

**SOLUCIÓN DE DISPONIBILIDAD PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

ANEXOS



**ASTRID CRISTINA ORTEGA MUÑOZ
LUIS FERNANDO SOLANO HURTADO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
REDES Y SERVICIOS TELEMÁTICOS.
POPAYÁN
2013**

**SOLUCIÓN DE DISPONIBILIDAD PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

ANEXOS

**ASTRID CRISTINA ORTEGA MUÑOZ
LUIS FERNANDO SOLANO HURTADO**

**Documento Final De Trabajo De Grado Para Optar Al Título De
Ingeniero En Electrónica Y Telecomunicaciones**

Director
MAG. FRANCISCO JAVIER TERAN

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
REDES Y SERVICIOS TELEMÁTICOS.
POPAYÁN
2013**

Contenido

	Pág.
ANEXO A NORMA ANSI/TIA 942 – DEFINICION DE LOS NIVELES DEL ESTANDAR DEL INSTITUTO UPTIME.....	1
A-1 DEFINICION DE LOS NIVELES EN EL ESTANDAR PARA LA TOPOLOGIA	2
A-2 DEFINICION DEL ESTANDAR PARA LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA	6
ANEXO B DATOS DE LOS EQUIPOS DE RED DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	14
B-1 EQUIPOS EXISTENTES.....	14
B-2 NIVEL DE DISPONIBILIDAD GENERADO POR NAGIOS DURANTE LOS PRIMEROS 6 MESES DEL AÑO 2012.....	15
B-3 AREA DE SOPORTE - CONTACTO 55 / HELPDESK:	19
B-4 ENTREVISTA	19
B-5 APLICACIÓN DEL ESTANDAR DE INFRAESTRUCTURA DE UPTIME A LA RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.....	24
ANEXO C HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN.....	33
ANEXO D SIMULACIONES Y ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN.	34
D-1 SIMULACIONES EN GNS3	34
D-2 ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN USADOS EN LA IMPLEMENTACION EN LA FACULTAD DE ARTES.....	50

ANEXO A NORMA ANSI/TIA 942 – DEFINICION DE LOS NIVELES DEL ESTANDAR DEL INSTITUTO UPTIME.

El instituto Uptime, es una entidad especializada en ofrecer soluciones de disponibilidad, ha definido 4 niveles de clasificación para las infraestructuras de los centros de datos, ésta organización también ha generado varios estándares, de los cuales 2 de ellos el Estandar para la Topología y el Estandar para la Sostenibilidad Operativa están incluidos como anexos en la norma ANSI/TIA 942, los cuales son usados para el análisis del estado inicial de la Red Universitaria.

El estándar para la Topología analiza cómo se encuentra un centro de datos a nivel de infraestructura, es decir si posee componentes redundantes, rutas redundantes, fuentes de potencia y sistema de enfriamiento redundante.

El estándar para la Sostenibilidad Operativa define los funcionamientos y riesgos que impactan la habilidad del centro de datos para cumplir con sus objetivos de tiempo de funcionamiento a largo plazo. Esta norma facilita la comparación de los centros de datos desde una perspectiva operacional. Provee los funcionamientos y riesgos de administración del sitio, se divide en tres elementos que son Administración y Operación, Características del Edificio y Ubicación cada uno tiene múltiples categorías y componentes con funcionamientos o riesgos asociados.

En este anexo se presenta la definición de cada uno de los cuatro niveles, para los estándares de la Topología y la Sostenibilidad Operativa generados por Uptime.

A-1 DEFINICION DE LOS NIVELES EN EL ESTANDAR PARA LA TOPOLOGIA

Tabla a.1 Estándar para la topología, definición del nivel 1.

Nivel del Tier	Requisito Fundamental	Pruebas de Confirmación de Resultados	Impactos Operativos
Nivel I –Sitio de Infraestructura Básica	a) No tiene componentes redundantes ni rutas alternas entre los equipos. b) Almacenamiento de combustible en el sitio para 12 horas para los generadores de energía.	a) Hay capacidad suficiente para satisfacer las necesidades del sitio. b) Los trabajos planeados requieren que la mayoría o la totalidad de los sistemas de infraestructura del sitio sean apagados, lo cual afecta equipos de computación, sistemas y usuarios finales.	a) El sitio es susceptible a interrupciones de ambas actividades planificadas y no planificadas. Los errores (humanos) de operación de los componentes de infraestructura del sitio causarán una interrupción en el centro de datos. b) Una interrupción o falla en la capacidad de un sistema, componente o elemento de distribución afectará los equipos de cómputo. c) La infraestructura del sitio debe ser apagada anualmente para realizar los trabajos preventivos necesarios de mantenimiento y reparación de forma segura. Las situaciones de urgencia pueden necesitar de apagados más frecuentes, la falta de mantenimiento regular aumenta significativamente el riesgo de interrupciones no planeadas así como la gravedad de las fallas.

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla a.2 Estándar para la topología, definición del nivel 2.

Nivel del Tier	Requisito Fundamental	Pruebas de Confirmación de Resultados	Impactos Operativos
<p>Nivel II—Sitio de Infraestructura con capacidad Redundante</p>	<p>a) Tiene componentes de capacidad redundante y una sola vía de distribución no redundante que sirven a los equipos de cómputo.</p> <p>b) Doce horas de almacenamiento de combustible en el sitio para una capacidad "N".</p>	<p>a) Los componentes de capacidad redundante pueden ser retirados del servicio de manera planeada sin q esto sea causa de apagado de ningún equipo de computación.</p> <p>b) Es necesario el apagado de los equipos de computación para retirar rutas de distribución de servicio y sea para mantenimiento o para alguna actividad.</p> <p>c) Hay capacidad suficiente permanentemente instalada para cumplir con las necesidades del sitio cuando componentes redundantes son retirados del servicio por cualquier motivo.</p>	<p>a) El sitio es susceptible a interrupciones por actividades planificadas y por sucesos no planificados, los errores (humanos) de operación de los componentes de infraestructura del sitio podrían causar una interrupción en el centro de datos.</p> <p>b) Una falla imprevista en la capacidad de un componente podría afectar los equipos de computación. Un corte o una falla imprevista de cualquier sistema de capacidad o elemento de distribución afectarán los equipos de computación.</p> <p>c) La infraestructura del sitio debe ser completamente apagada de forma anual para ejecutar de forma segura trabajos de reparación y mantenimiento preventivo. Situaciones de urgencia podrían necesitar apagados más frecuentes. La falta de mantenimiento regular incrementa significativamente el riesgo de interrupciones no planeadas así como la gravedad de las fallas consecuentes.</p>

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla a.3 Estándar para la topología, definición del nivel 3.

Nivel del Tier	Requisito Fundamental	Pruebas de Confirmación de Resultados	Impactos Operativos
<p>Nivel III – Sitio de Infraestructura continuamente Mantenable</p>	<p>a) Tiene componentes de capacidad redundante y múltiples vías de distribución a los equipos de computación. Solamente una vía de distribución es requerida para servir a los equipos de computación en cualquier momento.</p> <p>b) Todo equipo debe estar energizado doblemente como se halla definido por el Fault Tolerant Power Compliance Specification, Version 2.0 del Instituto, e instalado apropiadamente para ser compatible con la topología de la arquitectura del sitio, Dispositivos de transferencia tales como los interruptores de punto de uso, se deben incorporar a los equipos de computación que no cumplan con esta especificación.</p> <p>c) Doce horas de almacenamiento de combustible en el sitio para una capacidad “N”</p>	<p>a) Todos y cada uno de los elementos y componentes de capacidad en las vías de distribución pueden ser retirados del servicio sobre una base planeada sin afectar a ningún equipo de cómputo.</p> <p>b) Hay capacidad suficiente permanente instalada para cumplir con las necesidades del sitio cuando componentes redundantes son retirados del servicio por cualquier motivo.</p>	<p>a) El sitio es susceptible a interrupciones por actividades no planificadas. Los errores de operación de los componentes de infraestructura del sitio podrían causar una interrupción en el computador.</p> <p>b) Un corte o una falla imprevista de cualquier sistema de capacidad afectarán los equipos de computación.</p> <p>c) Una interrupción o una falla imprevista de cualquier componente de capacidad o de elemento de distribución podrían afectar los equipos de computación.</p> <p>d) La infraestructura de mantenimiento del sitio puede operar usando vías de distribución y componentes de capacidad redundantes, para continuar operando de manera segura los equipos restantes</p> <p>e) Durante las actividades de mantenimiento, el riesgo de interrupción podría elevarse. (Esta configuración de mantenimiento no cancela la evaluación Tier conseguida en operaciones normales).</p>

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla a.4 Estándar para la topología, definición del nivel 4

Nivel del Tier	Requisito Fundamental	Pruebas de Confirmación de Resultados	Impactos Operativos
<p>Nivel IV – Sitio de Infra-estructura Tolerante a Fallas.</p>	<p>a) Tiene sistemas múltiples, independientes y aislados físicamente, los cuales proveen componentes redundantes de capacidad y vías de distribución múltiples, independientes, diversas y activas, que sirven simultáneamente a los equipos de computación. Los componentes de capacidad redundantes y las vías de distribución diversas se configuran de tal modo que la capacidad N provea de energía y refrigeración a los equipos de computación luego de cualquier falla en la infraestructura.</p> <p>b) Todo equipo debe estar energizado doblemente como se halla definido por el Fault Tolerant Power Compliance Specification, Version 2.0 del Instituto, e instalado apropiadamente para ser compatible con la topología de la arquitectura del sitio, Dispositivos de transferencia tales como los interruptores de punto de uso, se deben incorporar a los equipos de computación que no cumplan con esta especificación.</p> <p>c) Los sistemas y vías de distribución complementarios deben estar físicamente aislados uno del otro (compartimentados) para prevenir que un solo suceso afecte simultáneamente a ambos sistemas o vías de distribución.</p> <p>d) Una refrigeración continua es obligatoria.</p> <p>e) Doce horas de almacenamiento de combustible en el sitio para una capacidad N.</p>	<p>a) Una sola falla en la capacidad del sistema, componentes o elementos de distribución no afectará a los equipos de computación.</p> <p>b) El sistema mismo responde automáticamente (“se autorrepara”) ante una falla para prevenir mayores daños al sitio.</p> <p>c) Todos y cada uno de los elementos y componentes de capacidad en las vías de distribución pueden ser retirados del servicio sobre una base planeada sin afectar a ninguno de los equipos de computación.</p> <p>d) Hay capacidad suficiente para cumplir con las necesidades del sitio cuando vías de distribución y componentes redundantes son retirados del servicio por cualquier motivo.</p>	<p>a) El sitio no es susceptible a interrupción debido a un solo suceso no planificado.</p> <p>b) El sitio no es susceptible a interrupción debido a actividades planificadas de mantenimiento.</p> <p>c) La infraestructura de mantenimiento del sitio puede operar usando vías de distribución y componentes de capacidad redundante para continuar operando de manera segura el equipamiento restante.</p> <p>d) Durante tareas de mantenimiento donde vías de distribución o componentes de capacidad se apaguen los equipos de computación estos expuestos a un elevado riesgo de interrupción en caso de que falle la vía restante, esta configuración de mantenimiento no invalida la evaluación de Tier conseguida en operaciones normales.</p> <p>e) La operación de la alarma de incendio, la extinción de incendios o la función de apagado de emergencia podrían causar una interrupción en el centro de datos.</p>

A-2 DEFINICION DEL ESTANDAR PARA LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA

Tabla a. 5 Estándar para la sostenibilidad operativa, categoría: personal y organización.

CATEGORIA: PERSONAL Y ORGANIZACIÓN /NIVEL DEL TIER EN QUE APLICA		I	II	III	IV
Presencia del Personal	1. Existe el personal que verifique las operaciones críticas	x			
	2. Hay soporte técnico en el sitio los 5 días de la semana por parte del proveedor		x		
	3. Existe presencia del personal 24x7		x	x	
	4. El personal está distribuido dependiendo de sus habilidades y conocimientos (ej. Ingenieros eléctricos, mecánicos)				x
Certificaciones	1. El personal que trabaja está capacitado de manera formal	x	x	x	x
	2. Existe documentación de entrenamiento sobre los equipos y los procesos		x	x	x
	3. Existe entrenamiento formal para todo el personal sobre a. Configuración del sitio en operación normal y en operación de emergencia. b. Políticas de seguridad			x	x
Organización	1. Existe un organigrama.	x	x	x	x
	2. Existen descripciones de los trabajos críticos		x	x	x
	3. Se realizan cambios de turno para cumplir con el tiempo completo equivalente FTE ¹			x	x
	4. Existe una matriz de roles y responsabilidades			x	x

¹ El FTE o Tiempo completo equivalente hace referencia a la cantidad de horas mínimas que el sistema debe ser monitoreado.

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla a.6 Estándar para la sostenibilidad operativa, categoría: mantenimiento.

CATEGORIA: MANTENIMIENTO /NIVEL DEL TIER EN QUE APLICA		I	II	III	IV
Programa de mantenimiento Preventivo	1. Existe un programa preventivo que incluya la lista de acciones de mantenimiento, fechas de vencimiento y registros	x	x	x	x
	2. EL programa preventivo abarca las recomendaciones generadas por los fabricantes de los equipos		x	x	x
	3. Existen procedimientos detallados para la conexión entre el equipo redundante disponible y en uso			x	x
	4. Existe documentación completa sobre las actividades de mantenimiento preventivo			x	x
	5. Se realiza un proceso de control de calidad que valide: a. La correcta realización del Mantenimiento Preventivo b. La calidad del Mantenimiento Preventivo.			x	x
	6. Existe un programa de gestión que vincule y administre todos los mantenimientos preventivos				x
Políticas de Aseo y Limpieza	1. Las paredes, techos y pisos falsos se encuentran libres de polvo y suciedad	x	x	x	x
	2. El centro de datos se almacenan combustibles, equipos de aseo, cajas o artículos personales.		x	x	x
	3. Existe un protocolo para la limpieza que asegure que el ambiente en el centro de datos esté libre de contaminación.			x	x
Sistema de Gestión para el mantenimiento	1. Existe un sistema de mantenimiento eficaz (en papel o informatizado) que permita rastrear el estado de todas las actividades de mantenimiento.	x	x	x	x
	2. Se realiza un seguimiento a las piezas y herramientas usadas en el mantenimiento preventivo.		x	x	x
	3. Existe un registro de rendimiento y tendencia para los siguientes datos: a. Equipos. b. Actividades de mantenimiento c. Repuestos críticos			x	x
Soporte del Fabricante	1. Se tienen listas de los proveedores que dan soporte a los equipos	x	x	x	x
	2. Existen acuerdos de nivel de servicio (SLA) que establece el alcance de la garantía, horarios y tiempos de respuesta.		x	x	x
Planificación del Ciclo de vida	1. Se realiza un proceso eficaz para la planificación, programación y financiamiento de la sustitución de los componentes principales de infraestructura de acuerdo al ciclo de vida.			x	x

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Programa de Análisis de Fallas	1. Se almacena en una lista todas las interrupciones, incluyendo: fechas, horas, equipos y sistemas de infraestructura involucrados, causas principales.		x	x	x
	2. Hay procesos efectivos para determinar causas principales, identificar lecciones aprendidas e implementar acciones correctivas.			x	x
	3. Se realiza un seguimiento al proceso de análisis				x
Programa de Mantenimiento	1. El mantenimiento preventivo y el cumplimiento de las tareas programadas es superior al 90%	x	x		
	2. La efectividad del mantenimiento preventivo es del 100%			x	x
Programa de Mantenimiento Predictivo	1. Es efectivo el programa de mantenimiento preventivo.				x

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla a.7 Estándar para la sostenibilidad operativa, categoría: capacitación.

CATEGORIA: CAPACITACION /NIVEL DEL TIER EN QUE APLICA		I	II	III	IV
Capacitación del Personal	1. Por cada empleado nuevo se brinda una capacitación: a. de los sistemas de los cuales será responsable de su operación y mantenimiento. b. Las normas de trabajo existentes en el centro de datos.	x	x	x	x
	2. Existe un salón donde se realizan demostraciones operacionales o simulacros que abarcan los siguientes tópicos: a. Explicación de todas las políticas, procesos y procedimientos para la operación y mantenimiento de los sistemas del centro de datos. b. Explicación de las normas existentes y aplicables en el centro de datos. c. Procedimientos de configuración de sitio- como la infraestructura está configurada durante operaciones normales. d. Procedimientos de Operación Estándar – como la configuración de la infraestructura es cambiada durante las operaciones normales. e. Procedimientos de Emergencia – como el sitio es controlado y operado durante situaciones anormales y/o de emergencia. f. Procedimientos del Sistema de Gestión del Mantenimiento.			x	x
	3. Hay un programa de capacitación que incluya, horarios, temas, materiales requeridos y registro de asistencia.			x	x
	4. Programa formal calificado designado para el personal que realiza las operaciones del centro de datos.				x
Soporte del Proveedor	1. Realizan capacitaciones requeridas acerca del acceso al centro de datos, reglas de trabajo y limpieza y aseo.	x	x	x	x
	2. Realizan reuniones informativas sobre los procesos del centro de datos y procedimientos con respecto a los trabajos a realizar.		x	x	x
	3. Presenta la documentación sobre los métodos de Procedimiento.			x	x

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla a.8 Estándar para la sostenibilidad operativa, categoría: planeación, coordinación y administración.

CATEGORIA: Planeación, Coordinación y Administración		I	II	III	IV
Políticas	<p>1. Las políticas y los procedimientos están documentados formalmente y definen lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. El personal que realiza todas las operaciones de infraestructura del sitio (ej.: cambios en la configuración y operación de los sistemas en condiciones normales, de emergencia o anormales) b. Configuración del Sitio: configuración de infraestructura de sitio para las operaciones normales. c. Operaciones Estandarizadas: Cambios en la configuración normal de funcionamiento (ej.: cambio de refrigeradores) d. Operaciones de Emergencia: control del sitio durante circunstancias o eventos anormales. e. Gestión de Cambios: (revisión y aprobación de los cambios realizados en el sitio. y Evaluación del riesgo relacionado con los cambios previstos). 			x	x
Gestión Financiera	1. Los gastos de funcionamiento y el capital disponible son consistentes y permiten dar soporte al cumplimiento del nivel objetivo.	x	x	x	x
Biblioteca de Referencia	1. Existen documentos de referencia y se encuentran disponibles para su uso: (fuera y dentro del sitio), que incluyan la siguiente información	x	x	x	x
	<ul style="list-style-type: none"> - Planos de la construcción. - Documentación de operación y mantenimiento. - Estudios (ej. Suelos, estructuras, eléctricos, mecánicos, circuitos, etc.) - Informes de la puesta en servicio - Garantías y acuerdos de mantenimiento comprados en forma anticipada. 				
	2. La anterior lista de documentos se encuentra disponible en el sitio todo el tiempo.			x	x
	3. Los documentos se encuentran localizados en una ubicación central (biblioteca) y están disponibles para el personal operativo del centro de datos.			x	x
	4. Existe un proceso de actualización de las copias principales y las copias adicionales disponibles para el personal operativo, proveedores, diseñadores, etc.				x
Capacidad de Gestión del Espacio, Potencia y	1. Existen procesos documentados para administrar la instalación y desinstalación de equipos informáticos de la sala de equipos.	x	x	x	x
	2. Se realiza un proceso de previsión a futuro de los requerimientos de espacio, energía y refrigeración en forma periódica.		x	x	x

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Sistema de enfriamiento	3. Existen mecanismos de seguimiento y actualización del espacio, potencia y capacidad de enfriamiento y utilización.			x	x
Grupo de Certificaciones	1. Certificación ISSO				x
	2. Certificación ITIL				x
	3. Otra certificación relevante al sitio o a los procesos				x
Gestión del Salón de Equipos	1. Existen procesos efectivos para: a. Gestión de la ventilación del salón de equipos. b. Monitoreo, gestión y análisis de la potencia eléctrica.				x

Tabla a.9 Estándar para la sostenibilidad operativa, categoría: edificaciones.

CATEGORIA: Edificaciones (características)		I	II	III	IV
Propósito de la Construcción	1. El edificio fue construido específicamente para el centro de datos			x	x
	2. La instalación es de propósito único para apoyar operaciones de equipos				x
	3. El edificio es independiente, físicamente separado de otras instalaciones corporativas en el sitio				x
Espacios de Apoyo	1. La separación es adecuada entre la sala de computo, la sala de almacenamiento y la sala de pruebas		x	x	x
	2. Existe un espacio adecuado para las siguientes funciones: - Centro de control de sistema de automatización de edificio. - Centro de Comando y Recuperación ante desastres. - Espacio para almacenamiento de partes, suministros y herramientas. - Ingeniería y actividades de la tienda de instalación. - Reuniones y capacitaciones.			x	x
Seguridad y Acceso.	1. Se realiza un control de acceso a todas las salas de cómputo y espacios de soporte.		x	x	x
	2. Existe un acceso controlado al edificio			x	x
	3. Hay una revisión periódica de acceso			x	x
Mejoras en la Topología	1. Mejoras en la topología eléctrica por encima del nivel certificado.				x
	2. Mejoras en la topología mecánica y de Refrigeración por encima del nivel certificado				x
	3. Otras mejoras por encima del nivel certificado				x
Certificaciones	1. Certificación Energy Start				x
	2. Certificación LEED (Líder en Energía y Diseño de Ambiente, "Leadership in Energy and Energy Desing").				x
	3. Otras certificaciones Importantes.				x

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla a.10 Estándar para la sostenibilidad operativa, categoría: Infraestructura.

CATEGORIA: INFRAESTRUCTURA		I	II	III	IV
Facilidad de Expansión y Crecimiento	1. La Sala de equipos está diseñada y construida de tal modo que pueda ser reconfigurada con un esfuerzo razonable y los aumentos incrementales en espacio, energía y refrigeración puedan lograrse con un riesgo mínimo para la carga crítica existente			x	x
	2. Existen puntos de conexión para uso futuro			x	x
Infraestructura de Soporte de Operaciones	1. Existen sistemas de soporte mecánico para extender el ciclo de vida o proteger la infraestructura (ej. Tratamientos químicos, filtrado y/o limpieza del combustible).			x	x
	2. Existen sistemas mecánicos instalados para facilitar las operaciones.			x	x
	3. Están etiquetados consistentemente los equipos de infraestructura			x	x
	4. Existen sistemas eléctricos instalados para facilitar las operaciones			x	x
Facilidad de Mantenimiento.	1. El espacio es adecuado para la realización segura de todas las actividades normales de mantenimiento de equipos de infraestructura		x	x	x
	2. Es el espacio adecuado para la realización segura y rápida de eliminación y sustitución de equipos de infraestructura			x	x
Espacio, Energía y Enfriamiento.	1. El diseño del centro de datos coordina espacio, energía y capacidad de enfriamiento.				x

Tabla a.11 Estándar para la sostenibilidad operativa, categoría: condiciones de operación

CATEGORIA: Condiciones de Operación.		I	II	III	IV
Clasificación de Línea Roja	1. Existe un proceso de clasificación para limitar la carga máxima en todos los equipos y sistemas		x	x	x
Puntos de control de Operación	1. Se usan puntos de control de operación (ej. Medidor de temperatura, presión, flujo volumétrico, etc.)		x	x	x
Rotación de Equipo redundante	1. Existe un proceso efectivo para alternar el uso de equipos de infraestructura redundante como parte del programa de mantenimiento del sitio		x	x	x

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla a.12 Estándar para la sostenibilidad operativa, categoría: Pre-operacional.

CATEGORIA: Pre-Operacional		I	II	III	IV
Puesta en Servicio.	1. Se realizan pruebas de fábrica (FWT, Factory witness Testing) para los equipos de infraestructura crítica		x	x	x
	2. Los equipos críticos de infraestructura a instalar se reciben probados.		x	x	x
	3. Se realizan pruebas funcionales a la infraestructura crítica: pruebas independientes y al sistema de configuración.		x	x	x
Plan de Transición de Operaciones (nuevas instalaciones-mayor capacidad de expansión)	1. Uso de un protocolo de operaciones con los requisitos establecidos para el desarrollo y aplicación de los siguientes componentes clave de las operaciones del centro de datos: a. plan de dotación de personal b. programa de capacitación c. programa de mantenimiento d. Biblioteca de referencia e. equipamiento plan (herramientas, repuestos esenciales, equipos) f. procedimientos de sitio g. programa de administración financiera				x

ANEXO B DATOS DE LOS EQUIPOS DE RED DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

En este anexo se encuentra toda la información recogida para su posterior análisis de disponibilidad, este anexo se divide en 5 subpuntos, en el primero se muestra el MTBF para los equipos del Backbone, este valor es usado para el cálculo de la disponibilidad, después se muestra una tabla con los valores de disponibilidad para los equipos de la red Universitaria, reportados por la herramienta de gestión Nagios, gracias a la información obtenida desde la herramienta web Helpdesk se calcula el MTTR de la red, en el cuarto subpunto se encuentra la transcripción de la entrevista realizada a Andrés Zúñiga, trabajador del área de Infraestructura de la Red Universitaria y por último la aplicación de los datos obtenidos a los estándares para la Topología y la Sostenibilidad Operativa generados por Uptime.

B-1 EQUIPOS EXISTENTES

La universidad del cauca, cuenta con equipos en su mayoría de la marca CISCO de nivel 3 y nivel 2, existen algunos equipos 3com usados en el área de acceso, por lo que no se tienen en cuenta en este trabajo ya que la solución está orientada a los niveles de Core y distribución. De acuerdo con eso se tiene que:

Tabla a.13 Equipos del backbone de la red de la Universidad del Cauca.

Facultad	Equipo	IOS	No de Puertos	MTBF
Artes	Switch Cisco 3750g-24TS-1U	Ipervicesk9-m	24	221,150
Carmen	Switch Cisco 3750g-24TS	Ipervicesk9-m	24	188,574
Contaduría	Switch Cisco 3750g-48TS	Ipervicesk9-m	48	165,243
Educación	Switch Cisco 3750g-24TS-1U	Ipervicesk9-m	24	221,150
Física	Switch Cisco 3750g-24TS-1U	Ipervicesk9-m	24	221,150
Ingenierías	Switch Cisco 3750g-24TS-1U	Ipervicesk9-m	24	221,150
Salud	Switch Cisco 3750g-24TS-1U	Ipervicesk9-m	24	221,150
Santo Domingo	Switch Cisco 3750g-48PS	Ipervicesk9-m	48	141,005
Sistemas	Switch Cisco 3750g-48PS	Ipervicesk9-m	48	141,005

B-2 NIVEL DE DISPONIBILIDAD GENERADO POR NAGIOS DURANTE LOS PRIMEROS 6 MESES DEL AÑO 2012.

Tabla a.14 Tabla de disponibilidad de los equipos de la Red de la Universidad del Cauca, generada por la herramienta Nagios.

Equipo	% tiempo Disponible	% Tiempo equipo Caído	días indisponibles
NIVEL CORE			
Core_6509	99,81	0,19	0,346
NIVEL DE DISTRIBUCION			
Artes_CC1	99,58	0,42	0,764
Carmen_CC1	99,807	0,193	0,351
Contaduria_CC1	99,578	0,422	0,768
Educacion_CC2A	99,403	0,597	1,087
Fisica_CC7	99,592	0,408	0,743
Ing_CC1	96,242	3,758	6,840
Salud_CC1_Cisco	99,808	0,192	0,349
Sistemas_CC1	100	0	0,000
Sto_Domingo_CC1	99,805	0,195	0,355
Promedio Nivel de Distribución	99,313	0,687	1,251
NIVEL DE ACCESO			
AEquipos	99,952	0,048	0,087
Alfonso_Lopez	98,687	1,313	2,390
Ap_Artes_Cafeteria	97,322	2,678	4,874
Ap_Artes_Patio	94,721	5,279	9,608
Ap_Biblio_Central_Pasillo	99,978	0,022	0,040
Ap_Biblioteca_Cp1	99,823	0,177	0,322
Ap_Carmen	94,773	5,227	9,513
Ap_Carmen_Biblioteca	99,806	0,194	0,353
Ap_Casa_Rosada	99,534	0,466	0,848
Ap_Contaduria_Admon	99,574	0,426	0,775
Ap_Contaduria_Bp3	98,438	1,562	2,843
Ap_Contaduria_P2	98,438	1,562	2,843
Ap_Derecho	99,716	0,284	0,517
Ap_Derecho_P2	99,718	0,282	0,513
Ap_Derecho_P3	99,717	0,283	0,515
Ap_Doctorado_Edu	99,309	0,691	1,258
Ap_Fisica	99,696	0,304	0,553
Ap_Ingenierias	98,442	1,558	2,836

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Ap_Ingenierias_P1	99,794	0,206	0,375
Ap_Ingenierias_P4	93,181	6,819	12,411
Ap_Ipet	99,802	0,198	0,360
Ap_Rectoria	99,806	0,194	0,353
Ap_Sala_Virtual	99,998	0,002	0,004
Ap_Salon_Consejo	99,804	0,196	0,357
Ap_Salon_Piloto_Ing	93,197	6,803	12,381
Ap_Salud_2_Piso	99,806	0,194	0,353
Ap_Salud_3er_piso	99,545	0,455	0,828
Ap_Salud_Biblioteca	99,806	0,194	0,353
Ap_Salud_Fono	99,806	0,194	0,353
Ap_Salud_Morfologia	89,019	10,981	19,985
Ap_Salud_inmunologia	92,623	7,377	13,426
Ap_Sistemas	96,866	3,134	5,704
Ap_Vice_Administrativa	99,808	0,192	0,349
Arcomer_3750x	99,338	0,662	1,205
Area_Comercial_2960_CC4	99,121	0,879	1,600
Area_Comercial_CC4	99,097	0,903	1,643
Artes_CC2	99,574	0,426	0,775
Biblioteca_Central	99,826	0,174	0,317
Biometricas_Arcomer	99,339	0,661	1,203
Biometricas_Biblio_Central	99,978	0,022	0,040
CDU	95,863	4,137	7,529
Camaras_Casa_Mosquera	100	0	0,000
Carmen_CC1_2960	99,806	0,194	0,353
Carmen_CC2	99,809	0,191	0,348
Casa_Mosquera_CC1	100	0	0,000
Casa_Rosada_CC2	99,538	0,462	0,841
Consultorio_Juridico	98,23	1,77	3,221
Contaduria_CC1_2	99,576	0,424	0,772
Contaduria_CC1_3	99,575	0,425	0,774
Contaduria_CC2	98,494	1,506	2,741
Contaduria_CC2_2	98,87	1,13	2,057
Contaduria_CC2_3	99,462	0,538	0,979
Contaduria_CC3_1	90,517	9,483	17,259
Contaduria_CC3_2	99,556	0,444	0,808
Contaduria_CC3_Camaras	99,036	0,964	1,754
Contaduria_CC3_Docentes	99,55	0,45	0,819
Controlador_Inalambrico	99,805	0,195	0,355
Darca	100	0	0,000

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Div_Comunicaciones	99,694	0,306	0,557
Doctorado_Edu	99,308	0,692	1,259
Educacion_CC2A_2	99,403	0,597	1,087
Educacion_CC2A_2960	99,287	0,713	1,298
Educacion_CC2B	99,091	0,909	1,654
Educacion_Matematicas	99,682	0,318	0,579
Educacion_Matematicas_2	99,795	0,205	0,373
Educacion_Matematicas_3	99,676	0,324	0,590
Fisica_CC8	99,584	0,416	0,757
Geotecnia	99,603	0,397	0,723
Guacas_AP	90,609	9,391	17,092
Guacas_CC2	94,519	5,481	9,975
Ing_CC1_2	96,241	3,759	6,841
Ing_CC2_Cisco	96,019	3,981	7,245
Ing_CC3	95,812	4,188	7,622
Ing_CC9	96,115	3,885	7,071
Ing_Palomar_CC15	96,118	3,882	7,065
Ingenierias_CC11	95,312	4,688	8,532
Ingenierias_CC13	90,876	9,124	16,606
IpetCC5_1	99,806	0,194	0,353
IpetCC5_2	99,807	0,193	0,351
IpetCC5_3	99,578	0,422	0,768
IpetCC6	99,577	0,423	0,770
Ipet_CC5	99,807	0,193	0,351
Ipet_CC5_ALara	99,806	0,194	0,353
Lab_Idiomas_1	99,952	0,048	0,087
Lab_Idiomas_2	99,952	0,048	0,087
Panteon	93,92	6,08	11,066
Sala_Virtual	100	0	0,000
Salon_Piloto_Ing	93,01	6,99	12,722
Salud_CC1_2960_1	99,809	0,191	0,348
Salud_CC1_2960_2	99,808	0,192	0,349
Salud_CC2_Cisco	99,596	0,404	0,735
Salud_CC4	96,033	3,967	7,220
Salud_CC5_Renal	99,682	0,318	0,579
Salud_CC6_Genetica	99,553	0,447	0,814
Salud_Nortel	99,557	0,443	0,806
Salud_Ocupacional_Arcomer	99,033	0,967	1,760
Santander	98,863	1,137	2,069
Servidor_Biometrica	99,849	0,151	0,275

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Servidor_Squid	98,484	1,516	2,759
Servidor_Squid_Base_de_datos	99,844	0,156	0,284
Sistemas_CC8	100	0	0,000
Sistemas_Financiera	100	0	0,000
Sistemas_General	100	0	0,000
Sistemas_Sala_1	98,962	1,038	1,889
Sistemas_Servidor	99,782	0,218	0,397
Sistemas_Servidor_Blade	99,718	0,282	0,513
Sistemas_Servidores_2	99,784	0,216	0,393
Sto_Domingo_CC3	99,715	0,285	0,519
Sto_Domingo_CC3_Biometricas	99,713	0,287	0,522
Sto_Domingo_CC4	99,95	0,05	0,091
Sto_Domingo_CC5	99,713	0,287	0,522
Sto_Domingo_CC5_2	99,714	0,286	0,521
Sto_Domingo_CC8	99,765	0,235	0,428
Sto_Domingo_Camaras	99,713	0,287	0,522
Sto_Domingo_Derecho_CC3	99,714	0,286	0,521
Unidad_de_Salud	99,77	0,23	0,419
Unidad_de_Salud_CC1	99,769	0,231	0,420
VRI	99,694	0,306	0,557
VRI_2	99,693	0,307	0,559
Promedio Nivel de Acceso	98,586	1,414	2,574
Promedio de la Red	98,646	1,3540	2,464

B-3 AREA DE SOPORTE - CONTACTO 55 / HELPDESK:

La universidad cuenta con una dependencia llamada Contacto 55, encargada de ayudar y guiar a las personas en temas relacionados con la universidad, generalmente la gente llama a solicitar ayuda en cuanto temas relacionados con la universidad y el acceso o uso de sus recursos, mediante el uso de la herramienta software helpdesk se pueden filtrar las solicitudes y asignarlas a la dependencia correspondiente, ya sea área de equipos, servidores, infraestructura o a la división de sistemas, al igual que Nagios, el sistema de helpdesk guarda estadísticas sobre el número de solicitudes y el tiempo de respuesta a las mismas, para el caso específico de este trabajo de grado se promedió los tiempos de respuesta reportados para así tener un MTTR para el área de infraestructura.

Tiempo de respuesta promedio Área de Infraestructura: 2 horas con 45 minutos.

Tiempo de respuesta promedio Área de Servidores: 1 día y medio.²

B-4 ENTREVISTA

Uno de los métodos convencionales para obtener información es la entrevista, con el objetivo de conocer mejor el estado actual de la red se entrevista a Andrés Zúñiga, quien hace parte del área de infraestructura, ya que el Ingeniero Jaime Martínez se encontraba de viaje en otro país. La entrevista aborda temas sobre la organización, el personal y los equipos.

- ¿Cómo está conformada el área de Infraestructura?

Rta: El área de Infraestructura está compuesta por un coordinador que es el Ingeniero Jaime Martínez y tres personas más; dos de estas personas hacen parte de la planta de empleados de la Universidad del Cauca, y los dos restantes son contratistas; cuando el presupuesto lo permite, se cuenta con la ayuda de cinco monitores.

- ¿Cuál es el objetivo de esta dependencia? (Misión del área de infraestructura)

Rta: Garantizar la conectividad a todos los funcionarios, a los estudiantes a todos los recursos tecnológicos, servidores e Internet.

- ¿Cuál es el horario de trabajo?

Rta: Según el contrato de trabajo es de 8 am a 12 m y de 2 pm a 6 pm.

- Si se presenta un fallo en horas no laborales, ¿Qué procedimiento se realiza? ¿Se procede en horas laborales o se procede inmediatamente?

Rta: Tiempo de recuperación máximo: se han estipulado que la respuesta es máximo una hora, el procedimiento es básico, se tiene una reserva de switches capa 3 y capa 2 se tiene una configuración de backup en caso de que se caiga un switch se hace el cambio, el problema radica en que las instalaciones quedan retiradas.

² Todas las solicitudes no tienen reportado el tiempo de respuesta, por lo que para el cálculo solo se usaron aquellos valores reportados. Estos se pueden obtener ingresando al sistema HelpDesk con un usuario y contraseña autorizada.

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

- ¿Qué servicios se prestan principalmente?

Rta: Se realizan una proyección de los equipos existentes, se analiza tráfico, como está el comportamiento de los equipos del backbone se presentan propuestas a cada decano para que mejore o compre dispositivos.

- ¿Cuál es el más importante?

Rta: Existe Duplicación de equipos, rutas redundantes: no. Los servidores tienen virtualización pero el problema es que en cuanto a nivel de red no existe redundancia.

- ¿Se realiza monitoreo de discos, fuentes de poder, procesadores, servidores?

Rta: Si se realiza monitoreo.

- ¿Cada cuánto se actualizan los equipos de Red?

Rta: Cada vez que sale una actualización, debido a que el Ingeniero Martínez realiza muchas compras a cisco, estos le envían correos informando sobre nuevas versiones, así que se procede a la actualización.

- ¿Existe un plan de actualización?

Rta: Un plan con fechas como tal no, porque no se sabe cuándo las actualizaciones van a salir, pero si se tiene un plan de acción de cómo actuar o que procedimiento seguir para la actualización.

- ¿Cuántos ISP existen?

Rta: En este momento la Universidad tiene contratadas a dos empresas como proveedoras de Servicios de internet ETB y EMTEL.

- ¿Existen conexiones redundantes con los ISP?

Rta: Si, con ambos proveedores se tiene redundancia, pero en última milla.

- ¿Cuántos equipos redundantes disponibles tienen nivel 2 y nivel 3 equipos de respaldo o rotación?

Rta: Se cuenta con 1 equipo de rotación 2960 y un 3750.

- ¿Cuántas salas o espacios para almacenamiento de equipos (servidores y switches) existen o están disponibles y cuáles son?

Rta: Existen dos salas y se busca una centralización redundante; en la división de las TIC y en el edificio del IPET.

- ¿Tienen Fuente de Poder redundante?

Rta: Solo una tiene fuente de poder redundante.

- ¿Tienen Sistema de enfriamiento redundante?

Rta: De las dos salas solo una tiene sistema enfriamiento redundante.

- ¿Que herramientas de monitoreo se usan?

Rta: Para la infraestructura se utilizan varias la NAM, Nagios, Cisco Works e Interfaz Web solo para el backbone.

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

- ¿Que se monitorea?

Rta: Tráfico y comportamiento de la red.

- ¿Existe soporte de parte de los proveedores? o ¿Cómo se realiza la reparación de los equipos?

Rta: Siempre se compran los equipos con garantías, si el equipo ya no está en garantía y el daño es algo mecánico se encargan los del área de equipos, si es algo lógico el área de infraestructura es el encargado de la reparación

- ¿Cuál es el horario de trabajo? ¿Tiene alguna cláusula que especifique que es necesaria la disponibilidad de los empleados 7x24?

Rta: El horario de trabajo de los empleados es horario de oficina y cumpliendo labores específicas, sin embargo en varias ocasiones es necesario trabajar en otras horas dependiendo de lo que se esté realizando.

- ¿Los trabajadores se encuentran capacitados y certificados (cisco, avaya, itil, otra)?

Rta: Dos de los trabajadores si se encuentran certificados con cisco.

- ¿Existe documentación o tutoriales de entrenamiento acerca de los equipos y los procesos que se realizan?.

Rta: No existe documentación formal, los entrenamientos son orales y las capacitaciones.

- ¿Se brinda entrenamiento formal al personal?

Rta: No,

- ¿Existe un organigrama que muestre la cadena de mando?

Rta: No hay un cuadro como tal, sin embargo entre los miembros del área de Infraestructura, conocen como está organizada.

- ¿Existen descripciones de los trabajos (de los puestos de trabajo con sus respectivas funciones)?

Rta: Si, cuando se realiza un contrato, al empleado se le entrega una descripción de las labores específicas que debe cumplir.

- ¿Se realizan cambios de turno, o todos trabajan en el mismo horario?.

Rta: Todos trabajan en el mismo horario.

- ¿Existe una matriz de roles y responsabilidades que incluya todas las actividades del centro de datos?

Rta: No.

- ¿Se realiza algún programa de mantenimiento preventivo, se tiene documentación de esto (acciones a realizar, fechas inicio, vencimiento, registros)?

Rta: Si, se programa generalmente los viernes en las horas de la tarde y se escoge un área y se publica en internet

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

- ¿Se tiene en cuenta las recomendaciones de mantenimiento generadas por los fabricantes en el mantenimiento preventivo?

Rta: Si.

- ¿Existen procedimientos detallados para la conexión de equipos?

Rta: Si.

- ¿Se realiza un proceso de control de calidad que valide: la correcta y la calidad del mantenimiento preventivo?

Rta: Si se hace

- ¿Se tiene algún programa de gestión de los mantenimientos preventivos?

Rta: No, se hace monitoreo de equipos todo el tiempo

- ¿Los pisos y paredes se encuentran libres de polvo y suciedad?

Rta: No, debido a que las ubicaciones son muy viejas y por lo tanto almacenan mucho polvo

- ¿Se tiene almacenado equipos de limpieza, combustible u otros artículos en el centro de datos?

Rta: No.

- ¿Existen protocolos de limpieza (reglas a la hora de hacer la limpieza, fechas)?

Rta: Si, se le informa como se debe hacer el aseo, se indica cada cuanto se debe hacer el aseo, que hacer si durante el aseo se desconecta algo.

- ¿Existe un sistema de gestión para los procesos de mantenimiento (papel o informatizado) que permita ver o rastrear el estado de todas las actividades de mantenimiento?

Rta: No.

- ¿Existe un inventario de equipos instalados detallado?

Rta: Si

- ¿Existe un registro de los equipos a los que se les ha hecho mantenimiento?

Rta: No.

- ¿Existe un registro de repuestos críticos?

Rta: No.

- ¿Se tiene un directorio telefónico para el soporte del proveedor?

Rta: Si.

- ¿Se tienen acuerdos de nivel de servicio con el proveedor o se compran garantías?

Rta: Si.

- ¿Existe un listado de todas las interrupciones incluyendo fechas, horas, equipos involucrados, causa?

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Rta: Sí, eso lo maneja Help Desk

- ¿Se realiza algún proceso para determinar las causas principales (aprender de los errores e implementar acciones correctivas)?

Rta: Sí, pero se hace verbal; Se realiza seguimiento, mas no se lleva reporte.

- ¿Cuál es la efectividad del mantenimiento preventivo (un porcentaje 90 o 100%)?

Rta: Un 90%

- ¿Se brinda capacitación por cada empleado nuevo?

Rta: Si, capacitación de infraestructura, no de manejo de equipos

- ¿Existe un salón para realizar las capacitaciones o demostraciones o explicaciones de procedimientos, o normas de seguridad etc.?

Rta: Si.

- ¿Se realizan reuniones informativas con respecto a los procedimientos o trabajos a realizar?

Rta: Si

- ¿Existen políticas de seguridad documentadas para casos de emergencia, operación estándar?

Rta: Si.

- Existe una biblioteca de referencia donde se encuentre
 - Planos de la construcción.
 - Documentación de operación y mantenimiento.
 - Estudios (ej. Suelos, estructuras, eléctricos, mecánicos, circuitos, etc.)
 - Informes de la puesta en servicio
 - Garantías y acuerdos de mantenimiento comprados en forma anticipada.
 - Secuencias de automatización de operaciones escritas.

Rta: Si existen pero no están disponibles, se tiene de manera digital.

- ¿Se encuentra los anteriores documentos disponibles todo el tiempo?

Rta: Si.

- ¿Existe proceso de actualización de los documentos anteriores con copias adicionales?

Rta: Si.

- ¿Existe un proceso de gestión para la instalación y desinstalación de equipos (aplicación de políticas, registro)?

Rta: Si. Existe la política de quienes harán los cambios.

- ¿Los espacios cuentan con previsión a futuro, es decir son capaces de soportar expansiones, nuevas instalaciones de equipos?

Rta: Si.

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

- ¿El área de infraestructura cuenta con alguna certificación?
Rta: No, pero en este momento se busca obtener la certificación ISO de procedimientos.
- ¿Se realiza algún monitoreo a los equipos de enfriamiento o a las fuentes de poder?
Rta: Si.
- ¿El lugar donde se encuentran los equipos (servidores switches) es adecuado?, ¿Cuenta con suficiente espacio?
Rta: Si
- ¿Existen espacios de apoyo separados de la sala de servidores que faciliten el desarrollo de actividades como reuniones, pruebas, etc.?
Rta: No.
- ¿Existen políticas de acceso a las salas de equipos?
Rta: Si.
- ¿Se realiza un control de acceso (quien entra quien sale a qué horas)?
Rta: Si.
- ¿En la sala de equipos existen puntos de conexión para uso futuro (tomas de corriente, puertos)?
Rta: Si.
- ¿Los equipos están etiquetados de forma consistente?
Rta: Si.
- ¿Cuándo se compra un equipo nuevo se realizan pruebas para mirar su funcionamiento, pruebas independientes?
Rta: Si.

B-5 APLICACIÓN DEL ESTANDAR DE INFRAESTRUCTURA DE UPTIME A LA RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

Con base en la información recolectada mediante la entrevista, los sistemas de gestión y la observación se procede a tabular lo encontrado en las tablas diseñadas por UPTIME INSTITUTE, las tablas constan de los siguientes campos:

Categoría: Se escribe el nombre de la categoría o subcategoría a evaluar.

SI: Significa que si se usa o si esta implementado en la Universidad.

NO: La Universidad no cuenta con dicho requerimiento.

NA: Algunos de los ítems no aplican o no se pueden verificar que existan en la red de la Universidad del Cauca.

TA: Indica desde que nivel o Tier aplica dicho requerimiento esto con el fin de facilitar la clasificación final sobre en qué nivel se encuentra la red de Infraestructura.

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla B.1 Estándar para la sostenibilidad operativa aplicado a la red universitaria, categoría: personal y organización

CATEGORIA: PERSONAL Y ORGANIZACIÓN		SI	NO	NA	TA
Presencia del Personal	1. Existe el personal que verifique las operaciones críticas	X			I
	2. Hay soporte técnico en el sitio los 5 días de la semana por parte del proveedor		X		II
	3. Existe presencia del personal 24x7		X		III
	4. El personal está distribuido dependiendo de sus habilidades y conocimientos (ej. Ingenieros eléctricos, mecánicos)			X	II
Certificaciones	1. El personal que trabaja está capacitado de manera formal	X			I
	2. Existe documentación de entrenamiento sobre los equipos y los procesos		X		II
	3. Existe entrenamiento formal para todo el personal sobre a. Configuración del sitio en operación normal y en operación de emergencia. b. Políticas de seguridad		X		III
Organización	1. Existe un organigrama.			X	I
	2. Existen descripciones de los trabajos críticos	X			II
	3. Se realizan cambios de turno para cumplir con el tiempo completo equivalente FTE ³		X		III
	4. Existe una matriz de roles y responsabilidades		X		III

³ El FTE o Tiempo completo equivalente hace referencia a la cantidad de horas mínimas que el sistema debe ser monitoreado.

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla b 2 Estándar para la sostenibilidad operativa aplicado a la red universitaria, categoría: mantenimiento.

CATEGORIA: Mantenimiento		SI	NO	NA	TA
Programa de mantenimiento Preventivo	1. Existe un programa preventivo que incluya la lista de acciones de mantenimiento, fechas de vencimiento y registros	X			I
	2. EL programa preventivo abarca las recomendaciones generadas por los fabricantes de los equipos	X			II
	3. Existen procedimientos detallados para la conexión entre el equipo redundante disponible y en uso		X		III
	4. Existe documentación completa sobre las actividades de mantenimiento preventivo		X		III
	5. Se realiza un proceso de control de calidad que valide: a. La correcta realización del Mantenimiento Preventivo b. La calidad del Mantenimiento Preventivo.	X			III
	6. Existe un programa de gestión que vincule y administre todos los mantenimientos preventivos		X		IV
Políticas de Aseo y Limpieza	1. Las paredes, techos y pisos falsos se encuentran libres de polvo y suciedad		X		I
	2. El centro de datos se almacenan combustibles, equipos de aseo, cajas o artículos personales.		X		II
	3. Existe un protocolo para la limpieza que asegure que el ambiente en el centro de datos esté libre de contaminación.	X			III
Sistema de Gestión para el mantenimiento	1. Existe un sistema de mantenimiento eficaz (en papel o informatizado) que permita rastrear el estado de todas las actividades de mantenimiento.		X		I
	2. Se realiza un seguimiento a las piezas y herramientas usadas en el mantenimiento preventivo.	X			II
	3. Existe un registro de rendimiento y tendencia para los siguientes datos: a. Equipos. b. Actividades de mantenimiento c. Repuestos críticos d. Puntos reordenados		X		III
Soporte del Fabricante	1. Se tienen listas de los proveedores que dan soporte a los equipos	X			I
	2. Existen acuerdos de nivel de servicio (SLA) que establece el alcance de la garantía, horarios y tiempos de respuesta.	X			II
Planificación	1. Se realiza un proceso eficaz para la planificación, programación y financiamiento de la		X		III

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Ciclo de vida	sustitución de los componentes principales de infraestructura de acuerdo al ciclo de vida.				
Programa de Análisis de Fallas	1. Se almacena en una lista todas las interrupciones, incluyendo: fechas, horas, equipos y sistemas de infraestructura involucrados, causas principales.	X			II
	2. Hay procesos efectivos para determinar causas principales, identificar lecciones aprendidas e implementar acciones correctivas.	X			III
	3. Se realiza un seguimiento al proceso de análisis	X			IV
Programa de Mantenimiento	1. El mantenimiento preventivo y el cumplimiento de las tareas programadas es superior al 90%	X			I
	2. La efectividad del mantenimiento preventivo es del 100%		X		III
Programa de Mantenimiento Predictivo	1. Es efectivo el programa de mantenimiento preventivo.		X		IV

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla b. 3 Estándar para la sostenibilidad operativa aplicado a la Red Universitaria, categoría: capacitación.

CATEGORIA: Capacitación.		SI	NO	NA	TA
Capacitación del Personal	1. Por cada empleado nuevo se brinda una capacitación: a. de los sistemas de los cuales será responsable de su operación y mantenimiento. b. Las normas de trabajo existentes en el centro de datos.	X			I
	2. Existe un salón donde se realizan demostraciones operacionales o simulacros que abarcan los siguientes tópicos: a. Explicación de todas las políticas, procesos y procedimientos para la operación y mantenimiento de los sistemas del centro de datos. b. Explicación de las normas existentes y aplicables en el centro de datos. c. Procedimientos de configuración de sitio- como la infraestructura está configurada durante operaciones normales. d. Procedimientos de Operación Estándar – como la configuración de la infraestructura es cambiada durante las operaciones normales. e. Procedimientos de Emergencia – como el sitio es controlado y operado durante situaciones anormales y/o de emergencia. f. Procedimientos del Sistema de Gestión del Mantenimiento.		X		III
	3. Hay un programa de capacitación que incluya, horarios, temas, materiales requeridos y registro de asistencia.		X		III
	4. Programa formal calificado designado para el personal que realiza las operaciones del centro de datos.		X		IV
Soporte del Proveedor	1. Realizan capacitaciones requeridas acerca del acceso al centro de datos, reglas de trabajo y limpieza y aseo.		X		I
	2. Realizan reuniones informativas sobre los procesos del centro de datos y procedimientos con respecto a los trabajos a realizar.		X		II
	3. Presenta la documentación sobre los métodos de Procedimiento.		X		II

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla b.4 Estándar para la sostenibilidad operativa aplicado a la red universitaria, categoría: planeación, coordinación y administración.

CATEGORIA: Planeación, Coordinación y Administración		SI	NO	NA	TA
Políticas	<p>1. Las políticas y los procedimientos están documentados formalmente y definen lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. El personal que realiza todas las operaciones de infraestructura del sitio (ej.: cambios en la configuración y operación de los sistemas en condiciones normales, de emergencia o anormales) b. Configuración del Sitio: configuración de infraestructura de sitio para las operaciones normales. c. Operaciones Estandarizadas: Cambios en la configuración normal de funcionamiento (ej.: cambio de refrigeradores) d. Operaciones de Emergencia: control del sitio durante circunstancias o eventos anormales. e. Gestión de Cambios: f. revisión y aprobación de los cambios realizados en el sitio. g. Evaluación del riesgo relacionado con los cambios previstos. 	X			III
Gestión Financiera	1. Los gastos de funcionamiento y el capital disponible son consistentes y permiten dar soporte al cumplimiento del nivel objetivo.			X	I
Biblioteca de Referencia	1. Existen documentos de referencia y se encuentran disponibles para su uso: (fuera y dentro del sitio), que incluyan la siguiente información	X			I
	<ul style="list-style-type: none"> - Planos de la construcción. - Documentación de operación y mantenimiento. - Estudios (ej. Suelos, estructuras, eléctricos, mecánicos, circuitos, etc.) - Informes de la puesta en servicio - Garantías y acuerdos de mantenimiento comprados en forma anticipada. - Secuencias de automatización de operaciones escritas. 				
	2. La anterior lista de documentos se encuentra disponible en el sitio todo el tiempo.		X		III
	3. Los documentos se encuentran localizados en una ubicación central (biblioteca) y están disponibles para el personal operativo del centro de datos.		X		III
	4. Existe un proceso de actualización de las copias principales y las copias adicionales disponibles para el personal operativo, proveedores, diseñadores, etc.	X			IV
Capacidad de Gestión	1. Existen procesos documentados para administrar la instalación y desinstalación de equipos informáticos de la sala de equipos.		X		I

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

del Espacio, Potencia y Sistema de enfriamiento	2. Se realiza un proceso de previsión a futuro de los requerimientos de espacio, energía y refrigeración en forma periódica.	X			II
	3. Existen mecanismos de seguimiento y actualización del espacio, potencia y capacidad de enfriamiento y utilización.		X		III
Grupo de Certificaciones	1. Certificación ISSO		X		IV
	2. Certificación ITIL		X		IV
	3. Otra certificación relevante al sitio o a los procesos		X		IV
Gestión del Salón de Equipos	1. Existen procesos efectivos para: a. Gestión de la ventilación del salón de equipos. b. Monitoreo, gestión y análisis de la potencia eléctrica.	X			IV

Tabla b.5 Estándar para la sostenibilidad operativa aplicado a la red universitaria, categoría: edificaciones.

CATEGORIA: Edificaciones (características)		SI	NO	NA	TA
Propósito de la Construcción	1. El edificio fue construido específicamente para el centro de datos		X		II
	2. La instalación es de propósito único para apoyar operaciones de equipos		X		IV
	3. El edificio es independiente, físicamente separado de otras instalaciones corporativas en el sitio		X		IV
Espacios de Apoyo	1. La separación es adecuada entre la sala de cómputo, la sala de almacenamiento y la sala de pruebas		X		II
	2. Existe un espacio adecuado para las siguientes funciones: - Centro de control de sistema de automatización de edificio. - Espacio para almacenamiento de partes, suministros y herramientas. - Ingeniería y actividades de la tienda de instalación.		X		III
Seguridad y Acceso.	1. Se realiza un control de acceso a todas las salas de cómputo y espacios de soporte.	X			I
	2. Existe un acceso controlado al edificio	X			II
	3. Hay una revisión periódica de acceso	X			II
Mejoras en la Topología	1. Mejoras en la topología eléctrica por encima del nivel certificado.			X	IV
	2. Mejoras en la topología mecánica y de Refrigeración por encima del nivel certificado			X	IV
	3. Otras mejoras por encima del nivel certificado			X	IV
Certificaciones	1. Certificación Energy Star		X		IV
	2. Certificación LEED (Líder en Energía y Diseño de Ambiente, "Leadership in Energy and Energy Desing").		X		IV
	3. Otras certificaciones Importantes.		X		IV

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla b.6 Estándar para la sostenibilidad operativa aplicado a la red universitaria, categoría: Infraestructura.

CATEGORIA: INFRAESTRUCTURA		SI	NO	NA	TA
Facilidad de Expansión y Crecimiento	1. La Sala de equipos está diseñada y construida de tal modo que pueda ser reconfigurada con un esfuerzo razonable y los aumentos incrementales en espacio, energía y refrigeración puedan lograrse con un riesgo mínimo para la carga crítica existente		X		III
	2. Existen puntos de conexión para uso futuro	X			III
Infraestructura de Soporte de Operaciones	1. Existen sistemas de soporte mecánico para extender el ciclo de vida o proteger la infraestructura (ej. Tratamientos químicos, filtrado y/o limpieza del combustible).			X	III
	2. Existen sistemas mecánicos instalados para facilitar las operaciones.			X	III
	3. Están etiquetados consistentemente los equipos de infraestructura	X			III
	4. Existen sistemas eléctricos instalados para facilitar las operaciones	X			III
Facilidad de Mantenimiento.	1. El espacio es adecuado para la realización segura de todas las actividades normales de mantenimiento de equipos de infraestructura	X			II
	2. Es el espacio adecuado para la realización segura y rápida de eliminación y sustitución de equipos de infraestructura	X			III
Espacio, Energía y Enfriamiento.	1. El diseño del centro de datos coordina espacio, energía y capacidad de enfriamiento.	X			IV

Solución de Disponibilidad para la Infraestructura de Red de la Universidad del Cauca

Tabla b. 7 Estándar para la sostenibilidad operativa aplicado a la red universitaria, categoría: condiciones de operación.

CATEGORIA: Condiciones de Operación.		SI	NO	NA	TA
Clasificación de Línea Roja	1. Existe un proceso de clasificación para limitar la carga máxima en todos los equipos y sistemas	X			II
Puntos de control de Operación	1. Se usan puntos de control de operación (ej. Medidor de temperatura, presión, flujo volumétrico, etc.)	X			II
Rotación de Equipo redundante	1. Existe un proceso efectivo para alternar el uso de equipos de infraestructura redundante como parte del programa de mantenimiento del sitio			X	II

Tabla b 8 Estándar para la sostenibilidad operativa aplicado a la red universitaria, categoría: pre-operacional.

CATEGORIA: Pre-Operacional		SI	NO	NA	TA
Puesta en Servicio.	1. Se realizan pruebas de fábrica (FWT, Factory witness Testing) para los equipos de infraestructura crítica		X		II
	2. Los equipos críticos de infraestructura a instalar se reciben probados.	X			II
	3. Se realizan pruebas funcionales a la infraestructura crítica: pruebas independientes y al sistema de configuración.	X			II
Plan de Transición de Operaciones (nuevas instalaciones-mayor capacidad de expansión)	1. Uso de un protocolo de operaciones con los requisitos establecidos para el desarrollo y aplicación de los siguientes componentes clave de las operaciones del centro de datos: a. plan de dotación de personal b. programa de capacitación c. programa de mantenimiento d. Biblioteca de referencia e. equipamiento plan (herramientas, repuestos esenciales, equipos) f. procedimientos de sitio g. programa de administración financiera		X		IV

ANEXO C HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN.

Para el desarrollo de este trabajo de grado se utilizaron las siguientes herramientas de simulación:

- a. GNS3.
- b. Ostinato.

SIMULADOR DE RED GRAFICO 3 (GNS3, "*Graphical network simulator*") es un simulador grafico de redes que permite diseñar topologías de red y ejecutar simulaciones sobre la misma; entre las ventajas que tiene GNS3 esta:

- Diseño de topologías de red complejas y de alta calidad.
- Emulación de varios routers Cisco
- Simulación de switches Ethernet, ATM y Frame Relay.
- Conexión de la red simulada al mundo real
- Captura de paquetes usando Wireshark

Gns3 se diferencia de otros simuladores conocidos, por permitir que los procesos de configuración e instalación de los equipos se haga desde los niveles y detalles minuciosos, como la instalación de una IOS; GNS3 funciona con varios módulos que permiten mejorar y/o tener algunas funcionalidades, como por ejemplo:

- **Dynamips**: Es un emulador de IOS cisco, que permite al usuario ejecutarlo en tiempo real.
- **Dynagen**: Junto con dynamips son los que permiten emular imágenes IOS de cisco.
- **Qemu**: Es un emulador de máquina virtual genérico.
- **VirtualBox**: Es un software de virtualización gratuito y potente.

OSTINATO es un generador y analizador de tráfico de paquetes de redes de comunicaciones con una GUI amigable. Pretende ser "*Wireshark in Reverse*" y por lo tanto ser complementario a Wireshark. Presenta la creación de paquetes personalizados con edición de cualquier campo para diversos protocolos.

Entre las características están:

- Permite apilar los protocolos en orden arbitrario.
- Se pueden configurar las tasas de administración de datos y numero de paquetes a enviar.
- Permite el control y la configuración de múltiples puertos, para que éstos generen tráfico.
- Facilita la realización de demostraciones en tiempo real, sobre las tasas y tipo de datos, recibidas y/o enviadas a través de los puertos.

ANEXO D SIMULACIONES Y ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN.

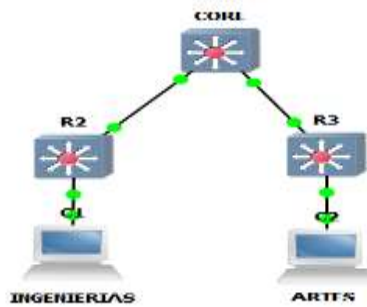
En este anexo se encuentra dividido en dos partes, en la primera se encuentra la información detallada de las simulaciones en GNS3, los archivos de configuración usados y los resultados obtenidos; en la segunda parte se encuentran los archivos de configuración usados en la implementación de la solución en la facultad de Artes y sus resultados.

D-1 SIMULACIONES EN GNS3

A continuación se muestra la información detallada de las simulaciones realizadas en GNS3 y los resultados obtenidos.

ESTADO INICIAL: Enrutamiento Estático sin Redundancia.

Figura d.1 Escenario de simulación para el Estado Inicial de la Red usado en gns3



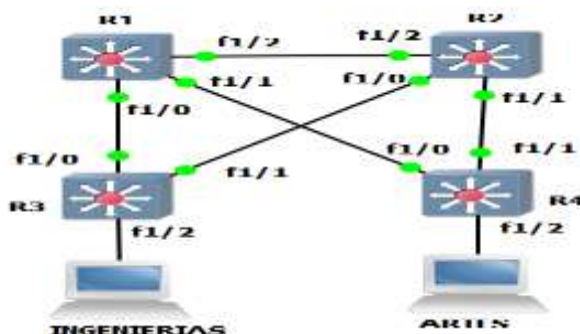
Para analizar si la solución planteada, mejora la disponibilidad de la red Universitaria, es necesario determinar el nivel de referencia del estado actual, para ello se realiza una simulación en GNS3, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla d.1 Resultados simulación estado inicial.

Modo de Operación	# saltos de Ingenierías-Artes	# saltos de Artes-Ingenierías	#paquetes Perdidos I-A (promedio)	# paquetes Perdidos A-I (promedio)
Normal	2	2	0	0
Caído	No hay conectividad	No hay conectividad	Todos (500)	Todos (500)
Recuperado	2	2	3	5

SOLUCION DE DISPONIBILIDAD PLANTEADA: Una vez determinado el nivel de referencia, se continúa con la simulación del escenario planteado para determinar la cual de las posibles soluciones presenta mejor comportamiento.

Figura d.2 Escenario de simulación usado en GNS3



En la siguiente tabla se muestra el direccionamiento base usado en las simulaciones con los diferentes protocolos.

Tabla d.2 Tabla de enrutamiento usada en la simulación.

Equipo	Interfaz	Dirección /Máscara	IP	Descripción
Core 6509	F0/0	192.168.9.253/30		Conecta SW FIET enlace Primario
	F0/1	192.168.7.253/30		Conecta SW FACNED enlace Primario
	F1/0	192.168.5.253/30		Conecta SW Salud enlace Primario
	F1/1	192.168.0.253/30		Conecta CORE BACKUP
Core Backup	F0/0	192.168.9.249/30		Conecta SW FIET enlace Secundario
	F0/1	192.168.7.249/30		Conecta SW FACNED enlace Secundario
	F1/0	192.168.5.249/30		Conecta SW Salud enlace Secundario
	F1/1	192.168.5.254/30		Conecta CORE 6509
FIET	F0/0	192.168.9.254/30		Conecta al Core 6509
	F0/1	192.168.9.250 /30		Conecta al Core Backup
	F1/0	SW Acceso Vlan 92		Conecta a Equipo Estudiantes
	Loopback0	192.165.9.193/28		Vlan 90 Administrativos
	Loopback1	192.168.9.129/26		Vlan 91 Docentes
	Vlan 92	192.168.9.1/25		Vlan 92 Estudiantes
ARTES	F0/0	192.168.5.254/30		Conecta al Core 6509
	F0/1	192.168.5.250 /30		Conecta al Core Backup
	F1/0	SW Acceso Vlan 50		Conecta a Equipo Administrativos

ARTES	Vlan 50	192.165.5.193/28	Vlan 50 Administrativos
	Loopback1	192.168.5.129/26	Vlan 51 Docentes
	Loopback2	192.168.5.1/25	Vlan 52 Estudiantes
Equipo Ingenierías	E2	192.168.9.2/25	Usuario Vlan 92 EstudiantesINGENIERIAS
Equipo Artes	E1	192.168.5.194/28	Usuario Vlan 90 Administrativos ARTES

Los protocolos a evaluar son: OSPF, VRRP y Estático con Script

- **OSPF: [23]** Es un protocolo de enrutamiento activo, es decir la tabla de rutas se actualiza automáticamente cuando se presenta un cambio (un enlace se cae o se levanta), la métrica usada en este protocolo es el costo del enlace, la configuración usada para la simulación es la siguiente:

- **CORE 6509:**

```
Router ospf 100
```

```
No network 192.168.0.0 255.255.255.192 área 0
```

```
Network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
```

```
Passive-interface default
```

```
No passive-interface fa1/0
```

```
No passive-interface fa1/1
```

```
no passive-interface fa1/2
```

En cada interface debe configurarse los tiempos para el envío de paquetes hello y cuando se considera un enlace caído.

```
ip ospf hello-interval 1
```

```
ip ospf dead-interval 4
```

Para configurar la prioridad, sobre la interfaz que es la ID del switch se cambia la prioridad, a mayor prioridad mayor opción de ser escogido como router designado.

```
Ip ospf priority 200
```

Para averiguar cuál es el ID se puede usar el comando *show ip protocols*.

- **CORE BACKUP**

```
Router ospf 100
```

```
No network 192.168.0.0 255.255.255.192 área 0
```

```
Network 192.168.0.0 0.0.0.255 área 0
```

```
Passive-interface default
```

```
No passive-interface fa1/0
```

```
No passive-interface fa1/1
```

```
No passive-interface fa1/2
```

En las interfaces fast Ethernet 1/0 – 2 se configura:

```
Ip ospf hello-interval 1  
Ip ospf dead-interval 4
```

También se debe configurar la prioridad del switch, con valor de 150 para que sea elegido como switch designado de respaldo.

- **INGENIERIAS**

```
router ospf 100  
network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0  
network 192.168.5.0 0.0.0.255 area 5  
area 9 range 192.168.9.0 0.0.0.255  
passive-interface default  
no passive-interface fa1/0  
No passive-interface fa1/1
```

A diferencia de los equipos Core, tanto al switch de Ingenierías como al switch de Artes la prioridad se coloca en 0, lo que indica que no pueden ser elegidos como switches designados ni switches de respaldo.

```
Ip ospf priority 0
```

- **ARTES**

```
router ospf 100  
network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0  
network 192.168.5.0 0.0.0.255 area 5  
area 5 range 192.168.5.0 0.0.0.255  
passive-interface default  
no passive-interface fa1/0  
no passive-interface fa1/1
```

Funcionamiento: En ambiente normal, todo el tráfico se enrutaría por el Core 6509, si el enlace entre el equipo de Ingenierías y el Core se dañara, el tráfico de Ingenierías se enrutaría por el Core Backup hacia las demás redes. Cuando un enlace se cae, el router designado empieza a enviar mensajes de estado para actualizar la base de enrutamiento.

Figura d.3 Número de saltos de ingenierías-artes en operación normal-caído-recuperado

```

R3
INGENIERIAS#traceroute 192.168.5.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.5.1

  1 192.168.0.1 48 msec 36 msec 16 msec
  2 192.168.0.6 32 msec * 44 msec
INGENIERIAS#traceroute 192.168.5.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.5.1

  1 192.168.0.9 40 msec 28 msec 16 msec
  2 192.168.0.14 84 msec * 56 msec
INGENIERIAS#traceroute 192.168.5.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.5.1

  1 192.168.0.1 32 msec 32 msec 24 msec
  2 192.168.0.6 20 msec * 24 msec
INGENIERIAS#
INGENIERIAS#
    
```

Figura d.4 Número de saltos entre artes-ingenierías en operación normal-caída-recuperado.

```

R4
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.9.129

  1 192.168.0.5 28 msec 28 msec 28 msec
  2 192.168.0.2 28 msec * 68 msec
ARTES#tracer 192.168.9.129
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.9.129

  1 192.168.0.5 60 msec 20 msec 28 msec
  2 192.168.0.254 32 msec 56 msec 48 msec
  3 192.168.0.10 80 msec * 80 msec
ARTES#tracer 192.168.9.129
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.9.129

  1 192.168.0.5 68 msec 36 msec 20 msec
  2 192.168.0.254 32 msec 40 msec 40 msec
  3 192.168.0.10 32 msec * 48 msec
ARTES#tracer 192.168.9.129
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.9.129

  1 192.168.0.5 32 msec 28 msec 24 msec
  2 192.168.0.2 32 msec * 36 msec
ARTES#
    
```

Figura d.5 Paquetes perdidos en los switches de ingenierías y de artes en operación normal-caído-recuperado

```

R3
INGENIERIAS#
INGENIERIAS#ping 192.168.5.1 repeat 500
Type escape sequence to abort.
Sending 500, 100-byte ICMP Echos to 192.168.5.1, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 98 percent (494/500), round-trip min/avg/max = 16/67/268 ms
INGENIERIAS#

R4
ARTES#
ARTES#ping 192.168.9.129 repeat 500
Type escape sequence to abort.
Sending 500, 100-byte ICMP Echos to 192.168.9.129, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 98 percent (494/500), round-trip min/avg/max = 12/72/256 ms
ARTES#
    
```

Los círculos en rojo indican los paquetes perdidos en el cambio entre operación normal a enlace caído, mientras que los círculos azules representan los paquetes perdidos al pasar de estado caído a recuperado.

Tabla d.3 Resultados de la simulación de enrutamiento dinámico con ospf

Modo de Operación	# saltos de Ingenierías-Artes	# saltos de Artes-Ingenierías	#paquetes Perdidos I-A (promedio)	# paquetes Perdidos A-I (promedio)
Normal	2	2	0	0
Caído	2	3	3	5
Recuperado	2	2	3	2

- **VRRP/ESTATICO:** VRRP es un protocolo de redundancia, mas no de enrutamiento que se encuentra definido en el RFC 5798 [26], por lo que es necesario combinarlo con un protocolo que le permita alcanzar los destinos, en este caso se elige enrutamiento estático debido a que como política de la Red de Infraestructura solo se acepta el uso de rutas estáticas. Permite a dos o más equipos pertenecientes a la misma red compartir una dirección ip virtual a la que los equipos de nivel inferior apuntan, si el switch maestro falla, el switch esclavo toma el control y si el switch principal se recupera éste recupera el mando.

La configuración se realiza sobre los equipos Core y Core de respaldo, en cada interfaz se crea un proceso VRRP al cual se le define una dirección ip virtual compartida, los equipos de distribución solo tienen una ruta estática por defecto que apunta a la dirección virtual.

- **CORE:**

```
Interface f1/0
No sw
Description conecta INGENIERIAS
ip add 192.168.9.253 255.255.255.248
vrrp 9 ip 192.168.9.253
vrrp 9 preempt
```

```
Ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 192.168.9.254
Ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.5.254
Ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 192.168.0.254 50
Ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.0.254 50
```

Figura d.6 Configuración switch Core simulación con VRRP/Estático.

```

CORE#sh vrrp bri
Interface          Grp Pri Time  Own Pre State  Master addr  Group addr
Fa1/0              9   255 3003   Y   Y  Master 192.168.9.253 192.168.9.253
Fa1/1              5   255 3003   Y   Y  Master 192.168.5.253 192.168.5.253
CORE#sh ip rout
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 192.168.9.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
S   192.168.9.0/24 [1/0] via 192.168.9.254
C   192.168.9.248/29 is directly connected, FastEthernet1/0
 192.168.5.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
S   192.168.5.0/24 [1/0] via 192.168.5.254
C   192.168.5.248/29 is directly connected, FastEthernet1/1
 192.168.0.0/29 is subnetted, 1 subnets
C   192.168.0.248 is directly connected, FastEthernet1/2
CORE#
```

- **CORE DE RESPALDO:**

Interface f1/0

No sw

Description conecta INGENIERIAS

ip add 192.168.9.252 255.255.255.248

vrrp 9 ip 192.168.9.253

vrrp 9 preempt

Ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 192.168.9.254

Ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.5.254

Figura d.7 Configuración switch Core de respaldo simulación con VRRP/Estático.

```

R2
COREBACKUP#sh vrrp bri
Interface      Grp Pri Time  Own Pre State  Master addr  Group addr
Fa1/0          9   100 3609   Y   Backup 192.168.9.253 192.168.9.253
Fa1/1          5   100 3609   Y   Backup 192.168.5.253 192.168.5.253
COREBACKUP#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    192.168.9.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
S     192.168.9.0/24 [1/0] via 192.168.9.254
C     192.168.9.248/29 is directly connected, FastEthernet1/0
    192.168.5.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
S     192.168.5.0/24 [1/0] via 192.168.5.254
C     192.168.5.248/29 is directly connected, FastEthernet1/1
    192.168.0.0/29 is subnetted, 1 subnets
C     192.168.0.248 is directly connected, FastEthernet1/2
COREBACKUP#

```

- **INGENIERIAS:**

Ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.9.253

Figura d.8 Tabla de enrutamiento del switch de ingenierías simulación con VRRP/Estático.

```

R3
INGENIERIAS#sh ip rout
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 192.168.9.253 to network 0.0.0.0

    192.168.9.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks
C     192.168.9.248/29 is directly connected, Vlan9
C     192.168.9.192/28 is directly connected, Loopback1
C     192.168.9.128/26 is directly connected, Loopback0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.9.253
INGENIERIAS#

```

- **ARTES:**

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.5.253

Figura d.9 Tabla de enrutamiento del switch de artes simulación con VRRP/Estático.

```

R4
ARTES#
ARTES#sh ip rout
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       I - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 192.168.5.253 to network 0.0.0.0

   192.168.5.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks
C       192.168.5.0/25 is directly connected, Loopback0
C       192.168.5.248/29 is directly connected, Vlan5
C       192.168.5.128/26 is directly connected, Loopback1
S*     0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.5.253
  
```

Funcionamiento: En operación normal el switch Core es el encargado de manejar todo el tráfico, cada segundo envía un paquete de saludo al Core de respaldo para indicarle que aún está funcionando, si el Core de respaldo no registra 3 saludos consecutivos, entiende que el switch principal ha caído, por lo que toma el control, los switches del nivel de distribución que apuntan hacia la dirección ip virtual solo actualizan la dirección Mac asociada a esa ip.

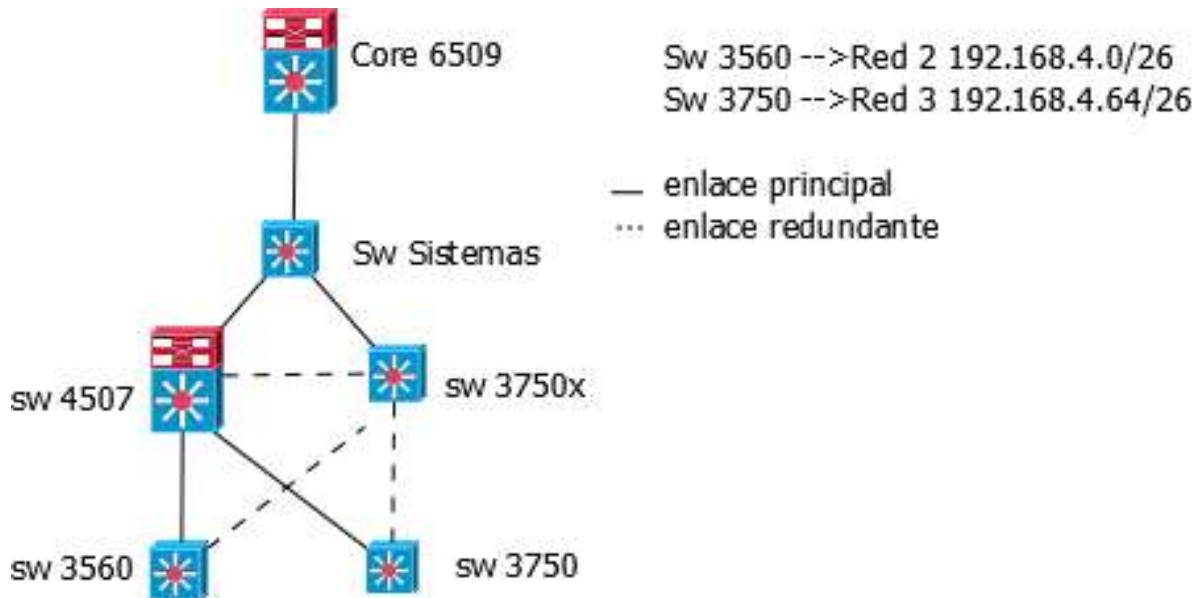
Figura d.10 Cambio de roles del Core de respaldo al pasar de operación normal a caído y a recuperación.

```

R2
COREBACKUP#
*Mar 1 00:41:34.459: %VRRP-6-STATECHANGE: Fa1/0 Grp 9 state Master -> Backup
COREBACKUP#sh vrrp br
Interface      Grp Pri Time  Own Pre State  Master addr  Group addr
Fa1/0          9  100 3609      Y Backup 192.168.9.253 192.168.9.253
Fa1/1          5  100 3609      Y Backup 192.168.5.253 192.168.5.253
COREBACKUP#
*Mar 1 00:42:50.495: %VRRP-6-STATECHANGE: Fa1/0 Grp 9 state Backup -> Master
COREBACKUP#sh vrrp br
Interface      Grp Pri Time  Own Pre State  Master addr  Group addr
Fa1/0          9  100 3609      Y Master 192.168.9.252 192.168.9.253
Fa1/1          5  100 3609      Y Backup 192.168.5.253 192.168.5.253
COREBACKUP#
*Mar 1 00:43:01.655: %IP-4-DUPADDR: Duplicate address 192.168.9.253 on FastEthernet1/0, sourced by c200.030c.f100
COREBACKUP#
*Mar 1 00:43:02.551: %VRRP-6-STATECHANGE: Fa1/0 Grp 9 state Master -> Backup
COREBACKUP#sh vrrp br
Interface      Grp Pri Time  Own Pre State  Master addr  Group addr
Fa1/0          9  100 3609      Y Backup 192.168.9.253 192.168.9.253
Fa1/1          5  100 3609      Y Backup 192.168.5.253 192.168.5.253
COREBACKUP#
  
```


Para esta prueba se usaron los siguientes equipos: 1 switch 4507, 1 switch 3560 y 2 switches 3750x, como switches Core se eligen el 4507 y un 3750x, como equipos de distribución los que quedan, los switches Core se conectan al switch de la división de equipos de tal modo que se cuente con acceso a internet, debido a que es una prueba real el plan de direccionamiento es cambiado en esta prueba, usando la red 192.168.4.0/24. La configuración y conexión de los equipos es la mostrada en Figura d.15

Figura d.15 Escenario de simulación para la configuración script/estático.



El script usado consta de dos partes la primera es la definición de los eventos a analizar y la segunda de las acciones a desarrollar dependiendo del evento, en la Figura d.16, se muestra la definición de dos scripts llamados upR3 y total1, en este caso el script total1 es el de interés, cuando se van a analizar varios eventos se debe hacer uso de etiquetas, una vez definidos los eventos se deben relacionar y por último se escriben las acciones a realizar, al igual que los lenguajes de programación existen las sentencias para comparar y realizar ciclos.

Figura d.16 script usado en el switch 3560

```

192.168.4.53 - 3560-UI - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
Quick Connect Profiles

line vty 5 15
login
!
event manager applet upR3
event snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.10121 oid-val "up" op eq dest-ip-address 192.168.4.61
action 1.0 cli command "enable"
action 2.0 cli command "conf t"
action 3.0 cli command "no ip route 192.168.4.64 255.255.255.192 192.168.4.58"
event manager applet total1
event tag dAR3 snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.65 oid-val "administratively down" op eq dest-ip-address 192.168.4.57
event tag dR3 snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.65 oid-val "down" op eq dest-ip-address 192.168.4.57
event tag downAR3 snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.65 oid-val "administratively down" op eq dest-ip-address 192.168.4.61
event tag downR3 snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.65 oid-val "down" op eq dest-ip-address 192.168.4.61
event tag uR3 snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.65 oid-val "up" op eq dest-ip-address 192.168.4.57
event tag upR3 snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.65 oid-val "up" op eq dest-ip-address 192.168.4.61
trigger
correlate event upR3 or event downR3 or event downAR3 or event uR3 or event dR3 or event dAR3
attribute tag upR3 occurs 1
attribute tag downR3 occurs 1
attribute tag downAR3 occurs 1
attribute tag uR3 occurs 1
attribute tag dR3 occurs 1
attribute tag dAR3 occurs 1
action 10 if $_snmp_notif_oid eq 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.65
action 15 syslog msg "red 2"
action 18 if $_snmp_notif_oid_val eq up
action 19 cli command "ena"
action 20 cli command "conf t"
action 21 cli command "no ip route 192.168.4.64 255.255.255.192 192.168.4.58"
action 22 else
action 23 cli command "ena"
action 24 cli command "conf t"
action 27 cli command "ip route 192.168.4.64 255.255.255.192 192.168.4.58"
action 30 end
action 31 end
!
end
sw3560 (config)

```

Cuando un enlace se cae, el Core envía traps snmp informando que ese enlace se ha caído, para que los otros equipos realicen la actualización de la tabla de enrutamiento, en la Figura d.17, se muestra un trap snmp indicando que un enlace acaba de levantarse, en el script el oid que se analiza es el de la variable lifEntry cuyo valor puede ser up, down o administratively down, dependiendo del valor el script inserta o elimina una ruta de su tabla de enrutamiento.

Figura d.17 Trap SNMP recibida

```

192.168.4.53 - 3560-U1 - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
Quick Connect Profiles

*Mar 16 20:50:03.082: SNMP: V1 Trap, ent snmpTraps, addr 192.168.4.241, gentrap 3, spectrap 0
ifIndex.23 = 23
ifDescr.23 = GigabitEthernet4/1
ifType.23 = 6
lifEntry.20.23 = up
sw3560(config)#
sw3560(config)#
sw3560(config)#
*Mar 16 20:50:03.098: dest ip addr= 192.168.4.61

*Mar 16 20:50:03.098: dest if_index = 10113

sw3560(config)#
sw3560(config)#
sw3560(config)#
sw3560(config)#
sw3560(config)#
*Mar 16 20:50:26.410: SNMP: Packet received via UDP from 192.168.4.241 on GigabitEthernet0/13
*Mar 16 20:50:26.410: SNMP: Packet received via UDP from 192.168.4.241 on GigabitEthernet0/13
*Mar 16 20:50:26.410: SNMP: V1 Trap, ent cisco, addr 192.168.4.241, gentrap 6, spectrap 0
sysUpTime.0 = 836084146
lssystem.2.0 = power-on
*Mar 16 20:50:26.419: SNMP: V1 Trap, ent cisco, addr 192.168.4.241, gentrap 6, spectrap 0
sysUpTime.0 = 836084146
lssystem.2.0 = power-on
*Mar 16 20:50:26.435: dest ip addr= 192.168.4.61

*Mar 16 20:50:26.435: dest if_index = 10113
*Mar 16 20:50:26.435: dest ip addr= 192.168.4.61

*Mar 16 20:50:26.435: dest if_index = 10113

sw3560(config)#
*Mar 16 20:50:33.054: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/13, changed state to down
sw3560(config)#
*Mar 16 20:50:34.052: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/13, changed state to down
sw3560(config)#

```

En principio todos los enlaces funcionan perfectamente, se maneja una sola ruta por defecto como se muestra en la Figura d.18 cuando un enlace principal falla, se realiza el cambio en el direccionamiento, según la Figura d.19 y en la Figura d.20, se observa dicho cambio y también que el número de paquetes perdidos fue 1.

Figura d.18 Tabla de enrutamiento sw 3560 en funcionamiento normal.

```
192.168.4.53 - 3560-U1 - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
Quick Connect Profiles
+ - replicated route, % - next hop override
Gateway of last resort is 192.168.4.62 to network 0.0.0.0
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.4.62
    192.168.4.0/24 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C   192.168.4.52/30 is directly connected, GigabitEthernet0/17
L   192.168.4.53/32 is directly connected, GigabitEthernet0/17
C   192.168.4.56/30 is directly connected, GigabitEthernet0/15
L   192.168.4.57/32 is directly connected, GigabitEthernet0/15
C   192.168.4.60/30 is directly connected, GigabitEthernet0/13
L   192.168.4.61/32 is directly connected, GigabitEthernet0/13
sw3560(config)#
```

Cuando el enlace principal del switch 3750x falla, cambia su ruta estática por defecto y apunta al switch Core de respaldo, el equipo 3560 continua teniendo como Gateway por defecto al Core principal, sin embargo adiciona una ruta apuntando al Core de backup para llegar al equipo 3750x como se puede ver en la Figura d.18 y en la Figura d.19.

Figura d.19 Tabla de enrutamiento switch 3750x cuando el enlace principal de prueba esta caído.

```
192.168.4.121 - 3750x - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
Quick Connect Profiles
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is 192.168.4.122 to network 0.0.0.0
    192.168.4.0/30 is subnetted, 2 subnets
C   192.168.4.120 is directly connected, GigabitEthernet1/0/15
C   192.168.4.116 is directly connected, GigabitEthernet1/0/17
S* 0.0.0.0/0 [50/0] via 192.168.4.122
3750a(config)#
Connected to 192.168.4.121 SSH2 - aes128-cbc - hmac-md5 - nx 80x12
```

Figura d.20 Tabla de enrutamiento del switch 3560 cuando el enlace principal de prueba esta caído

```

192.168.4.53 - 3560-U1 - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
Quick Connect Profiles

Gateway of last resort is 192.168.4.62 to network 0.0.0.0

S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.4.62
    192.168.4.0/24 is variably subnetted, 7 subnets, 3 masks
C    192.168.4.52/30 is directly connected, GigabitEthernet0/17
L    192.168.4.53/32 is directly connected, GigabitEthernet0/17
C    192.168.4.56/30 is directly connected, GigabitEthernet0/15
L    192.168.4.57/32 is directly connected, GigabitEthernet0/15
C    192.168.4.60/30 is directly connected, GigabitEthernet0/13
L    192.168.4.61/32 is directly connected, GigabitEthernet0/13
S    192.168.4.64/26 [1/0] via 192.168.4.58
sw3560(config)#
    
```

Figura d.21 Número de saltos y paquetes perdidos en la simulación con el script

```

C:\windows\system32\cmd.exe - ping 192.168.4.53 -r 4 -t
192.168.4.58 ->
192.168.4.57 ->
192.168.4.57
Respuesta desde 192.168.4.53: bytes=32 tiempo=7ms TTL=253
Ruta: 192.168.4.121 ->
192.168.4.58 ->
192.168.4.57 ->
192.168.4.57
Respuesta desde 192.168.4.53: bytes=32 tiempo=10ms TTL=253
Ruta: 192.168.4.121 ->
192.168.4.58 ->
192.168.4.57 ->
192.168.4.57
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 192.168.4.53: bytes=32 tiempo=5ms TTL=253
Ruta: 192.168.4.121 ->
192.168.4.62 ->
192.168.4.61 ->
192.168.4.61
Respuesta desde 192.168.4.53: bytes=32 tiempo=8ms TTL=253
Ruta: 192.168.4.121 ->
192.168.4.62 ->
192.168.4.61 ->
192.168.4.61
    
```

Tabla d.5 Resultados de simulación con script/estático

Modo de Operación	# saltos de 3560 (Ing.) a 3750x (artes)	# saltos de 3750x (Ing.) a 3650 (Artes)	#paquetes Perdidos I-A (promedio)	# paquetes Perdidos A-I (promedio)
Normal	2	2	0	0
Caído	2	2	3	2
Recuperado	2	2	2	1

D-2 ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN USADOS EN LA IMPLEMENTACION EN LA FACULTAD DE ARTES.

Para la implementación del script es necesario realizar la siguiente configuración en los switches:

- a. se configura la comunidad snmp tesisredundancia como publica en todos los switches
 - b. se habilitan los traps snmp para las interfaces upline y downline
 - c. se deshabilita de forma manual en cada interface los traps snmp dejándolos activos solo en las interfaces que interesa monitorear.
 - d. mediante el uso de mibbrowser se obtiene el oid de la interface o interfaces a monitorear.
 - e. adaptar el script con el oid obtenido en el punto anterior
- **Switch El Carmen:** a su configuración inicial se le adiciona una ruta que conecte los dos switches El Carmen y El Carmen1, se traslada el tráfico del switch de la Casa Mosquera al switch El Carmen1 y en el puerto libre se conecta el switch 3750x para pruebas.

Siguiendo los pasos anteriores los comandos adicionados a este switch son:

```
snmp-server community tesisredundancia RO
snmp-server enable traps snmp linkdown linkup
snmp-server host 192.168.2.38 tesisredundancia snmp
snmp-server host 192.168.4.61 tesisredundancia snmp
Snmp-server manager
```

En cada interface a la que no interese hacerle el seguimiento se debe escribir el siguiente comando

```
No snmp trap link-status
```

Los oids que interesan y que se usan en el script son:

```
1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.23 enlace con Artes
1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.24 enlace con switch 3750x
```

- **Switch El Carmen1:** En este equipo se adicionan los comandos para dar conectividad al switch de la casa Mosquera y se adiciona una ruta por defecto que apunte al switch El Carmen.
- **Switch Artes:** En este switch se define el script que es el encargado de analizar los traps recibidos, también se le debe crear la comunidad tesisredundancia

```
snmp-server community tesisredundancia RO
snmp-server manager
ip route 192.168.4.64 255.255.255.192 192.168.2.37
```

```
ip route 192.168.4.64 255.255.255.192 192.168.4.249 50
```

El script usado en este switch es:

```
event manager applet redundancia
 event tag downAArtes snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.24 oid-val
 "administratively down" op eq dest-ip-address 192.168.2.37
 event tag downArtes snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.24 oid-val
 "down" op eq dest-ip-address 192.168.2.37
 event tag upArtes snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.24 oid-val "up" op
 eq dest-ip-address 192.168.2.37
 trigger
 correlate event upArtes or event downArtes or event downAArtes
 attribute tag upArtes occurs 1
 attribute tag downArtes occurs 1
 attribute tag downAArtes occurs 1
 action 10 if $_snmp_notif_oid eq 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.65
 action 15 syslog msg "hay un cambio en el enlace principal del sw de pruebas"
 action 18 if $_snmp_notif_oid_val eq up
 action 19 cli command "ena"
 action 20 cli command "conf t"
 action 21 cli command "no ip route 192.168.4.64 255.255.255.192 192.168.2.38"
 action 22 else
 action 23 cli command "ena"
 action 24 cli command "conf t"
 action 27 cli command "ip route 192.168.4.64 255.255.255.192 192.168.2.38"
 action 30 end
 action 32 end
```

- **Switch 3560:** al igual que el switch de la facultad de Artes, se debe adecuar el script.

```
snmp-server community tesisredundancia RO
snmp-server manager
ip route 192.168.150.0 255.255.254.0 192.168.4.62
ip route 192.168.150.0 255.255.254.0 192.168.4.254 50
```

El script usado en este switch es:

```
event manager applet redundancia
 event tag downAArtes snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.23 oid-val
 "administratively down" op eq dest-ip-address 192.168.4.61
 event tag downArtes snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.23 oid-val
 "down" op eq dest-ip-address 192.168. 4.61
 event tag upArtes snmp-notification oid 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.23 oid-val "up" op
 eq dest-ip-address 192.168. 4.61
 trigger
 correlate event upArtes or event downArtes or event downAArtes
 attribute tag upArtes occurs 1
```

```

attribute tag downArtes occurs 1
attribute tag downAArtes occurs 1
action 10 if $_snmp_notif_oid eq 1.3.6.1.4.1.9.2.2.1.1.20.23
action 15 syslog msg "hay un cambio en el enlace principal del sw de Artes"
action 18 if $_snmp_notif_oid_val eq up
action 19 cli command "ena"
action 20 cli command "conf t"
action 21 cli command "no ip route 192.168.150.0 255.255.254.0 192.168.4.62"
action 22 else
action 23 cli command "ena"
action 24 cli command "conf t"
action 27 cli command "ip route 192.168.150.0 255.255.254.0 192.168.4.62"
action 30 end
Action 32 end

```

Los resultados obtenidos se ven reflejados en la siguiente tabla.

Tabla d.6 Resultados implementación facultada de artes.

Modo de Operación	# saltos entre Artes - Pruebas	# saltos de Pruebas - Artes	#paquetes Perdidos A-P (promedio)	# paquetes Perdidos P-A (promedio)
Normal	2	2	0	0
Caído	2	2	3	2
Recuperado	2	2	4	2