP and RIPv2)
	Open Shortest Path First (OSPF)
	Border Gateway Protocol (BGP), BGP Router Reflector

Características	Especificación mínima
	Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)
	Multicast Internet Group Management Protocol Version 3 (IGMPv3)
	Point-to-Point Protocol (PPP)
	Multilink Point-to-Point Protocol (MLPPP)
	PPP over Ethernet (PPPoE)
Servicios	Access control lists (ACL)
	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
	DNS
	Hot Standby Router Protocol (HSRP) o Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)
Autenticación	RADIUS
	Authentication, authorization, and accounting (AAA)
Tunneling	Layer 2 and Layer 3 VPN
	IPsec
	Layer 2 Tunneling Protocol Version 3 (L2TPv3)
	Bidirectional Forwarding Detection (BFD)
	IEEE 802.1ag, IEEE 802.3ah
	Generic Routing Encapsulation (GRE)
	Encryption: DES, 3DES, AES-128 or AES-256 (in CBC and GCM modes); Authentication: RSA (748/1024/2048 bit), ECDSA (256/384 bit); Integrity: MD5, SHA, SHA-256, SHA-384, SHA-512

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis documental.

Como se aprecia en la tabla anterior, los requerimientos mínimos son cumplidos por la mayoría de Routers ISR del mercado. Se recomendaría la adquisición de marcas como Cisco, Juniper, Ubiquiti (Edge) o Avaya.

Ahora, si la institución prefiere la adquisición de un servidor de montaje en rack, hay que tener en cuenta las dimensiones del servidor, ya que las dimensiones estándar probablemente no quepan dentro del gabinete propuesto en el acápite 4.1.5.2.4.

Se propone entonces la adquisición de un servidor que posea las siguientes características mínimas:

Tabla 27: Especificaciones mínimas para los servidores a utilizar en los sitios de UNICAM

Características	Especificación mínima
Procesador	Intel Xeon E7-8893V3 a 3.2GHz
Memoria	4 GB DDR3 800/667MHz
Disco	1 TB SAS/SATA al menos a 72000 RPM
Puertos Ethernet	2x RJ45 LAN port a 10/100/1000
Chasis	Form factor, 1U Rackmount
Dimensiones	Altura 1.7"
	Ancho 19"
	Profundidad 9.8"
	Peso 10 lbs
Sistema Operativo	Compatibilidad con sistemas Linux kernel 3.10.0-327.el7.x86_64, Debian o CentOS, preferiblemente
Alimentación Voltaje	Fuente de alimentación AC-DC de bajo ruido de 200 W con PFC, voltaje 100 - 240V, 50-60Hz, 3-1.5 Amp Max

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis documental.

Como se mencionó anteriormente, será la institución quien tome la última palabra sobre la adquisición de estos dispositivos.

Una vez se han cubierto los equipos básicos a utilizarse en los sitios, se propone la implementación de un equipo de seguridad perimetral que filtre el tráfico proveniente desde los distintos sitios.

Se detalla a continuación la propuesta:

4.1.5.4.4.2.1.3.4 Equipo de seguridad (a utilizar en el nodo)

Se propone la implementación de equipo con características de Firewall, concentrador VPN y servicio anti amenazas (UTM):

Se requiere al menos un appliance de seguridad perimetral, que cumpla con los siguientes requisitos mínimos:

- Hardware dedicado para funciones de seguridad de red con el soporte de las siguientes características: Firewall con inspección con conocimiento de estado de la sesión (statefull inspection), VPNs de IPSec, VPNs de Web/SSL; compuesto por hardware, software, firmware y accesorios necesarios para su instalación, configuración y operación completas a través de una interfaz gráfica.
- Debe ser compatible con montaje en rack de 19".
- El equipo deberá poseer fuente de alimentación interna y operar en 110V
- Debe poseer por lo menos ocho interfaces Gigabit ethernet 10/100/1000.
- Debe poseer dos interfaces seriales, siendo una interfaz para consola y otra como auxiliar para acceso remoto y dos puertos USB 2.0, para respaldos de configuraciones.
- Debe realizar el almacenamiento del sistema operativo en memoria flash, sin la necesidad de dispositivos electromecánicos (discos duros) para esta función.
- Debe permitir la configuración de por lo menos 25 interfaces virtuales (VLANs).
- Debe poseer throughput de firewall de al menos 450 Mbps.
- Debe poseer throughput de VPNs de al menos 225 Mbps.
- Debe poseer throughput de firewall en conjunto con anti amenazas de 200 Mbps.
- Debe soportar al menos 100.000 sesiones concurrentes de firewall.
- Soporte Anti-virus, Anti-Spyware, Anti-Spam, Anti phishing y debe poseer licenciamiento para 1000 usuarios.
- Que pueda tener el mismo equipo Filtrado Web mediante actualización, o suscripción.

- Debe soportar la configuración de QoS, asignación de ancho de banda y ruteo dinámico de al menos OSPF.
- Soporte de HW y de SW del mismo fabricante.
- Soporte de 3DES y AES en Hardware.
- Integración con equipo de autenticación y autorización de usuarios.
- Soporte de NAT y PAT para protocolos de voz SIP, MGCP, H.323, así como para la implementación de zona desmilitarizada (DMZ).
- Protección en tiempo real de acceso web, mail y transferencia de archivos.
- Capacidad de filtrado URL.

4.1.5.4.4.3 Valoración de la inversión

Se estima que cada municipalidad deberá invertir sin esperar un retorno, por lo que realizar análisis de VAN o TIR, resultarán como no rentables al tratarse de un proyecto puramente social. Puede referirse al apartado 4.1.5.4.5.6 sobre los *Aspectos sociales del proyecto* para más detalle.

4.1.5.4.5 Aspectos administrativos

4.1.5.4.5.1 Aspectos legales del proyecto

Al ser las municipalidades y la Universidad los principales interesados en el desarrollo del proyecto, deberán desarrollar un marco legal para la ejecución del proyecto dentro de los convenios previamente establecidos, y dentro de las leyes 40 (De las municipalidades) y 89 (de la Autonomía Universitaria) de la República de Nicaragua.

En cuanto al marco legal del software a adquirir, en lo que refiere a los equipos de red, la mayoría de estos equipos disponen de software propietario, por ejemplo Cisco IOS en caso de switches, Puntos de Acceso y Routers Cisco, están incluidos en la compra del dispositivo.

Hay que tratar el tema de copyright en aquellos dispositivos como los firewalls, que dependen de un licenciamiento anual o por quinquenio.

4.1.5.4.5.2 Marco institucional y legal del proyecto

En el marco institucional de la UNAN FAREM Matagalpa, debe destacarse el Plan Estratégico Institucional 2015-2019, por lo que la implementación del proyecto

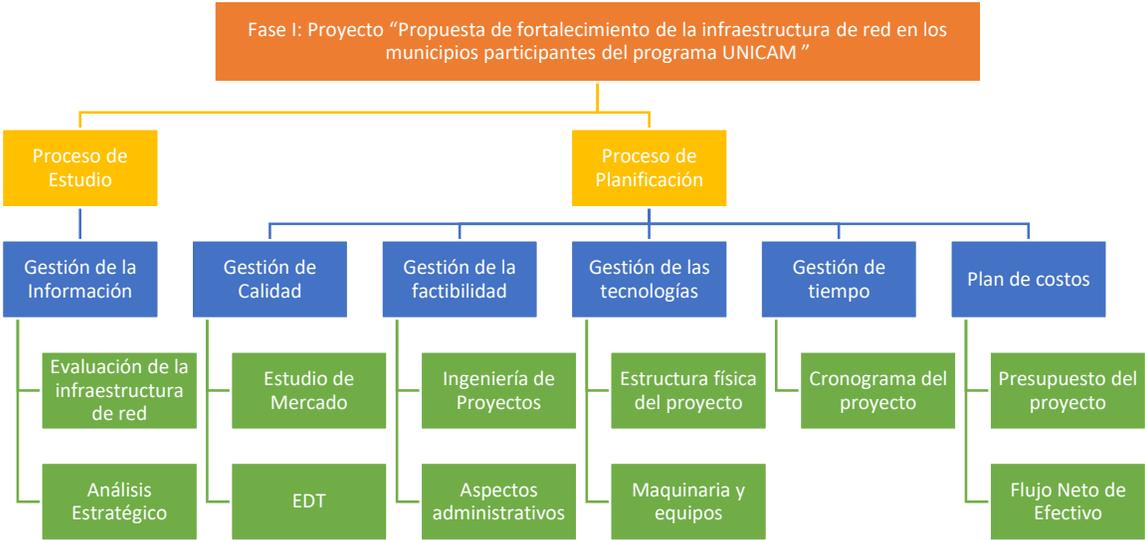
debe estar alineado con los objetivos estratégicos de la Universidad. Además, debe estar presente en todo momento el cumplimiento al Proyecto Institucional, a la Aplicación de las Normativas y Estatutos de la UNAN Managua modificadas en 2016 por bajo la dirección del Rector Elmer Cisneros (Q.E.P.D.). Finalmente, el proyecto debe ser ejecutado amparado por la ley 89 de la República. Por su parte, las municipalidades deberán actuar en el marco de la ley 40.

4.1.5.4.5.3 Obligaciones fiscales y municipales

Al ser la Universidad y las municipalidades los órganos ejecutores del proyecto, la ley 822 dicta que no es necesario hacer ninguna retención, por lo que no existen obligaciones fiscales y municipales.

4.1.5.4.5.4 Planificación y organización de la programación y ejecución de las actividades

Ilustración 29: Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)



La Estructura de Desglose del Trabajo descrita en la ilustración 29, representa el trabajo realizado en esta propuesta. No se incluye el proceso de implementación, porque será parte de la siguiente fase del proyecto.

A continuación, se presentan los principales hitos del proyecto:

Tabla 28: Programación de Hitos del Proyecto.

Hito	Fecha tope
Proceso de planeación	16/02/2018
Inicio de Reuniones para el marco de cooperación	20/03/2018
Fin de reuniones para el marco de cooperación	20/07/2018
Inicio del proyecto	30/08/2018
Licitación de equipos	08/09/2018
Proceso de estudio de ofertas	04/11/2018
Selección de oferta ganadora	12/12/2019
Inicia proceso de desembolso de fondos para adquisición	07/01/2019
Recepción de equipos	07/03/2019
Inicio de instalación y configuración de equipos	11/03/2019
Finalización de instalación de equipos	19/04/2019
Inicio de pruebas de conectividad	06/05/2019
Fin de pruebas de conectividad	10/05/2019
Recepción y puesta en marcha	20/05/2019

4.1.5.4.5.5 Aspectos sociales del proyecto

Este es un proyecto puramente social, dedicado al desarrollo de las comunidades rurales y al desarrollo de la educación superior. En la justificación del estudio puede evidenciarse la necesidad de ejecución del mismo.

4.1.5.4.5.6 Aspectos económicos del proyecto

Se espera que sean las municipalidades quienes aporten la mayor inversión, por ello, serán las municipalidades mismas con sus mecanismos de gestión económica quienes decidan sobre la organización administrativa durante la ejecución del proyecto.

De la misma manera, la UNAN Managua tiene a su disposición una Unidad de Adquisiciones, así como una división financiera y un Vicerrectorado Administrativo, entidades responsables de gestionar los aspectos económicos del proyecto de parte de la Facultad.

4.1.5.4.5.7 Aspectos ambientales del proyecto

El proyecto se centra en la adquisición de nuevo equipo, y el fortalecimiento del equipo existente. La infraestructura será implementada en lugares donde ya existe infraestructura, por lo que no generará un impacto sustantivo en los distintos microambientes; aunque sí será evidente que, al utilizar equipos nuevos, éstos son

fabricados cada vez más eficientes con el consumo energético, lo que disminuirá el impacto ambiental existente.

De igual manera, al mejorar la calidad de servicio y el soporte a conexiones simultáneas, es posible que los niveles de calor en los espacios comunes (principalmente las zonas abiertas de acceso a WiFi) se vean incrementados.

Debido a que los posibles residuos de hardware generados por la renovación de equipos de red se realizarán fuera del ciclo de vida de este proyecto, se considera que corresponderá al proyecto de continuidad y evaluación, tomar medidas para el manejo responsable de los residuos electrónicos.

4.1.5.5 Estudio financiero

4.1.5.5.1 Inversión del proyecto

La estimación del costo se determinó en **USD \$265,861.00** dólares los cuales contemplan el suministro e instalación de todos los equipos y materiales a utilizar para todo el desarrollo de la solución propuesta.

Tabla 29: Presupuesto del Proyecto

Presupuesto estimado para el proyecto “Fortalecimiento de la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM”	
Rubros	Costo (USD)
Servicios	
Anualidad enlace de datos (6 años)	\$198,720.00
Recursos Humanos	
Salarios	\$ 32,816.00
Cargos Sociales (patronal, vacaciones, aguinaldo)	\$11,813.00
Hardware y Software (infraestructura)	
Hardware y Software (instalación incluida)	\$ 22,512.00
Costo Total de Proyecto	
Total	\$ 265,861.00

4.1.5.5.2 Flujo neto de efectivo

A continuación, se muestra el flujo neto de efectivo (FNE) de cada una de los sitios. Se muestra de esta manera porque, aunque el proyecto unifica todos los sitios como uno, la decisión de ejecutar o no el proyecto, dependerá del acuerdo entre la Universidad y las municipalidades siendo estas últimas, las encargadas de la decisión de implementación de la propuesta.

En el Flujo neto de efectivo por cada uno de los sitios, se muestra que el costo de inversión del primer año por cada municipalidad que esté dispuesto a ejecutar el proyecto es de \$12,828.00 USD y luego el mantenimiento del servicio por un estimado de \$7,200.00 USD, anualmente durante el ciclo de vida del proyecto.

A este valor debe agregarse el costo del equipo que se ubicará en el nodo (Matagalpa) donde la principal inversión es en la central telefónica y el firewall, cuyo costo ronda los \$4,000.00 USD, y adicionalmente se suman \$2,000.00 USD anuales en concepto de licenciamiento de firewall.

Se puede apreciar que no son considerados gastos como electricidad o renta de espacios ya que los recintos no hacen pagos por estos servicios, ya que son instituciones públicas y la ley 822 contempla su subsidio.

Detalle de ingresos:

Renta de laboratorio a instituciones privadas u otros organismos: la universidad cobra un promedio de U\$ 1500 (mil quinientos) dólares a las instituciones por concepto de renta de espacios y equipos de cómputo. Se realizan por lo menos tres rentas de este tipo al año.

Cursos libres: Se cobra un total de U\$ 3000 (tres mil) dólares en concepto de renta de laboratorios por cada curso libre que la universidad ofrece. Se ofrece al menos un curso libre por trimestre.

Detalle de ahorros:

Mantenimiento de equipo: la adquisición de la nueva infraestructura de red incluye garantía y soporte por los próximos tres años. Se brinda mantenimiento dos veces al año al equipo que ya existe. No se incluye el gasto de mantenimiento porque está

incluido en el salario de los técnicos de computación, por lo que no es necesario castigar el presupuesto del proyecto.

Detalle de beneficios:

Tiempo dedicado a la investigación por parte de los alumnos: un estudiante dedica en promedio 8 horas de investigación a la semana. Si se pagara en un cibercafé esto equivaldría a C\$ 320 (trescientos veinte) córdobas de ahorro mensual para cada estudiante. Si el 80% de la población estudiantil hace uso de la nueva infraestructura, se beneficia a 776 estudiantes.

Tiempo dedicado a la investigación por parte de los docentes: por su parte los docentes pueden dedicar al menos 8 horas semanales a la investigación.

Aclaraciones importantes:

El IR no se incluye debido a que la universidad es pública y no se rinde impuesto sobre las utilidades. Tampoco goza del beneficio del financiamiento externo.

Ilustración 30: Flujo Neto de Efectivo del Proyecto

Flujo Neto de Efectivo						
Períodos (anuales)	0	1	2	3	4	5
Inversión						
Inversión fija						
Routers	1,350					
Switches	600					
Puntos de Acceso	600					
Gabinete	235					
Cableado estructurado	600					
Sistema Electrico	300					
UPS	200					
Teléfono IP	70					
Total inversion fija	3,955	0	0	0	0	0
Inversión diferida						
Enlace de Datos (20 Mbps)	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200
Total inversion diferida	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200
Inversión Bruta	11,155	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200
IVA 15%	1,673					
Total inversión	-12,828	-7,200	-7,200	-7,200	-7,200	-7,200
Ingresos						
Renta de espacios a instituciones privadas		4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Cursos Libres		9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
Ahorros						
Mantenimiento de equipo		7,060	7,060	7,060		
Beneficios						
Tiempo dedicado a la investigación por los estudiantes		69,705	69,705	69,705	69,705	69,705
Tiempo dedicado a la investigación por los docentes		1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Mejora del IDH en el municipio, por cada 200 usuarios		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Total ingresos	0	93,065	93,065	93,065	86,005	86,005
Gastos						
Gastos administrativos						
Salarios (incremento 8% anual)		480	518	560	605	653
Imprevistos (viajes a los sitios)		800	850	825	950	1,100
Total gastos administrativos	0	1,280	1,368	1,385	1,555	1,753
Gastos de producción (Implementando el Proyecto)						
Papelería y documentación (entregables)		880	880	880	880	880
Salarios (seguimiento y evaluación del proyecto)		6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Total gastos de producción	0	6,880	6,880	6,880	6,880	6,880
Total gastos	0	8,160	8,248	8,265	8,435	8,633
Utilidad bruta (U\$)	-12,828	92,105	92,017	92,000	84,770	84,572
Utilidad Neta (C\$)	-416,918	2,993,413	2,990,540	2,990,004	2,755,036	2,748,589
Tasa de cambio:	32.5					

4.1.5.5.3 Fuentes de financiamiento

Se conciben dos principales Patrocinadores:

Las municipalidades, con su presupuesto local la cooperación externa y partida del presupuesto nacional, serán encargados de al menos el 85% de la inversión.

La universidad a través del 6% constitucional y una partida de fondos propios podrían asumir el 15% de la inversión, además de garantizar la negociación con los proveedores.

4.1.5.5.4 Gastos de organización

Como las instituciones ejecutoras ya tienen personal especialista en proyectos y en infraestructuras, no se harán cargos al proyecto en conceptos de organización.

4.1.5.5.4.1 Punto de equilibrio

La ejecución del proyecto no representa pérdidas ni ganancias para ninguna de las instituciones ejecutoras.

4.1.5.5.4.2 Rentabilidad del proyecto

Al ser este un proyecto de carácter social, no se puede estimar sólo utilizando valores económicos tradicionales como VAN, TIR o CAE.

Lo ideal es estimar la cantidad de beneficiarios del proyecto, así como el Índice de Desarrollo Humano (IDH), establecido en Nicaragua en 0.658 en 2017 (ORBYT, 2018), que lo ubica en el puesto 124 del mundo.

El proyecto es rentable porque tendrá, durante su ciclo de vida al menos a 3000 beneficiarios directos miembros de más de 2000 familias en cinco municipios, ayudará al mejoramiento de la calidad educativa y sumará al crecimiento del IDH del país, ubicándonos en una posición mejor por quinto año consecutivo.

4.1.5.5.5 Evaluación económica del proyecto

La decisión final sobre el presupuesto del proyecto, recaerá sobre las instituciones ejecutoras, en base a las ofertas realizadas por los ofertantes durante el periodo de licitación.

4.1.5.5.1 Matriz de etapa de evaluación del proyecto

Tabla 30: Matriz de evaluación de proyecto

EVALUACION CUANTITATIVA CON NOTAS DE 1 A 10		ESQUEMA DE PUNTAJE: BAJO: 1-3 MEDIO: 4-5 ALTO: 6-8 EXCELENTE: 9-10	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN		NOTA	OBSERVACIONES
I. CRITERIOS O INDICADORES			
1.	Amenazas y beneficios globales: - Grado en que la propuesta identifica las amenazas globales que dice va a enfrentar y las propuestas para enfrentarlas; grado en que la resolución de las amenazas resultará en un beneficio global.		
II. CRITERIOS DEL PAÍS			
2.	Prioridades nacionales: - Grado en que la propuesta de infraestructura coincide con las prioridades nacionales ambientales, por ej., estrategias, programas, agendas políticas, etc.; y grado en que la propuesta complementa o incorpora otras iniciativas relevantes, relacionadas con otros proyectos que se ejecutan en la misma región, por ej., políticas públicas, iniciativas privadas.		
III. CRITERIOS TECNICOS			
3.	Beneficio Social: - Grado en que la resolución de las amenazas resultará en un beneficio ambiental; grado en que se corresponden los objetivos y actividades con los resultados esperados en los tiempos previstos.		
4.	Beneficio Técnico: - Grado en que la infraestructura tecnológica soporta los procesos sustantivos del proceso enseñanza aprendizaje.		
5.	Sostenibilidad (calcular promedio entre las siguientes categorías): a) Financiera: - Grado en que la propuesta prevé posibilidades de continuidad en base a recursos propios o con recursos de otras fuentes.		

6.	<p>Innovación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grado en que la propuesta presenta variantes respecto a los enfoques corrientes para abordar el problema identificado. 		
7.	<p>Replicabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grado en el que la metodología del proyecto y sus actividades podrían convertirse en modelo para la solución de problemas similares en otras comunidades. 		
8.	<p>Socios y beneficiarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grado en que se identifica el conjunto de actores representativos (instituciones del sector público, sector privado, sociedad civil, etc.) que debieran estar involucrados en la propuesta. 		
8.	<p>Antecedentes y capacidad del equipo de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiencia demostrada en manejo y gestión de proyectos. - Capacidad y competencia técnica del equipo de trabajo, y adecuación de los medios y recursos con los que cuenta o contará para alcanzar los objetivos del proyecto. - Capacidad de gerencia para administrar el monto solicitado (experiencia previa, presupuesto anual de la institución, capacidades administrativas). - Capacidad para asegurar un nivel máximo de cofinanciamiento. 		
9.	<p>Coherencia entre objetivos, metodología y plan de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Claridad y pertinencia de la metodología y posibilidad de alcanzar los objetivos en los tiempos previstos y con los resultados esperados. - Grado en que los resultados esperados dan cuenta de la solución a las amenazas identificadas. - Grado en que los indicadores de resultado propuestos serían efectivos y reflejan la obtención de resultados. - Razonabilidad y justificación del monto solicitado en relación con los objetivos y resultados del proyecto. 		
Nota promedio TOTAL			

4.1.5.6 Conclusiones del Proyecto

Se formuló una propuesta de fortalecimiento de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM, durante el segundo semestre de 2017 y el primer semestre de 2018.

Además se desarrolló análisis estratégico de la infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM, donde las principales estrategias fueron:

- Establecer un presupuesto anual para el Área de Informática, a nivel de facultad.
- Implementar procesos de service desk para mejorar la atención al cliente.
- Garantizar conexiones seguras a través de VPN desde todos los sitios remotos.
- Estandarizar las comunicaciones de red con ancho de banda dedicada para tecnologías VoIP
- Promover el uso de estándares de calidad de servicio en la red.
- Establecer estándares de hardware, software y comunicaciones.
- Aprovechar la disposición de apoyo de la comunidad universitaria y sus convenios para fortalecer la infraestructura de red actual.
- Creación e implementación de planes de capacitación para el personal.
- Evaluar como alternativa la tercerización de algunos componentes y/o servicios de TIC
- Incorporación oportuna del plan de contingencia de la institución.
- Desarrollar planes y soluciones tecnológicas para brindar servicios de manera más eficiente.
- Agilizar los procesos de adquisición a través del SIGI.
- Garantizar calidad de servicio en todas las locaciones, independientemente del medio de entrega del servicio (cobre, fibra o microondas).

Se analizaron los resultados del análisis estratégico y de la evaluación de la infraestructura de red, para el desarrollo de una propuesta tecnológica de fortalecimiento de la infraestructura de red.

Finalmente, se formuló una propuesta de fortalecimiento de infraestructura de red, que satisface las necesidades institucionales, y se presentó al consejo de facultad.

4.1.5.7 Recomendaciones del Proyecto

Las recomendaciones se incluyen en el apartado de recomendaciones de la tesis.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

Se realizó la evaluación de la infraestructura de red de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en los municipios pertenecientes al programa UNICAM; motivado por el descontento de usuarios con el servicio de red, y con la necesidad de definir si es necesario o no mantener esta infraestructura, que implica una gran inversión para la Universidad. Para ello, fueron consideradas tanto las opiniones de percepción de calidad de servicio de los usuarios, como la guía de buenas prácticas dictadas por ITIL 2011, estándar mundialmente conocido en cuestiones de evaluación de servicios de TI.

Se seleccionó ITIL tras analizar brevemente algunos estándares referentes para este tipo de estudios y determinar que era el más conveniente para analizar la situación de la infraestructura de red actual.

Tomando como base a los lineamientos de los objetivos, se llegó a las siguientes conclusiones:

A) El estudio realizado permitió caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN-Managua en los municipios participantes del programa UNICAM.

Entre los hallazgos más relevantes del estudio se destaca que:

- La mayoría de los usuarios perciben una buena calidad de servicio, contrario a las especulaciones iniciales.
- Los usuarios esperan acceder a más servicios de red, y la gran mayoría está de acuerdo con las limitaciones de filtrado web existentes.
- El nivel de madurez de servicios ITIL de la red es de 37% del recomendado por la guía de buenas prácticas.
- El proceso que mejor puntuación tiene es el de Operación Del Servicio, logrando una media de 4.4 de 10 y el que más trabajo necesita es el de Diseño Del Servicio que obtuvo un bajísimo 2.9 de 10.

B) Con el desarrollo del estudio también se identificaron los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y al estándar ITIL 2011.

A medida que el estudio avanzaba, se recopilaron y analizaron datos, por ello, se documentaron los hallazgos tanto de los aspectos satisfactorios como de los aspectos a mejorar.

Los principales requerimientos que se pudieron documentar son:

- La red es de vital importancia para el desarrollo de las actividades académicas de los usuarios en los sitios ya que, aunque la mayoría de usuarios tienen dispositivos para conectarse, el acceso a internet es escaso, y muchos usuarios tienen que viajar mucho para realizar una investigación en la web.
- La implementación de al menos un 25% de calidad de servicio (QoS) en el throughput para las conexiones de red.
- La inclusión de nuevos servicios de red, como VoIP o la inclusión de servicios de telepresencia.
- Incrementar el ancho de banda disponible de 10Mbps a 20Mbps, para no sólo mejorar la calidad de las conexiones actuales, sino para garantizar la inclusión de los nuevos servicios de red, sin cargar la percepción de velocidad de conexión de los usuarios.
- Este ancho de banda se fundamenta en la aplicación de un modelo matemático probado en varios países de américa latina.
- La necesidad de trabajar en el fortalecimiento del proceso de diseño del servicio, mediante la publicación del catálogo de servicios y la implementación de un plan de contingencias previamente probado y aprobado.
- La necesidad de estandarizar la infraestructura de red y la gestión de servicios de la misma; desde las comunicaciones (cableado, enlace de datos, sistemas de monitorización y administración remota) hasta los planes de capacitación que el personal técnico debe recibir.

C) Finalmente, el estudio permitió formular una propuesta de fortalecimiento de la infraestructura de red tomando en cuenta tanto los hallazgos de los requerimientos como la inclusión de nuevos servicios de red

Este plan de fortalecimiento se desarrolló a partir del análisis estratégico de los hallazgos, dividiéndolos tanto en factores internos como externos. Posteriormente estos factores fueron analizados en una matriz FODA que sirvió como insumo para crear las estrategias que la dirección deberá tomar para lograr el fortalecimiento de la red y de los servicios brindados.

Estas estrategias fueron representadas en una matriz de estrategias donde se facilitó la identificación de las estrategias que serán puramente técnicas y las que competen a la alta dirección para la toma de decisiones.

Una vez estuvieron claras las estrategias, se decidió que el plan de fortalecimiento se centraría más en los aspectos técnicos, dado que este estudio es parte de una maestría profesionalizante.

Las principales estrategias que el proyecto de fortalecimiento contempla para la alta dirección (Consejo Facultativo en este caso particular) son:

- Promover el uso de estándares de calidad de servicio en la red.
- Aprovechar la disposición de apoyo de la comunidad universitaria y sus convenios para fortalecer la infraestructura de red actual.
- Evaluar como alternativa la tercerización de algunos componentes y/o servicios de TIC.
- Incorporación oportuna del plan de contingencia de la institución
- Desarrollar planes y soluciones tecnológicas para brindar servicios de manera más eficiente.
- Agilizar los procesos de adquisición a través del SIGI.
- Establecer un presupuesto anual para el Área de Informática, a nivel de facultad.

Por último, la propuesta de fortalecimiento también contempla estrategias técnicas para:

- La estandarización de la red; cantidad de VLANS y segmentación de la red.
- Enlace de datos: medios y servicios para la conexión con el nodo e ISP, estandarización y monitoreo de las sedes con el nodo central (FAREM Matagalpa) e implementación de VPN en modo bridge de L2TPv3.
- Inclusión de una red de telefonía IP, en caso de decidir implementarla. En este mismo apartado se incluyen características que soportan la telepresencia.
- Cableado estructurado de los sitios: tanto vertical como horizontal, estándares a cumplir y posible organización de racks.
- Plan de capacitación de personal y las posibles áreas de capacitación.
- Y la especificación de requerimientos técnicos: apartado donde se especifica la ficha técnica de todos los dispositivos recomendados en los apartados anteriores.

Esta tesis es un esfuerzo para lograr crear tanto una metodología de evaluación de infraestructuras de red en áreas rurales, que combina la aplicación del riguroso método científico, guía de buenas prácticas internacionales e instrumentos únicos para el objeto de estudio; como para proponer una solución a los problemas específicos que se presentaron en el caso de estudio, y de problemas que pueden presentar las infraestructuras de red existentes a nivel global y que compartan características con el sujeto de evaluación.

5.2 RECOMENDACIONES

Este estudio no pretende ser una solución mágica y definitiva para las dificultades encontradas en la infraestructura de red de la universidad, sino más bien arrojar evidencia del estado actual de la infraestructura de red y la formulación de un plan de fortalecimiento que ayude a tomar decisiones sobre el futuro de la infraestructura de red existente en los municipios.

Para lograr precisamente que la tanto la infraestructura de red como los servicios que ésta ofrece a los usuarios sea fortalecida en el futuro, tomando como insumo los hallazgos presentados en este documento, se recomienda:

Al Consejo Facultativo (alta dirección):

- Que se valore la implementación del proyecto de fortalecimiento propuesto, el cual está basado en estándares internacionales de buenas prácticas, que asegurará el fortalecimiento de la infraestructura de red de la UNAN Managua, FAREM – Matagalpa.
- La aprobación e incorporación urgente del plan de contingencia, para garantizar el correcto funcionamiento de la infraestructura de red en caso de cualquier eventualidad.
- Que se promueva el desarrollo de planes y soluciones tecnológicas para brindar servicios de manera más eficiente.
- Que se establezca una partida presupuestaria anual para el Área de Informática, a nivel de facultad, cuyo porcentaje no sea inferior al 1% del presupuesto anual de la Facultad.
- Que se aprovechen los convenios con las municipalidades para fortalecer la infraestructura de red actual, así se pueden distribuir las cargas económicas que la universidad está sosteniendo sola.
- Que se defina junto a la Dirección de Educación a Distancia Virtual (DEDV) las posibles fechas de inclusión de programas de asignatura para las carreras de UNICAM, para garantizar el fortalecimiento de la infraestructura de red antes del despliegue de las mismas, y evitar problemas de desarrollo de los programas.

Al área TIC de la Facultad:

- Aplicar las estrategias técnicas propuestas en el plan de fortalecimiento, en orden de prioridades y posibilidades de implementación.
- Velar por el mejoramiento continuo del servicio que la red ofrece.
- Implementar sistemas de monitoreo y reportes eficientes, para detectar problemas a tiempo y evitar quejas de los usuarios.
- Publicar el catálogo de servicios existente, y evaluarlo periódicamente; ya que los usuarios no conocen el catálogo.
- Desarrollar en conjunto con SIU-DT planes de capacitación del personal, para nivelar la formación técnica de los profesionales a cargo de la infraestructura de red de UNICAM que la UNAN Managua atiende en todo el país.
- Priorizar el fortalecimiento de red en los sitios que presentan mayor dificultad de calidad de servicio: Mulukukú y Río Blanco.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

- Axelos Inc. (2011). *ITIL® Continual Service Improvement*. Londres: AXELOS.
- Axelos Inc. (2011). *ITIL® Service Design*. Londres: AXELOS.
- Axelos Inc. (2011). *ITIL® Service Strategy*. Londres: AXELOS.
- Axelos Inc. (2011). *ITIL® Service Transition*. Londres: AXELOS.
- Axelos Inc. (2011). *ITIL® Service Operation*. Londres: AXELOS.
- Axelos Inc. (Octubre de 2017). *What is ITIL® Best Practice?* Obtenido de Axelus Web Site: <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/itil/what-is-itil>
- B-able. (2014). *Manual ITIL v3*. Obtenido de biable.es: <http://www.biable.es/wp-content/uploads/2014/ManualITIL.pdf>
- Badajoz.es. (2017). *Tecnologías WiFi y WiMax*. Obtenido de <http://www.dip-badajoz.es>: http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wmax.pdf
- BITCompany. (16 de Junio de 2015). *Gestión de Servicios TI: ITIL vs ISO 20000 [Infografía] ITSM*. Obtenido de BIT Company Web Site: <http://www.bitcompany.biz/gestion-de-servicios-ti-itil-iso-20000-infografia/>
- Blandón, S., & Galdámez, S. (2016). *Evaluación de la Infraestructura de la Red LAN, Empresa "CECOCAFEN", basado en el Modelo de Objetivo de Control COBIT 4.1, Matagalpa, Primer Semestre 2016*. Obtenido de repositorio.unan.edu.ni: <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/3097>
- Bruner, J., & Loukides, M. (2014). *What is the Internet of Things?* California: O'REILLY.
- Burke, C. (2015). *Implementation and Evaluation of Virtual Network Functions Performance in the Home Environment*. Obtenido de Portal Diva, Sweden University: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:827054/FULLTEXT01.pdf>
- Cabrera, D. (2013). *La encuesta como herramienta de investigación*. Obtenido de Facultad de ciencias sociales, Universidad de Buenos Aires: <http://www.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/Programa-Cabrera-Encuestas-32hs.pdf>
- Cabrera, J., & Lilia, D. (2016). *Estudio de la infraestructura de la red de datos del Municipio de Cayambe, para evaluar la factibilidad de proporcionar capacitación virtual tecnológica a la ciudadanía del cantón Cayambe*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec>: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11279>
- Castillo, E., & Tercero, N. (2016). *Evaluación de la infraestructura de red LAN, bajo la norma ISO/IEC 27002:2013, en la Alcaldía Municipal de San Ramón, Matagalpa, primer semestre 2016*. Obtenido de repositorio.unan.edu.ni: <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/4783>
- CCMI Institute. (2017). *What Is CMMI? What Is The CMMI Model?* Obtenido de CCMI Institute Website: <https://cmmiinstitute.zendesk.com/hc/en-us/articles/216947067-What-is-CMMI-What-is-the-CMMI-Model->

- Cerf, V. G. (2016). When Email Isn't Private. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, 59(12), 15.
- Ciulli, M. E., Porchietto, C., Rossi, R., & Sapolski, J. (Octubre de 2013). *Monitoreo remoto de sistemas y redes para la auditoria informática*. Obtenido de Repositorio Institucional de la UNLP:
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/31337/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Cisco Networking Academy. (2016). *Componentes de las redes*. Obtenido de CCNA 1 - Scaling Networks: <https://www.netacad.com/es/>
- Cisco Networking Academy. (03 de Marzo de 2017). *Arquitecturas de Red*. Obtenido de www.netacad.com: <https://www.netacad.com/es/courses/ccna/>
- Cisco Systems. (2017). *What is a Firewall?* Obtenido de www.cisco.com:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html>
- Cisco Systems. (2017). *What Is a Network Switch vs. a Router?* Obtenido de Cisco.com:
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/small-business/resource-center/connect-employees-offices/network-switch-what.html>
- Cootel Nicaragua. (2017). *¿Quiénes somos?: Cootel Nicaragua*. Obtenido de Cootel Nicaragua:
<https://www.cootel.com.ni/acerca-de-cootel/quienes-somos/>
- Cruz Felipe, M. d., Martínez Gómez, R., & Crespo García, Y. (2013). Análisis de la QoS en redes inalámbricas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 7(1), 86-96. Recuperado el 12 de 11 de 2017, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v7n1/rcci10113.pdf>
- Derksen, S. (09 de Febrero de 2017). *Creating a secure virtual private network using minimal code*. Obtenido de www.cs.ru.nl:
http://www.cs.ru.nl/bachelorscripties/2017/Stan_Derksen___4386388___Creating-a-secure-virtual-private-network-using-minimal-code.pdf
- Donahue, G. A. (2011). VLANs. En G. A. Donahue, *Network Warrior* (pág. 25). Sebastopol, CA: O'Reilly.
- Donahue, G. A. (2012). What is a data network. En G. A. Donahue, *Network Warrior* (Segunda ed., pág. 1). California: O'REILLY.
- Dong-Soo, K., & Hee-Wan, K. (2015). A Study on the Audit Model of Outsourcing Operation based on Availability Metrics in perspective of Service Level Agreement. *Journal of Digital Convergence*, 183-196.
- El proyecto FreeBSD. (2017). *Acerca de FreeBSD*. Obtenido de Sitio oficial de FreeBSD en español.:
<https://www.freebsd.org/es/about.html>
- Espinosa, M., Prieto, F., Mesa, D., & Vilardy, A. (2016). Estudio de ITIL V3 para el servicio de telepresencia. *Revista Científica Puente*, 10(1), 39-46.
- Ferguson, P., & Geoff, H. (Abril de 1998). *What is a VPN*. Obtenido de univ-pau.fr:
http://cpham.perso.univ-pau.fr/ENSEIGNEMENT/COMMUN/vpn_ferguson.pdf

- Fernandes, R., Ramakrishna, M., & Kotegar, K. (2017). Performance Evaluation of Scalable Video Stream over Bandwidth Constrained Network using Software Defined Networks. *International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, 22-25.
- Fiber Optic Association Inc. (Septiembre de 2017). *What is Optical Fiber*. Obtenido de thefoa.org: <http://www.thefoa.org/tech/ref/basic/fiber.html>
- FORTINET. (09 de Junio de 2015). *FortiCloud v2.0, Frequently Asked Questions*. Obtenido de Fortinet Docs: <https://docs.fortinet.com/uploaded/files/1730/forticloud-faq-20.pdf>
- Gerker, K., & Tamm, G. (02 de Agosto de 2009). *Continuous Quality Improvement of IT Processes based on Reference Models and Process Mining*. Obtenido de AIS Electronic Library (AISeL): <http://aisel.aisnet.org/amcis2009/786/>
- Google. (15 de Enero de 2018). *Formularios de Google*. Obtenido de Acerca de Forms: <https://www.google.com/intl/es-419/forms/about/>
- Gutiérrez, V. (2017). *Informe de decanato, gestión 2017*. Matagalpa: FAREM Matagalpa.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). ¿Puede utilizarse más de un tipo de instrumento de recolección de datos? En R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la Investigación* (pág. 254). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). ¿Qué enfoques se han presentado en la investigación? En R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la Investigación* (Sexta ed., págs. 4-10). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). ¿Qué es una variable? En R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la Investigación* (pág. 105). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Concepción o elección del diseño. En R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la investigación* (Sexta ed., pág. 127). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. En R. Hernández, C. Fernández, P. Baptista, & S. D. INTERAMERICANA EDITORES (Ed.), *Metodología de la Investigación* (Sexta ed., pág. 90). México D.F.: McGRAW-HILL .
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Entrevistas. En R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la Investigación* (Sexta ed., pág. 403). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). La recolección de los datos desde el enfoque cualitativo. En R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, *Metodología de la Investigación* (Sexta ed., pág. 396). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hogrefe, D. (23 de Junio de 2014). *A Study of VoIP Performance in Anonymous Network - The Onion Routing (Tor)*. Obtenido de ediss.uni-goettingen.d: <https://ediss.uni->

goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0022-5EF2-D/Dissertation%20Maimun__Rizal_final.pdf?sequence=1

- IEC. (29 de Junio de 2011). *IEC 61010-1:2010 + CORR:2011*. Obtenido de Norma IEC 61010-1:2010 + CORR:2011:
http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=NCEI&codigo=TI_TIPO=IEC@NU_CODIGO=61010@NU_PARTE=1@NU_SUBPARTE=0@TX_RESTO=:2010%20%C7%20CORR:2011
- IEC. (2017). *About the IEC*. Obtenido de www.iec.ch: <http://www.iec.ch/>
- IEEE. (2017). *IEEE 802.11™: Wireless LANs*. Obtenido de [ieee.org](http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html):
<http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>
- IEEE. (2017). *IEEE 802.16™: BROADBAND WIRELESS METROPOLITAN AREA NETWORKS (MANs)*. Obtenido de [ieee.org](http://standards.ieee.org/about/get/802/802.16.html): <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.16.html>
- IEEE Xplore. (2015). Friend News System: A Modern Implementation of Usenet over Social VPNs. *IEEE Fourth International Conference on Big Data and Cloud Computing*, 432-440.
- IETF. (Septiembre de 1981). *Internet Protocol, Protocol Specification, RFC 791*. Obtenido de [tools.ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc791): <https://tools.ietf.org/html/rfc791>
- IETF. (October de 1984). *Internet Subnets, RFC 917*. Obtenido de [https://tools.ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc917):
<https://tools.ietf.org/html/rfc917>
- IETF. (Abril de 1985). *Addendum to the Network Service Definition Covering, Network Layer Addressing, RFC 941*. Obtenido de [tools.ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc941): <https://tools.ietf.org/html/rfc941>
- IETF. (Noviembre de 1987). *DOMAIN NAMES - IMPLEMENTATION AND SPECIFICATION, RFC 1035*. Obtenido de [www.ietf.org](https://www.ietf.org/rfc/rfc1035.txt): <https://www.ietf.org/rfc/rfc1035.txt>
- IETF. (Octubre de 1989). *RFC 1122, Requirements of internet hosts*. Obtenido de [ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc1122):
<https://tools.ietf.org/html/rfc1122>
- IETF. (1997). *Dynamic Host Configuration Protocol, RFC 2131*. Obtenido de [tools.ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc2131):
<https://tools.ietf.org/html/rfc2131>
- IETF. (Septiembre de 2000). *Domain Name System (DNS) IANA Considerations, RFC 2929*. Obtenido de [tools.ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc2929): <https://tools.ietf.org/html/rfc2929>
- IETF. (Abril de 2001). *Internet Message Format, RFC 2822*. Obtenido de [tools.ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc2822):
<https://tools.ietf.org/html/rfc2822>
- IETF. (Octubre de 2008). *Internet Message Format, RFC 5322*. Obtenido de [tools.ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc5322):
<https://tools.ietf.org/html/rfc5322>
- IETF. (Enero de 2013). *Client Identifier Option in DHCP Server Replies, RFC*. Obtenido de [tools.ietf.org](https://tools.ietf.org/html/rfc6842): <https://tools.ietf.org/html/rfc6842>
- IETF. (2 de Marzo de 2013). *RFC 62*. Obtenido de [ietf.org](https://datatracker.ietf.org/doc/rfc62/?include_text=1):
https://datatracker.ietf.org/doc/rfc62/?include_text=1

- Inteli. (2017). *Imagen: Alcance de la norma ISO/IEC 20000-1:2011.jpg*. Obtenido de Sitio web Inteli.mx: http://www.inteli.com.mx/portfolio_page/fundamentos-iso20000/
- ISACA & ITGI. (2008). *Aligning COBIT 4.1, ITIL®V3 and ISO/IEC 27002 for Business Benefit*. Obtenido de ITGI: http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Aligning-COBIT-ITIL-V3-ISO27002-for-Business-Benefit_res_Eng_1108.pdf
- ISACA. (2008). *"Que no te digan, que no te cuenten, ITIL v3 ya está aquí: en qué consiste y las decisiones a tomar para iniciar su implementación"*. Obtenido de ISACA Documents Repository: <http://www.isaca.org/chapters7/Monterrey/Events/Documents/20070807%20ITILv3.pdf>
- ISACA. (2017). *What is COBIT 5?* Obtenido de About COBIT 5, ISACA COBIT Online Web Site: <https://cobitonline.isaca.org/about>
- Ishimaru, A. (2017). Introduction to waves. En A. Ishimaru, *Electromagnetic Wave Propagation, Radiation, and Scattering: From Fundamentals to Applications* (Segunda ed., págs. 5-6). Seattle: Wiley-IEEE Press.
- ISO. (Abril de 2011). *ISO/IEC 20000-1:2011 - Information technology -- Service management -- Part 1: Service management system requirements*. Obtenido de Standards Catalogue of ISO: <https://www.iso.org/standard/51986.html>
- ISO. (Octubre de 2016). *ISO/IEC TR 20000-12:2016 - Information technology -- Service management -- Part 12: Guidance on the relationship between ISO/IEC 20000-1:2011 and service management frameworks: CMMI-SVC*. Obtenido de Standards Catalogue of ISO: <https://www.iso.org/standard/69203.html>
- ISO. (2017). *ISO/IEC 27002:2013 - Information technology -- Security techniques - Information security management systems*. Obtenido de Standards Catalogue of ISO: <https://www.iso.org/standard/54533.html>
- Juca Cabrera, G. (2016). *Estudio de la infraestructura de la red de datos del Municipio de Cayambe, para evaluar la factibilidad de proporcionar capacitación virtual tecnológica a la ciudadanía del cantón Cayambe*. Obtenido de puce.edu.ec: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11279>
- Laguna Gámez, J. C. (15 de Diciembre de 2017). Generalidades sobre UNICAM. (E. Lanzas, Entrevistador)
- Lozano, F., & Rodriguez, K. (2012). *MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ITIL EN UNA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA*. Obtenido de repository.icesi.edu.co: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68000/1/modelo_implementation_universitaria.pdf
- Margi, C. B., Alvez, R. C., & Sepulveda, J. (2017). Sensing as a Service: Secure Wireless Sensor Network Infrastructure Sharing for the Internet of Things. *Open Journal of Internet of Things (OJIOT)*, 91-102.

- Mathematical Science Advanced Technology Laboratory Co., Ltd. (2008). *A Multi-Site Virtual Cluster System for Wide Area Networks*. Obtenido de Sitioweb de Usenix.org: https://www.usenix.org/legacy/event/lasco08/tech/full_papers/hirofuchi/hirofuchi_html/
- Montenegro, C., Larco, A., & Fonseca, E. (Mayo de 2017). Agile Approach for Model Harmonization to IT Process Improvement. *Recibe(7)*, <http://recibe.cucei.udg.mx/Recibe/index.php/Recibe/article/view/67/125>.
- Năstase, P., Năstase, F., & Ionescu, C. (09 de Febrero de 2009). *Challenges Generated by the Implementation of the IT Standards COBIT 4.1, ITIL V3 and ISO/IEC 27002 in Enterprises*. Obtenido de THE THEORY AND PRACTICE OF IT SERVICE MANAGEMENT Web Site: <http://www.ecocyb.ase.ro/articles%203.2009/Pavel%20Nastase.pdf>
- Newmarch, J. (2017). A Complete Web Server. En J. Newmarch, *Network Programming with Go* (págs. 175-191). Berkeley, CA: Apress.
- ORBYT. (12 de 11 de 2018). *El IDH ha subido en Nicaragua a 0,658*. Obtenido de Nicaragua - Índice de Desarrollo Humano - IDH: <https://datosmacro.expansion.com/idh/nicaragua>
- Uni, A., Salem, Z., Inoue, K., & Soui, M. (2016). SIM: An Automated Approach to Improve Web Service Interface Modularization. *Web Services (ICWS) 2016 IEEE International Conference on*, 91-98.
- Pacio, G. (07 de febrero de 2013). *Imagen: Estándares en el Data Center.png*. Obtenido de Data Centers Hoy: Protección y administración de datos en la empresa.: <http://www.datacentershoy.com/2013/02/estandares-en-el-data-center.html>
- PECB. (26 de Febrero de 2016). *ISO/IEC 27002:2013 // INFORMATION TECHNOLOGY – SECURITY TECHNIQUES CODE OF PRACTICE FOR INFORMATION SECURITY CONTROLS*. Obtenido de WHITEPAPER: ISO/IEC 27002:2013: <https://pecb.com/pdf/whitepapers/32-white-papers-isoiec-27002-2013.pdf>
- PfSense. (2017). *About PfSense*. Obtenido de Sitio web oficial de PfSense: <https://www.pfsense.org/about-pfsense/>
- Ramos, D., & Lizet, M. (2016). *Diseño de una red VPN para la integración de los servicios de VOIP y video vigilancia para los infocentros comunitarios*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec>: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12606>
- Rodríguez, J. (2014). *Métodos teóricos*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/jaimericadorodriguez5/metodos-teoricos>
- Sahibudin, S., Mohammad, S., & Masarat, A. (2008). Combining ITIL, COBIT and ISO/IEC 27002 in Order to Design a Comprehensive IT Framework in Organizations. *Second Asia International Conference on Modelling & Simulation*, 749-753. Obtenido de <http://users.du.se/~h13freog/IK2014/04530569.pdf>
- Sainz Fuertes, A. (11 de Mayo de 2016). *El análisis estratégico: La empresa y el entorno*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de Alcalá:

<http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/3897/5904364026.pdf?sequence=1>

- Selva Ochoa, J. C. (16 de Diciembre de 2017). Estado actual de la infraestructura de red. (E. Lanzas, Entrevistador)
- Softether project. (2017). *What is SoftEther VPN?* Obtenido de Softether Website, Universidad de Tsukuba, Japón.: https://www.softether.org/4-docs/1-manual/1._SoftEther_VPN_Overview/1.1_What_is_SoftEther_VPN
- Tanembaun, A., & Wetherall, D. (2012). Cable de par trenzado. En A. Tanembaun, *Redes de computadoras* (pág. 83). México: Pearson Educación.
- Tanembaun, A., & Wetherall, D. (2012). Primitivas de servicio. En A. Tanembaun, *Redes de Computadoras* (pág. 32). México: Pearson Educación.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. (2012). Introducción a las redes de computadoras. En A. Tanenbaum, *Redes de Computadoras* (pág. 2). México: Pearson Educación.
- Tanenbaum, A., & Wetherall, D. (2012). Redes de área amplia (WAN). En A. Tanenbaum, *Redes de Computadoras* (Quinta ed., pág. 20). Mexico: Pearson Educación.
- Tanenbaum, A., & Wetherall, D. (2012). Redes de área local. En A. Tanenbaum, *Redes de Computadoras* (Quinta ed., pág. 17). México: Pearson Educación.
- Telcor. (2017). *Cuadro de Atribución de Frecuencias*. Obtenido de www.telcor.gob.ni: <http://www.telcor.gob.ni/Notas.asp?CodNota=N97>
- Telecommunications Industry Association (TIA). (09 de Julio de 2014). *TIA-598*. Obtenido de TIA Standards Store: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?&csf=TIA&item_s_key=00134525&item_key_date=850522&input_doc_number=TIA%2D598&input_doc_title=&org_code=TIA
- Telecommunications Industry Association (TIA). (26 de Julio de 2017). *TIA-568*. Obtenido de www.tiaonline.org: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?&csf=TIA&item_s_key=00519378&item_key_date=840016&input_doc_number=TIA-568&input_doc_title=
- Toshikazu, K. (2017). A combination of Raspberry Pi and SoftEther VPN for controlling research devices via the Internet. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* , 468-484.
- UAM.MX. (2017). *Escala de apreciación*. Obtenido de [azc.uam.mx](http://hadoc.azc.uam.mx): <http://hadoc.azc.uam.mx/evaluacion/escala.htm>
- UNAN FAREM Matagalpa. (05 de Mayo de 2016). Obtenido de Sitio Web - UNAN FAREM Matagalpa: <https://farematagalpa.unan.edu.ni/presentacion>
- UNAN FAREM Matagalpa. (05 de Mayo de 2017). *Nuestra Facultad*. Obtenido de Sitio Web - UNAN FAREM Matagalpa: <https://www.farematagalpa.unan.edu.ni>
- UNAN Managua. (Septiembre de 2017). *Consejo Universitario sesiona en San Carlos, Río San Juan*. Obtenido de Sitio web Oficial de UNAN Managua:

<http://www.unan.edu.ni/index.php/relevante/consejo-universitario-sesiona-en-san-carlos-rio-san-juan/>

UNAN Managua. (29 de Noviembre de 2017). *La FAREM Matagalpa, un sueño cumplido para sus pobladores*. Obtenido de Sitio Web de UNAN Managua:

<http://www.unan.edu.ni/index.php/institucion/la-farem-matagalpa-sueno-cumplido-pobladores/>

Urbina Ríos, M. d., & Zuniga Valle, I. A. (2011). *Elaboración de propuesta de políticas internas en los niveles de seguridad, servicio y configuración, para los usuarios del instituto de investigación aplicada y promoción del desarrollo local (NITLAPAN), basándose en las buenas practicas de ITIL*. Obtenido de repositorio.uca.edu.ni:

<http://repositorio.uca.edu.ni/522/1/UCANI3540.PDF>

Valles Coral, M. Á., Apaza Tarqui, E. E., & Pérez Suárez, J. (2016). ESTUDIO DE LA DEMANDA DE TASAS DE TRANSFERENCIA PARA DETERMINAR EL ANCHO DE BANDA REQUERIDO PARA EL ACCESO A INTERNET CON CALIDAD EN INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS. *Apuntes Universitarios*, 141-148.

Valles, M. Á., Apaza, E. E., & Pérez, J. (Junio de 2016). *Estudio de la demanda de tasas de transferencia para determinar el ancho de banda requerido para el acceso a internet con calidad en instituciones universitarias*. Obtenido de redalyc.org:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467646131011>

Vásques, A. (2014). *Uso del ciclo de vida de ITIL para la adopción de servicios en la nube para PYMES Mexicanas*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México: <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015835/015835.pdf>

Vugec, D. S., Spremić, M., & Bach, M. P. (2017). IT GOVERNANCE ADOPTION IN BANKING AND INSURANCE SECTOR: LONGITUDINAL CASE STUDY OF COBIT USE. *International Journal for Quality Research*, XI(3), 691-716.

W3C. (26 de Junio de 2007). *Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 1: Core Language*. Obtenido de www.w3.org: <https://www.w3.org/TR/wsdl20/#RFC3986>

Whittleston, S. (Marzo de 2012). *What is ITIL?* Obtenido de Best Management Practice Web Site: http://www.myitstudy.com/ITIL/freeresources/freeresources-ITIL/ITIL_is_ITIL_White_Paper_Mar12.pdf

Wikimedia. (05 de Enero de 2017). *Imagen: Cobertura Outros Padroes Modelos COBIT5.jpg*. Obtenido de Wikimedia Commons, the free media repository: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cobertura_Outros_Padroes_Modelos_COBIT5.jpg

Wikimedia. (22 de Abril de 2017). *Imagen: Wiki-itil-v3.jpg*. Obtenido de El Ciclo de Vida del Servicio ITIL: <https://wiki.es.it-processmaps.com/images/c/c0/Wiki-itil-v3.jpg>

Yoo, T. J. (2015). Security Management for Online Service Firm : Based on ITSM and Organizational Structure Theory. *Journal of Korea Service Management Society*, XVI(13), 93-110.

Zhang, W., Wood, T., Ramakrishnan, K. K., & Jinho, H. (Junio de 2014). *SmartSwitch: Blurring the Line Between Network Infrastructure & Cloud Applications*. Obtenido de HotCloud: https://www.usenix.org/system/files/conference/hotcloud14/hotcloud14-zhang_wei.pdf

Zhiyong, L., & Yunyan, Z. (2014). The Evaluation Model for Network Security. *IEEE Xplore*, 690-694.

5.4 ANEXOS

Anexo 1: Guía de entrevista dirigida al Responsable del Programa UNICAM



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Educación e Idiomas

Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas (MARTICIE)

Entrevista

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, ofrece la Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones educativas, de la cual soy parte. Para efecto de mi tesis magistral, llevaré a cabo un estudio con el tema **“Evaluación de la Infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM en el segundo semestre de 2017”**, razón por la cual solicito de su colaboración proporcionándome la información necesaria para lograr una evaluación certera, que será de mucho beneficio para lograr los objetivos de la institución.

Institución	Entrevistado	Fecha	Lugar
UNAN FAREM Matagalpa	MSc. Julio Laguna Gámez. (Responsable del programa UNICAM)		
Contexto	Duración	Palabras clave	Entrevistador
Generalidades del programa	30 minutos	UNICAM, objetivos del programa, infraestructura existente	Lic. Erick Lanzas

Objetivo de la entrevista: búsqueda de Información del programa UNICAM, las actividades que realiza, las necesidades tecnológicas del programa.

Interrogantes

1. ¿Qué es el programa UNICAM?
2. ¿Qué objetivo persigue el programa?
3. ¿Cuál es la relación del programa con la UNAN Managua?
4. ¿En qué municipios está presente el programa?
5. ¿Cuáles municipios están bajo la jurisdicción de la FAREM Matagalpa?
6. ¿De dónde provienen los fondos necesarios para su ejecución?
7. ¿Qué estrategias se han utilizado para acercar a los municipios participantes del programa a la tecnología?

8. ¿Existe disponibilidad de equipo tecnológico (computadoras, proyectores, por ejemplo) que se conectan a la red en las localidades?
9. ¿Considera necesaria la implementación de infraestructura de red en las locaciones? ¿por qué?
10. ¿Existe acceso a internet en todas las localidades? ¿por qué?
11. Si existe, ¿Tiene conocimiento de cuánto cuesta mantener el servicio? Además, ¿tiene idea de cuánto costó la inversión en infraestructura de red?
12. ¿Considera que el beneficio que obtiene la institución es suficiente para la justificar la inversión?
13. Si se presenta una incidencia (un problema) con la infraestructura disponible ¿Quién se encarga de resolver los problemas?
14. ¿Ha utilizado alguna vez los servicios de red desde las locaciones? ¿qué calificación le daría Del 1-5?
15. ¿Quiénes son los usuarios de la red?
16. ¿Los servicios de red son de acceso exclusivo para la comunidad universitaria (docentes, estuantes, personal administrativo)?
17. ¿Existen condiciones especiales (políticas) para el uso de los servicios de red? Si existen, ¿puede mencionarlas?

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 2: Guía de entrevista dirigida al Director TIC



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Educación e Idiomas

Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas (MARTICIE)

Entrevista

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, ofrece la Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones educativas, de la cual soy parte. Para efecto de mi tesis magistral, llevaré a cabo un estudio con el tema **“Evaluación de la Infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM en el segundo semestre de 2017”**, razón por la cual solicito de su colaboración proporcionándome la información necesaria para lograr una evaluación certera, que será de mucho beneficio para lograr los objetivos de la institución.

Institución	Entrevistado	Fecha	Lugar
UNAN FAREM Matagalpa	Lic. Julio César Selva Ochoa. (Director Unidad TIC FAREM Matagalpa)		
Contexto	Duración	Palabras clave	Entrevistador
Infraestructura de red existente	90 minutos	Infraestructura, Red, Evaluaciones, Servicios de red	Lic. Erick Lanzas

Objetivo de la entrevista: caracterizar el estado actual de la infraestructura de red de la UNAN FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM.

Interrogantes

1. ¿En qué municipios del programa UNICAM, hay una infraestructura de red definida?
2. ¿La tecnología de red empleada es capaz de soportar de manera rápida y eficiente los servicios que se brindan a través de esta? ¿por qué?
3. ¿Existe acceso a internet en las localidades?
4. ¿Existen enlaces de datos con otros recintos?
5. ¿Se priorizan servicios en la red, VoIP, cámaras IP, u otros?
6. ¿Qué tipo de red existe en los municipios?

A) LAN B) WAN C) Ambas D) Ninguna

7. ¿Posee documentación sobre las topologías de red?
8. ¿Considera que los tipos de red utilizados actualmente en las locaciones es la apropiada?
9. ¿La topología de red en las distintas locaciones está normada? Es decir, son similares en todas las locaciones o no.
10. En caso de responder Sí: ¿Cuál de las siguientes topologías LAN utiliza en las redes?
 - A) Estrella
 - B) Malla
 - C) Bus
 - D) Anillo
 - E) Estrella extendida
 - F) Ninguna de las anteriores.
11. En caso de responder no. ¿Podría decir cuál de las siguientes topologías LAN utiliza en cada una de las redes?
 - A) Estrella
 - B) Malla
 - C) Bus
 - D) Anillo
 - E) Estrella extendida
 - F) Ninguna de las anteriores.
12. ¿Qué medios son utilizados en las redes de UNICAM?
 - A) Fibra óptica
 - B) Microondas
 - C) Cobre
 - D) Todas las anteriores
 - E) Otras
13. ¿Qué servicios de red son ofrecidos a los usuarios en las locaciones remotas?
 - A) Web
 - B) Email

C) Servicios académicos y administrativos

D) VoIP

E) Otros. Especifique

14. ¿Qué tipos de dispositivos intermediarios son utilizados en la red?

15. ¿Puede cuantificar los dispositivos?

16. ¿Posee un documento de especificaciones de los dispositivos? ¿Por qué?

17. ¿Cuáles de los siguientes dispositivos de apoyo a la docencia se conectan a las redes?

A) Impresoras

B) Pizarras

C) Proyectoros inteligentes

D) Ninguno de los anteriores

18. ¿Cuáles de las siguientes tecnologías de red inalámbrica existen en las locaciones?

A) Wifi

B) Wimax

19. ¿Qué categorías de cableado de cobre UTP son utilizados?:

A) 5E

B) 6

C) 6A

D) Ninguno

E) Otros. Especifique

20. ¿Qué tipo de fibra óptica es utilizada?

A) Monomodo

B) Multimodo

21. ¿Qué protocolo de internet es utilizado en los recintos?

A) IPv4

B) IPv6

22. ¿Cuál de los siguientes segmentos de direccionamiento IP privado son utilizados?

A) 10.0.0.0 /8

- B) 172.16.0.0 /16
- C) 192.168.0.0 /24
- D) VLSM. Especifique para cada locación

23. ¿Existen direcciones IP públicas exclusivas para las locaciones?

24. En caso de respuesta positiva, ¿puede especificar las direcciones utilizadas?

25. ¿Cuáles de los siguientes servicios se brindan en las redes?:

- A) DHCP
- B) DNS
- C) Web
- D) Email
- E) VoIP
- F) VPN
- G) Otros. Especifique

26. Si utiliza DHCP, ¿puede facilitar el rango disponible para cada locación?

27. Si utiliza DNS, ¿puede facilitar la/las direcciones DNS utilizadas?

28. Si no se utilizan actualmente los servicios VoIP o VPN, ¿Por qué no son utilizados? ¿Ha pensado en una futura implementación de estos u otros servicios?

29. ¿Considera necesaria la implementación de VoIP en las locaciones? ¿Por qué?

30. ¿Qué otro servicio considera usted que deberían ser soportados por la red?

31. ¿Se utiliza la segmentación de redes por VLAN? ¿Por qué?

32. ¿Han realizado anteriormente una evaluación de la infraestructura de red en las locaciones de UNICAM?

33. Si respondió Si, ¿Quién se encargó de la evaluación?

- A) Auditoría Interna
- B) Outsourcing
- C) Otros. Especifique

34. ¿Considera necesaria la evaluación de la infraestructura de red? ¿Por qué?

35. ¿Cuál de los siguientes modelos de evaluación de infraestructura de red conoce?

- A) COBIT
- B) ITIL
- C) ISO/IEC 20000
- D) ISO 27002:2013
- E) Ninguno
- F) Otros. Especifique

36. Si se han hecho evaluaciones en la infraestructura de red, ¿Cuál de los modelos mencionados fue utilizado?
37. Según su experiencia, ¿Cuál de los modelos cree que se acopla más a para una correcta evaluación de la infraestructura de red existente en UNICAM?
38. ¿Qué objetivo persiguen las redes en las locaciones?
39. ¿Cómo considera el impacto que llevan las redes en las locaciones de UNICAM?
40. ¿Qué beneficio obtiene la institución al disponer de infraestructura de red en las locaciones de UNICAM?
41. ¿Posee una lista de especificaciones que deben cumplir los servicios en las locaciones?
42. Si responde sí, ¿Puede facilitarla?
43. Si respondió Si: ¿Cree usted que las necesidades corresponden con las planteadas por los usuarios?
44. ¿Con que frecuencia se evalúa el estado de la demanda de servicios?
45. Si respondió No: ¿Considera que la institución es capaz de recopilar estos requerimientos?
46. ¿Tiene idea de cuánto cuesta el mantenimiento e instalación de infraestructura de red en las distintas locaciones?
47. ¿Considera que el beneficio que obtiene la institución es suficiente para la justificar la inversión? ¿por qué?
48. ¿Considerará los puntos abordados al momento de generar nuevos servicios en las locaciones?

- 49. ¿Posee un catálogo de servicios de red disponibles para todas las locaciones?
- 50. ¿Todos los clientes pueden acceder al catálogo de servicios?
- 51. ¿Existen planes de continuidad?
- 52. ¿Existe presupuesto asignado a los planes de continuidad?

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 3: Guía de encuesta dirigida a Usuarios de la red



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Educación e Idiomas

Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas (MARTICIE)

Encuesta

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, ofrece la Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones educativas, de la cual soy parte. Para efecto de mi tesis magistral, llevaré a cabo un estudio con el tema **“Evaluación de la Infraestructura de red de la UNAN Managua – FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM en el segundo semestre de 2017”**, razón por la cual solicito de su colaboración proporcionándome la información necesaria para lograr una evaluación certera, que será de mucho beneficio para lograr los objetivos de la institución y de mejorar el servicio que actualmente se le brinda.

Objetivo de la encuesta: Identificar los requerimientos de los servicios soportados por la infraestructura de red en los municipios participantes del programa UNICAM Matagalpa, de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

Interrogantes

1. Seleccione el municipio al que pertenece:

- A) La Dalia B) Waslala C) Mulukukú D) Río Blanco

2. Seleccione su sexo:

- A) Masculino B) Femenino C) No quiero especificar

3. ¿Cuáles de los siguientes dispositivos utiliza frecuentemente al conectarse a la red?

- A) Smartphones B) Laptops C) Tablets D) Ninguno E) Otros.

Especifique: _____

4. Cuando se conecta a la red, ¿Qué dispositivo utiliza?

- A) Utiliza un equipo de la institución
- B) Trae su propio dispositivo

5. Cuando se conecta a la red, ¿Cómo lo hace?

- A) Conecta un cable a la PC
- B) Se conecta de manera inalámbrica

6. ¿Cuáles de los siguientes servicios utiliza más en la red?

- A) Web (Internet)
- B) Email
- C) Servicios académicos y administrativos
- D) Llamadas telefónicas
- E) Otros.

Especifique:

7. Cuando usted se conecta a la red, ¿Cuáles de los siguientes servicios espera recibir?

- A) Acceso a la web
- B) Acceso a repositorios bibliográficos
- C) Acceso a video conferencias
- D) Acceso a sistemas de académicos
- E) Otros. Especifique máximo 3:

8. Cuando accede a la red institucional, ¿Qué puntuación le daría a la velocidad de conexión de la red? Elija la opción que considere conveniente; a mayor número, mayor velocidad:

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

9. ¿Utiliza alguna de las siguientes aplicaciones? Por favor seleccione:

A) YouTube

B) WhatsApp

C) Facebook

D) Twitter

E) Correo electrónico

F) Google

10. ¿Considera necesario el uso de las aplicaciones o sitios mencionadas en la red institucional? ¿Por qué?

A) Si

B) No

11. De las ocasiones en que ha intentado conectarse a la red, seleccione cuándo pudo hacerlo:

A) Siempre

B) La mayoría de las veces

C) Algunas veces

D) Pocas veces

E) En ninguna ocasión

12. Una vez se conectó a la red, ¿existe algún servicio al que no pudo acceder?

- A) Si
- B) No

Si responde Si: Enumere máximo tres:

13. ¿Qué sitios frecuenta regularmente para realizar sus trabajos, tareas e investigaciones?

- A) Sistema Bibliotecario UNAN Managua
- B) Google Académico
- C) Otras Bibliotecas Virtuales
- D) Foros
- E) Blogs

14. ¿Se ha encontrado en la necesidad de realizar videoconferencias con la sede central, ya sea por reuniones capacitaciones o similares?

- A) Si
- B) No

15. ¿En alguna ocasión tuvo que viajar a la sede, para realizar alguna gestión que usted considera, pudo haber sido solucionada con una llamada o una videoconferencia?

- A) Si
- B) No

16. ¿Considera necesario la disposición de una línea telefónica gratuita para realizar sus consultas a la sede central?

- A) Si
- B) No

Anexo 4: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Estrategia del servicio según ITIL 2011



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Educación e Idiomas

Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas (MARTICIE)

Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Estrategia del servicio

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI						Peso (%)
		0	1	2	3	4	5	
1	Se realizan evaluaciones a la infraestructura de red							
2	Existe una lista de especificaciones que deben cumplir los servicios en las locaciones							
3	Se conocen las necesidades de servicios de red que existen en las locaciones							
4	Las necesidades corresponden con las planteadas por los usuarios							
5	Capacidad para recopilar los requerimientos de los servicios							
6	Realiza un adecuado manejo de costos y riesgos asociados a la cartera de servicios							
7	Existe planeación y control de presupuesto para la prestación de los servicios de TI							
8	Los servicios se priorizan de acuerdo a los objetivos estratégicos de la organización							
Puntaje								

Anexo 5: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Diseño del servicio según ITIL 2011



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Educación e Idiomas

Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas (MARTICIE)

Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Diseño del servicio

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)
		0	1	2	3	4	
1	Posee un catálogo de servicios de red disponibles para todas las locaciones						
2	Todos los clientes pueden acceder al catálogo de servicios						
3	Existen planes de continuidad						
4	Los planes de continuidad y recuperación de servicios de TI están documentados, actualizados y probados						
5	Existe presupuesto asignado a los planes de continuidad						
6	Existen métricas definidas para medir la eficiencia de los servicios de red						
7	La planeación de la infraestructura de red se realiza basados en la capacidad actual y futura de los servicios de TI						
8	Está definido y documentado la máxima capacidad actual de las redes						
9	Existe una base de datos de proveedores y contratos						
10	Está definido el proceso de selección y contratación de servicios de TI (internet o redes de datos, P.E)						
Puntaje							

Anexo 6: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Transición del Servicio según ITIL 2011



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Educación e Idiomas

Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas (MARTICIE)

Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Transición del servicio

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)
		0	1	2	3	4	
1	Existe una base de datos de configuración (CMDB) debidamente actualizada						
2	Se encuentran debidamente registrados todos los elementos de configuración en la CMDB (hardware, software, documentación, personal de soporte, etc.)						
3	Si no existe una CMDB, al menos se posee documentación sobre las configuraciones de la red						
4	Existen planes claros y comprensibles de la versión e implantación de nuevos servicios para minimizar el impacto sobre la operación de los servicios						
5	Existen herramientas o procesos definidos para la distribución y actualización de los servicios de red						
6	Los cambios están categorizados (Estándar, normal, emergencia)						
7	Se exige que los cambios tengan planes de retorno (rollback)						
8	Se tienen definidos indicadores clave de rendimiento (KPI's) para la gestión del cambio						
9	Existe cultura de Gestión del Cambio a lo largo de la organización, donde no este permitidos los cambios no autorizados						

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)	
		0	1	2	3	4		5
10	Se cuenta con procesos de pruebas o evaluaciones para la implementación de los componentes de servicios próximos a entrar en ambiente de producción							
11	Para el despliegue de un servicio nuevo se evalúa previamente la preparación y disponibilidad de los recursos (humanos, tecnológicos, stakeholders, etc.)							
12	Se tiene registro de la evidencia de pruebas de los componentes y servicios							
Puntaje								

Anexo 7: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Operación del Servicio según ITIL 2011



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Educación e Idiomas

Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas (MARTICIE)

Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Operación del servicio

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)
		0	1	2	3	4	
1	Existe una Base de datos de FAQs con acceso a todo el personal del proceso de incidentes y Usuarios Autorizados						
2	Existe una herramienta de control remoto para el soporte remoto						
3	Los especialistas notifican y registran nuevos problemas encontrados y son asignados al proceso correspondiente						
4	Existe una función de Service Desk						
5	La función de Service Desk reporta todos los incidentes de forma manual o automática						
6	La gestión técnica presta servicio en temas de servidores, red, almacenamiento, bases de datos, directorio de servicios, computadoras, impresión, middleware, Internet en sus diferentes niveles						
7	Existe un punto centralizado donde se realiza la observación y el monitoreo de la infraestructura de TI y donde se enrutan todos los eventos del sistema						
8	Se realizan rutinas estándar, consultas o informes delegados como parte de la prestación de servicios; o como parte del mantenimiento rutinario						
9	Existe respaldo (copiado) y almacenamiento de datos en ubicaciones remotas donde se puede						

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)
		0	1	2	3	4	
	proteger y usar en caso de que deba ser restaurado debido a pérdida, corrupción o implementación de los Planes de Continuidad del Servicio de TI						
10	Los operadores de TI se capacitan en procesos de backup y restauración de datos						
11	Existen procesos para la gestión y soporte de servidores						
12	Existe un estándar para que el servidor soporte la carga de trabajo a realizar						
13	Existe soporte para los sistemas operativos de los servidores						
14	Se proporciona información para ayudar a lograr un rendimiento óptimo de los servidores.						
15	Existen planes de actualización de hardware de servidores previamente calendarizados						
16	Existen procesos para la planificación inicial e instalación de nuevas redes o componentes de red; mantenimiento y actualizaciones a la infraestructura de red física						
17	Existe soporte de tercer nivel para todas las actividades relacionadas con la red, incluida la investigación de problemas de red y el enlace con terceros según sea necesario						
18	Se realiza mantenimiento y soporte de software del sistema operativo de red y middleware, incluida la administración de parches, actualizaciones, etc.						
19	Existe monitoreo del tráfico de red para identificar fallas o para detectar posibles problemas de rendimiento o cuellos de botella.						
20	Se realizan reconfiguraciones o re-enrutamiento del tráfico para lograr un rendimiento mejorado o balanceo de carga						
21	La seguridad de la red (en coordinación con la gestión de seguridad de la información de la organización), incluye la gestión de cortafuegos (firewall), políticas de acceso, protección con contraseña, etc.						

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI					Peso (%)
		0	1	2	3	4	
22	Se aplican los protocolos básicos de red (configuración IP) DHCP y DNS						
23	Se gestionan los proveedores de servicios de Internet (ISP)						
24	Existe implementación, monitoreo y mantenimiento de sistemas de detección de intrusos						
25	Se resuelven problemas de conectividad remota tales como acceso telefónico, acceso telefónico de retorno y servicios VPN proporcionados a trabajadores a domicilio, trabajadores remotos o proveedores						
26	Existe provisión y soporte para centrales y líneas telefónicas y para sistemas de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) y Monitoreo Remoto (RMon)						
27	Se mide el ancho de banda disponible para iniciar una llamada (y la cantidad de ancho de banda que debe estar continuamente disponible durante la llamada para garantizar calidad de servicio (QoS) en VoIP)						
28	Se ofrecen servicios de directorio para los clientes (Active Directory)						
29	Se realiza la revisión de diarios del sistema, registros, alertas de eventos / monitoreo, etc., detección de intrusiones y / o informes de violaciones de seguridad reales o potenciales						
30	El personal técnico tiene niveles de acceso privilegiado a áreas técnicas clave (por ejemplo, contraseñas root o soporte técnico, acceso físico a centros de datos o salas de comunicaciones)						
31	Existe documentación de políticas y procedimientos						
32	Existen programas de capacitación para el personal que atiende la red						
33	El personal tiene turnos de operadores y soporte, para asegurar el monitoreo y soporte de los eventos en la infraestructura y servicios de TI						
Puntaje							

Anexo 8: Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Mejoramiento continuo según ITIL 2011



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Educación e Idiomas

Programa de Maestría en Administración de Recursos TIC para Instituciones Educativas (MARTICIE)

Escala de apreciación: Grado de madurez del proceso Mejoramiento Continuo

Ítem	Actividades	Cumplimiento según CMMI						Peso (%)
		0	1	2	3	4	5	
1	Constantemente se aprende las lecciones aprendidas en todos los procesos, con el fin de alinear los servicios de TI con los cambios que el negocio necesite							
2	Se evalúan los logros de los niveles de servicio							
3	Para realizar un control de la calidad continuo, permanentemente se planea, se hace, se verifica y se actúa (Ciclo Deaming PHVA)							
4	El personal interno y externo tienen clara la visión de la institución con el fin de enfocar sus estrategias y actividades al cumplimiento de los logros							
5	El equipo de trabajo se reúne con frecuencia para evaluar el cumplimiento de objetivos (¿en dónde estamos ahora?), definir iniciativas y planes de acción para mejorar la prestación del servicio							
6	En el análisis de los datos se tienen definidos las relaciones, tendencias, objetivos alcanzados y acciones correctivas							
7	Se presentan planes de acción de mejoramiento basados en las métricas							
Puntaje								

Anexo 9: Carta de Validación del Proyecto y Compromiso de considerar la ejecución de las recomendaciones.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA
VICEDECANATO**

"2019: Año de la Reconciliación"

Matagalpa, 15 de enero del 2019.

CARTA DE VALIDACIÓN

MSc. Luis Genet
Director de Tecnología Educativa
Facultad de Educación e idiomas
UNAN Managua

Estimado Maestro, reciba cordiales saludos.

Por este medio le estamos comunicando que de acuerdo a los hallazgos encontrados en la Tesis: Evaluación de la infraestructura de red de la UNAN Managua- FAREM Matagalpa en los municipios participantes del programa UNICAM, en el segundo Semestre 2017, elaborada por el Licenciado Erick Noel Lanzas Martínez, se analizarán y se tomarán en cuenta las recomendaciones y/o sugerencias, para el mejoramiento de la infraestructura de la Red del Programa UNICAM de la FAREM Matagalpa y de esta manera contribuirá a mejorar la Calidad de Educación Superior y por ende el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Deseándole éxitos en sus funciones me despido.

Atentamente,

MSc. Karla Patricia Dávila Castillo
Vice-Decana



Cc/archivo

¡A la libertad por la Universidad!