



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE REDES DE AREA AMPLIA DEFINIDA
POR SOFTWARE (SD-WAN), PARA LA MEJORA DE LA EXPERIENCIA DE LOS
USUARIOS REFERIDA AL USO DE LA APLICACIONES DE NEGOCIO DE CMAC

SULLANA

Línea de investigación:
Sistemas de información y optimización

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
de Telecomunicaciones

Autor

Aguilar Maldonado, Junnior Alexis

Asesor

Pastor Castillo, José Enrique

ORCID: 0009-0002-7030-9268

Jurado

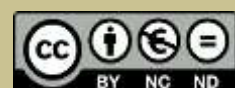
Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

Lima - Perú

2024



IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE REDES DE AREA AMPLIA DEFINIDA POR SOFTWARE (SD-WAN), PARA LA MEJORA DE LA EXPERIENCIA DE LOS USUARIOS REFERIDA AL USO DE LA APLICACIONES DE NEGOCIO DE CMAC SULLANA

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 hdl.handle.net Fuente de Internet 2%

2 repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet 1%

3 www.coursehero.com Fuente de Internet 1%

4 Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante <1%

5 dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet <1%

6 www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet <1%

7 repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet <1%

repositorio.ucsg.edu.ec



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA
IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE REDES DE AREA AMPLIA DEFINIDA
POR SOFTWARE (SD-WAN), PARA LA MEJORA DE LA EXPERIENCIA DE LOS
USUARIOS REFERIDA AL USO DE LA APLICACIONES DE NEGOCIO DE CMAC
SULLANA

Línea de Investigación:

Sistemas de Información y Optimización

Modalidad Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de

Telecomunicaciones

Autor

Aguilar Maldonado, Junnior Alexis

Asesor

Pastor Castillo, José Enrique

ORCID: 0009-0002-7030-9268

Jurado

Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

Lima – Perú

2024

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Trayectoria del Autor.....	10
1.2. Descripción de la Empresa.....	10
1.3. Organigrama de la empresa	11
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	12
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA.....	14
2.1. Planteamiento del problema.....	14
2.1.1. Determinación del problema.....	14
2.1.2. Formulación del Problema.....	15
2.1.3. Objetivos.....	16
2.1.4. Justificación.....	16
2.1.5. Alcances y Limitaciones	17
2.2 Marco teórico	18
2.2.1 Antecedentes bibliográficos.....	18
2.2.2. Bases Teóricas.....	22

2.2.3. Definición de Términos Básicos	27
2.3. Propuesta de la solución.....	33
2.3.1. Descripción de la propuesta	33
2.3.2. Desarrollo de la propuesta	37
2.3.3. Elaboración y presentación de cronograma de trabajo	50
2.3.4. Cierre de proyecto.....	89
2.4. Factibilidad Técnica - Operativa.....	90
2.4.1. La factibilidad técnica.....	90
2.4.2. Factibilidad operativa.....	91
2.5. Cuadro de Inversión.....	92
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	96
IV. CONCLUSIONES	98
V. RECOMENDACIONES	100
VI. REFERENCIAS	101
VII. ANEXOS.....	103

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama	13
Figura 2 Conmutación de paquetes.....	25
Figura 3 Consumo de aplicaciones desde las oficinas y centros de datos	26
Figura 4. Ubicación geográfica de las Oficinas de CMAC a nivel nacional	34
Figura 5. Cronograma del proyecto	41
Figura 6. Características de la solución Ipanema	42
Figure 7. Tablero en tiempo real Ipanema	44
Figure 8. Descubrimiento de aplicaciones en una red	43
Figura 9. Criticidad del grupo de aplicaciones	45
Figura 10. Gráfico de compresión en tiempo real	46
Figura 11. Elección dinámica de mejor ruta	49
Figura 12. DWS y sondeo de redes para conectividad	50
Figure 13. Plataforma Salsa ubicada en el Centro de Datos del Proveedor.....	51
Figura 14. Especificaciones de equipos Ipanema	60
Figure 15. Topología de red centro de datos Lima, Sullana y sedes piloto.	61
Figura 16. Estado de las aplicaciones por cada sede	61
Figura 17. Top de calidad de las aplicaciones	61
Figura 18. Categorización de las aplicaciones.....	61
Figura 19. Calidad global de las aplicaciones.....	61
Figure 20. Uso del ancho de banda por sitio.....	62
Figure 21. Top de consumo en dirección Wan hacia Lan.....	63
Figura 22. Interfaces WAN, LAN en la solución	63

Figura 23. Top de consumo en dirección Lan hacia Wan	64
Figura 24. Top de aplicaciones	64
Figure 25. Top de aplicaciones creadas como Aplicaciones Core.....	65
Figura 26. Top de aplicaciones SAAS.....	65
Figura 27. Ratio de compresión de la aplicación Zimbra	66
Figura 28. Compresión de tráfico Lan hacia Wan	67
Figura 29. Configuración de enlaces de respaldo para la conmutación.....	68
Figura 30. Retransmisión cuando se consume una aplicación.....	70
Figura 31. Grupo de aplicación de Cmac Sullana	71
Figura 32. Configuración de enlace Bitel y enlace telefónico (TDP).....	71
Figura 33. Pruebas de comunicación de enlaces.....	72
Figura 34. Pruebas de conmutación de enlace usando enlace 4G	72
Figura 35. Aplicación Zimbra a través del enlace backup.....	73
Figura 36. Pruebas con Zimbra para la redundancia de enlaces	74
Figura 37. Aplicación Zimbra conmutando a la red 4G	75
Figura 38. Diagrama de conexión puerto consola hacia la laptop	77
Figura 39. Ruta para descubrir el tipo de puerta consola.....	77
Figura 40. Puerto COM serial.....	78
Figura 41. Terminal para conexión a través del puerto consola	79
Figura 42. Modelo de topología para la realización de alta disponibilidad	80
Figura 43. Muestra de ejecución de comandos de alta disponibilidad	82
Figur 44. Muestra de la ejecución de los comandos de alta disponibilidad.....	83

Figura 45. Muestra de la ejecución de los comandos de alta disponibilidad, configuración peer wan	84
Figura 46. Muestra de la ejecución de los comandos de alta disponibilidad, configuración monitoreo de interfaces	83
Figura 47. Muestra de la ejecución de los comandos de alta disponibilidad, configuración rol backup.....	86
Figura 48. Diagrama topológico alta disponibilidad CMAC Sullana.....	87
Figura 49. Configuración Tele engine en sedes donde no se tiene dispositivos físicos ..	87
Figura 50. Agencia que ya han sido configuradas con tele engine.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Solicitud de información técnica	51
Tabla 2. Solicitud de sedes con equipo Ipanema.	52
Tabla 3. Sedes sin equipo Ipanema.....	52
Tabla 4. Parámetros.....	84
Tabla 5. Cuadro de inversión de equipamiento y licencias.....	93
Tabla 6. Instalación y entrenamiento.	94
Tabla 7. Costos de Soporte Gestionado.	94
Tabla 8. Costo total del proyecto	95

RESUMEN

El presente estudio analiza la implementación de la tecnología de redes de área amplia (SD-WAN) en la empresa CMAC Sullana, con la finalidad de optimizar los procesos al interior de la empresa, y que, con esto, mejore el tráfico de la información hacia sedes remotas. El objetivo principal del proyecto fue la provisión de una solución SD-WAN para un grupo de oficinas de dicha empresa integrando los radioenlaces que ya eran utilizados como enlaces backup (respaldo). Los resultados se traducen en una mejora en la experiencia del usuario final, referida al uso de las aplicaciones de negocio, mejorar el control de los recursos de comunicaciones en cuanto a las transacciones de negocio; y priorizar las aplicaciones en su transmisión hacia y desde el Data Center de Lima y en contingencia desde el Data Center de Sullana. En conclusión, la solución implementada permite tener visibilidad de las aplicaciones y muestra el estado de los enlaces de las diferentes oficinas, tener información detallada al personal de TI sobre el performance de las aplicaciones y enlaces contratadas. Esto contribuye positivamente en la toma de decisiones y la revisión de los SLAs de los proveedores de enlaces y a los encargados de las aplicaciones. La investigación, realizada en el CMAC Sullana y sus oficinas a nivel nacional, cuenta con un centro de datos principal y alternativo que provee la comunicación entre las distintas oficinas a través de enlaces ip vpn, radio enlaces y servicios ADSL para las oficinas informativas.

Palabras clave: SD-WAN, optimizar, desempeño, aplicaciones, contingencia, experiencia.

ABSTRACT

This study analyzes the implementation of wide area network technology (SD-WAN) in the company CMAC Sullana, in order to optimize the processes within the company, and thus improve the traffic of information to remote sites, improve the traffic of information to remote sites. The main objective of the project was the provision of an SD-WAN solution for a group of offices of the company, integrating the radio links that were already used as backup links. The results translate into an improvement in the end user's experience, referring to the use of business applications, improving the control of communications resources in terms of business transactions; and prioritizing the applications in their transmission to and from the Data Center in Lima and in contingency from the Data Center in Sullana. In conclusion, the implemented solution allows to have visibility of the applications and shows the status of the links of the different offices, to have detailed information to the IT personnel about the performance of the applications and contracted links. This contributes positively to the decision making and the review of the SLAs of the link providers and to those in charge of the applications. The research, carried out in CMAC Sullana and its offices nationwide, has a main and alternate data center that provides communication between the different offices through ip vpn links, radio links and ADSL services for the information offices.

Keywords: SD-WAN, optimize, performance, applications, contingency, experience.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Trayectoria del Autor

Bachiller egresado de la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones, con más de 7 años de experiencia en el área de ciberseguridad y tecnologías de la información. Inicié mi trayectoria profesional en enero de 2016, durante el cuarto año de estudios en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones, cuando comencé a trabajar en la empresa **THINK NETWORKS PERÚ S.A.C.**, donde desarrollé una línea de carrera en el área de ciberseguridad y redes.

Empecé como **practicante de ciberseguridad y networking** hasta el año 2017. Durante ese tiempo, también realicé estudios especializados en **Cisco Networking**, con una duración de 5 meses. En marzo de 2017 asumí el cargo de **analista de ciberseguridad**, posición que desempeñé hasta marzo de 2018. En este rol me encargaba de brindar soporte técnico de plataformas de ciberseguridad a través de atención telefónica y sistemas de tickets.

En abril de 2018 asumí dos nuevos roles: **especialista de TI y seguridad de la información**, e **ingeniero preventa en ciberseguridad**. Entre mis funciones destacaban la participación en la implementación de proyectos complejos, diagnóstico de incidentes de ciberseguridad de nivel 2, y gestión de soluciones de redes y seguridad. Además, elaboraba presentaciones técnicas y comerciales, realizaba pruebas de concepto y demostraciones de soluciones de seguridad para clientes.

1.2. Descripción de la Empresa

THINK NETWORKS PERU es una empresa de tecnología con más de 10 años de experiencia en el Perú, que ofrece productos y servicios relacionados con las siguientes unidades

de negocio: Seguridad de la información, redes, almacenamiento, infraestructura y centro de datos, y comunicaciones unificadas y cuenta con operaciones en Perú, Ecuador y Bolivia.

Su foco está puesto en la generación de valor agregado para operadores de telecomunicaciones, gobierno, industria, minería y recursos naturales, educación, transporte y otros.

- **Soluciones de seguridad (Local o nube)**

Identifica los puntos ciegos de las organizaciones y evalúa sus riesgos de información asociados, analizando las mejores opciones de tecnologías de seguridad local y nube, logrando visibilidad, control y remediación de ciber amenazas, protegiendo de esta manera sus activos de información, ventas y operaciones de negocio.

- **Soluciones de Comunicaciones Unificadas (Local o nube)**

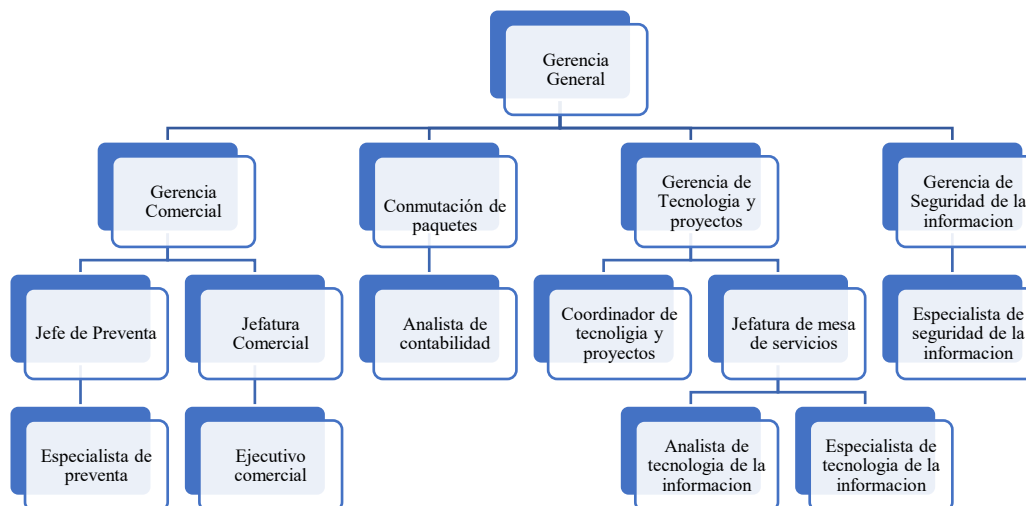
Protege la infraestructura LAN y mejora las comunicaciones con soluciones que brinden conectividad, visibilidad, movilidad y telefonía mejorando así las opciones de tecnologías de soluciones inalámbricas, conmutación, enrutamiento, centrales telefónicas y servidores tanto local o como servicio en nube.

1.3. Organigrama de la empresa

THINK NETWORKS PERU representa su estructura orgánica con el siguiente organigrama.

Figura 1

Organigrama



1.4. Áreas y funciones desempeñadas

En la empresa fui contratado para laborar en el área de centro de operaciones seguridad para el diseño de arquitecturas de soluciones de seguridad para redes empresariales, elaboración de propuesta técnicas y comerciales, ejecución de pruebas de concepto, y presentaciones a clientes sobre soluciones como firewalls, protección dispositivos finales, protección de fuga de datos. Apoyo en la implementación y configuración de herramientas de seguridad. Mis funciones principales son:

- Diseño de arquitecturas de ciberseguridad adaptadas a las necesidades del cliente. Integración de tecnologías de seguridad con entornos nube.
- Identificación, evaluación y mitigación de riesgos y vulnerabilidad en la infraestructura.
- Desarrollo e implementación de políticas, procedimientos y controles de seguridad de la información.
- Atención de tickets de soporte de segundo nivel relacionados con incidentes de seguridad.

- Participación en reuniones con cliente para entender requerimientos de seguridad.
Elaboración de propuestas técnicas y soporte en procesos de licitación.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

2.1. Planteamiento del problema

2.1.1. *Determinación del problema*

A nivel mundial, se ha registrado que las empresas optan por aplicaciones en la nube, y en TI comprueban que la experiencia de los usuarios con las aplicaciones no es óptima. Según Cisco, esto se debe a que las WAN diseñadas para otra era no están preparadas para la explosión sin precedentes del tráfico de WAN originada por la adopción de la nube. Ese tráfico complica la administración, hace imprevisible el rendimiento de las aplicaciones y pone en peligro los datos (Cisco, 2022).

En el Perú en los últimos años se está buscando mejorar el rendimiento de las aplicaciones de alta velocidad a través de soluciones tecnológicas SDWAN. Según la empresa GTD Perú los operadores de telefonía móvil cuentan con esta solución operando en sus redes para mejorar la experiencia de sus usuarios y lograr la conectividad de múltiples servicios de nube para brindar un óptimo rendimiento de aplicaciones de alta velocidad en la WAN y en sus bordes de control (GTD, 2022).

En el lugar donde se realizó la implementación, la entidad CMAC Sullana, dedicada al rubro económico, financiero y administrativo desde el año 1986, se ha ido posicionando en el sector financiero el cual cuenta con una red corporativa que permite brindar soporte a sus aplicaciones y servicios de BackOffice, pero lamentablemente presenta problemas con la experiencia del usuario generando bajo rendimiento en el uso de las aplicaciones de negocio.

Debido que la entidad contaba con plataformas obsoletas y no tener control de los recursos de comunicaciones (ancho de banda de las sedes y ancho de banda de internet) priorizando las

transacciones de negocio. CMAC Sullana ha optado en dejar las redes WAN tradicionales, esto es con la finalidad de evitar problemas de rendimiento de aplicaciones específicas como telefonía, videoconferencia, aplicaciones de la nube, debido a que la experiencia del usuario con las aplicaciones es mala. (Heise, 2022)

CMAC Sullana en los últimos años ha presentado inestabilidad del rendimiento de sus aplicaciones de negocio. Los usuarios ubicados en diferentes sedes han presentado problemas de mal funcionamiento de aplicaciones, problemas de conectividad.

El presente proyecto pretende mejorar la experiencia del usuario referidas al consumo de las aplicaciones de negocio, mejorar el control del recurso de comunicaciones priorizando las transacciones. Además, se busca identificar las aplicaciones críticas por cada sucursal, tener visibilidad de las aplicaciones y medir el rendimiento de las comunicaciones de red. Por esta razón se implementó una solución de tecnología SD WAN a fin de garantizar buena experiencia con las aplicaciones, tráfico optimizado y control de las aplicaciones de manera centralizada.

2.1.2 Formulación del Problema

Pregunta general

¿Cómo la tecnología de redes de área amplia definida por software SD-WAN mejora la experiencia de los usuarios referidas al uso de las aplicaciones de negocio de la CMAC Sullana?

Preguntas específicas

- ¿Cómo es posible monitorear y controlar las aplicaciones de negocio en el 100% de las tiendas?
- ¿Cómo es posible mejorar el rendimiento de las aplicaciones de negocio?

- ¿Cómo es posible mejorar el control de los recursos de comunicaciones, priorizando las transacciones de negocio?
- ¿Es posible implementar la alta disponibilidad en el centro de datos y sucursales simulando la caída del enlace principal?

2.1.3 Objetivos

Objetivo general

Implementar tecnología de redes de área amplia definida por software SD-WAN para mejorar la experiencia de los usuarios referidas al uso de las aplicaciones de negocio de la CMAC Sullana.

Objetivo específico

- Monitorear y controlar las aplicaciones de negocio en el 100% de las tiendas.
- Mejorar el rendimiento de las aplicaciones de negocio.
- Mejorar el control de los recursos de comunicaciones, priorizando las transacciones de negocio.
- Implementar la alta disponibilidad en el centro de datos y sucursales simulando la caída del enlace principal.

2.1.4 Justificación

Las razones por las que se realiza este proyecto de implementación SD WAN servirá para mejorar la calidad de experiencia del usuario cuando utiliza las aplicaciones de CMAC Sullana, además servirá para garantizar el rendimiento de las aplicaciones críticas.

En los últimos años las redes WAN tradicionales han presentado déficit en su rendimiento. El diseño de la WAN tradicional se ha basado en múltiples dispositivos que encuentran apilados en la sucursal, bajo una gestión descentralizada y conectados entre sí a través de distintos enlaces WAN. De este modo la solución de implementar una tecnología SDWAN en el centro de datos principal y alterno de Caja Sullana, asimismo implementar plataformas en las sucursales y orquestarlos a través de una plataforma central permitirá tener control, visibilidad, aceleración de las aplicaciones, además brindará a la entidad rentabilidad, confianza y flexibilidad.

A partir de la implementación de la tecnología SDWAN se ha mejorado la detección de errores en la transmisión de datos que originan saturación en la red, tener posibilidad de agregar enlaces de Contingencia de bajo costo. Asimismo, tener mejor control de los recursos de comunicaciones y un rendimiento mejorado.

2.1.5 Alcances y Limitaciones

Alcance

El presente proyecto cubrirá el Área corporativa de Caja Sullana, el cual se desarrolla en Sullana, Lima como sedes centrales y sucursales que se encuentran en la región del Perú. Dicho proyecto se ejecuta en el año 2020 dando inicio en el mes Mayo hasta octubre.

Tiene como enfoque principal proponer una solución que garantice el uso y la experiencia de las aplicaciones de negocio por parte de los usuarios, por esta razón se realizara una propuesta de implementación de tecnología de redes de área amplia definida por software (sd-wan), para la mejora de la experiencia de los usuarios referida al uso de las aplicaciones de negocio de CMAC Sullana. Las características específicas que conllevan este informe hacen referencia a mejorar el control de los recursos de comunicaciones (ancho de banda de las sedes y ancho de banda de

internet) priorizando las transacciones de negocio. Por esta razón se empleó la tecnología SDWAN donde se incluyeron equipos en el centro de datos principal (Lima), centro de datos alternativo (Sullana) y sucursales; por consiguiente, la priorización de aplicaciones hacia y desde el Centro de datos principal y alternativo se realizará a través de enlaces MPLS Telefónica y Bitel.

Limitaciones

Esta tesis se limita a la implementación de los dispositivos SDWAN en los centros principal, alternativo y sucursales, lo que no se ahondará a profundidad sobre las aplicaciones y servicios solicitados por el cliente. En efecto, los dispositivos como *switches*, enrutadores, UPS y dispositivos de red en general no están en el alcance del proyecto.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Antecedentes bibliográficos

Antecedentes Nacionales

Chafloque (2018), en su tesis titulada “Propuesta de diseño de una red de datos de área local bajo la arquitectura de redes definidas por software para la red telemática de la universidad nacional mayor de san marcos”, tuvo como objetivo brindar una propuesta de diseño de una red de datos de área local bajo una arquitectura de redes definidas por software (SDN) para mejorar la eficiencia de la gestión e interoperabilidad entre los diferentes dispositivos o equipos de red que conforman la red de datos de área local (LAN) de la Red Telemática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos -UNMSM . En este proyecto se comparó los beneficios que brinda la arquitectura SDN con respecto a la red LAN actualmente implementada, presentando las

conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación. Para el desarrollo de esta solución se utilizó un software libre para simular los dispositivos de red con el objetivo de gestionar de forma centralizada los dispositivos simulados. Los resultados obtenidos en la propuesta SDN ayudó a reducir la complejidad operativa y costes haciendo uso eficiente de los recursos a través del controlador centralizado que fue capaz de administrar todos los dispositivos de red. Finalmente se concluyó que el controlador SDN puede orquestar el tráfico y dar una completa visibilidad de la red facilitando una gestión unificada.

Britto (2020) en su investigación titulada “Propuesta de un Diseño del Protocolo Secure SD-WAN para garantizar el balanceo de carga en la comunicación de L2L de forma inteligente y segura para la empresa Cencosud S.A. Lima 2020”, tuvo objetivo garantizar el balanceo carga en los enlaces L2L de forma dinámica, eficiente y segura en Cencosud SA. Por esta razón propuso una solución de SD WAN que permita administrar sus enlaces WAN optimizando las redes y el nivel de rendimiento para el beneficio de la entidad. Para el desarrollo de esta solución se utilizó una metodología PPDIOO que significa preparar, planificar, diseñar, implementar, operar y optimizar la administración de la red, el cual beneficiara en la creación de estructura de comunicaciones. Los resultados obtenidos en la propuesta logro optimizar y simplificar la administración de los sistemas informáticos, además contribuyo en mejorar la experiencia del usuario y asegurar el mejoramiento de rendimiento de las comunicaciones. Finalmente se concluyó que los objetivos específicos como recopilación de los datos de carga de la empresa, la capacidad de red para el tema de balanceo y el monitoreo de enlaces para medir el rendimiento fueron desarrollados para el diseño de la solución SD WAN.

Otro antecedente a mencionar es el estudio de Aguilar (2020). En su tesis titulada “Propuesta de Diseño de una Red Privada de Telecomunicaciones para Accesos a Aplicaciones de

una Entidad Bancaria a través de Internet”, tuvo como objetivo solucionar el problema que tienen las oficinas con poco ancho de Banda (4Mbps) de su enlace MPLS donde este caudal se está viendo saturado a causa de que las aplicaciones consumen más ancho de Banda, Así mismo se observa un déficit en alta disponibilidad de enlaces contra su centro de datos, las cuales causan pérdida de conectividad en las aplicaciones internas y externas generando una pérdida económica exorbitante. Por esta razón se propone una solución de conectividad a través de enlaces domésticos de internet. La presente investigación se realizó en una entidad Bancaria la cual cuenta con 320 oficinas, en la cual se ha adquirido 3 equipos SD-WAN fortigate 400E en los centros de datos y 1 equipo fortigate 50E SD-WAN para cada Oficina, un fortimanager y un fortianalyzer; con ello se procederá a diseñar una solución SD-WAN y el enlace MPLS será utilizado para los servicios que tienen delay, así como la voz y video en directo. Los resultados obtenidos en la propuesta trajeron diferencias en tema de costos, es decir el enlace de internet junto a los equipos SDWAN para una entidad financiera es bajo a comparación con enlaces MPLS dedicados. Finalmente se concluye que las redes SDWAN ofrecen más disponibilidad en la comunicación entre las sucursales y los centros de datos principales.

Antecedentes Internaciones

Valarezo (2020) en su tesis titulada “Desarrollo de un prototipo de red de área amplia basado en una arquitectura definida por software (sd-wan) en una institución financiera”, tuvo como objetivo brindar viabilidad en generar nuevos servicios que requiera una empresa, de esta forma tener una solución tecnológica que permita generar estrategias de desarrollo tecnológico. Para desarrollar dicha solución que beneficiara a la institución financiera, se ha definido el uso de métodos científicos, por lo tanto, se realizó la observación sistemática, medición, experimentación,

formulación, análisis y modificación de la hipótesis. Finalmente se concluyó que la plataforma SDWAN demostró suplir las necesidades de negocio al brindar de forma rápida y oportuna el mejoramiento de la orquestación de los servicios.

Rodríguez (2021) en su tesis titulada “Diseño de implementación de un sistema de seguridad gestionada con sd-wan para una red mpls que provee servicios de internet y datos para la universidad politécnica salesiana”, tuvo como objetivo diseñar un esquema SD WAN usando firewalls fortigate con el propósito de balancear el tráfico mediante dos proveedores de servicios de internet y datos. De esto modo se evitó que en la entidad se produzcan saturaciones o tiempos de respuesta elevados, y se garantizó buena experiencia al usuario final. El presente trabajo describe el diseño de un esquema SD-WAN utilizando Firewalls marca Fortigate para la Universidad Politécnica Salesiana, con el propósito de poder balancear la carga de tráfico mediante de dos proveedores de servicios de internet y datos. Los resultados obtenidos se presentaron a lo largo de horas de alto consumo, en donde se constató que las reglas de SDWAN se crearon de forma correcta posibilitando que la transmisión de datos se efectúe a través del segundo proveedor. Finalmente se concluyó que la solución SD WAN es una tecnología que facilita usar múltiples proveedores de enlace, gestionando de manera adecuada el tráfico de ancho de banda, acomodándolo a la urgencia de la universidad.

Vera y Llambo (2021) en su tesis titulada “Diseño e implementación de un Banco de pruebas virtualizado con tecnología de redes definidas por software para redes de área amplia (SD-WAN) en el laboratorio de telecomunicaciones para la universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil”, tuvo como objetivo formar un conjunto de pruebas virtualizado con la finalidad de ayudar a los estudiantes y docentes de la universidad para representar equipos de red y puedan realizar su configuraciones de nuevas tecnologías como red MPLS , ya que no cuentan con un

laboratorio de telecomunicaciones. Para desarrollar dicha simulación o representación se virtualizo un servidor DELL R210, además se optimizo sus recursos para un buen rendimiento. Los resultados obtenidos son que los estudiantes practiquen la configuración de equipos que hoy en día son costosos de conseguir. Finalmente se concluyó que, al culminar con las instalaciones de recursos físicos para potenciar el servidor para el ambiente de laboratorio, se procedió a conectar todas las computadoras del laboratorio de la universidad hacia el servidor, logrando así resultados provechosos.

2.2.2 Bases Teóricas

Aplicaciones financieras de negocio

Con el avance del tiempo la transformación digital ha abarcado en el mundo generando un gran impacto en las entidades financieras y Perú no es ajeno a este cambio los cuales han sido de vital importancia.

Las instituciones financieras como bancos y aseguradoras están invirtiendo en el avance de la funcionalidad de las aplicaciones para sus usuarios.

En definitiva, las primeras aplicaciones de las entidades financieras fueron abarcando funcionalidades que estaban aptos en los sitios de homebanking por lo tanto la transición de capacidades fue evolucionando de lo más básico hasta lo más complejo. La mayoría de las transacciones que están aptos en el homebanking inclusive transacciones que antes se podían realizar a través de ventanilla, actualmente se pueden procesar por los aplicativos.

Todo el cambio a nivel global ha tenido consecuencias en los últimos años. En Perú las aplicaciones han tenido problemas con sus funcionalidades. El 19 % de los usuarios no están contentos con el servicio de las Apps. El 81% comenta que las aplicaciones necesitan mejoras. Casi el 41% explica que las aplicaciones aún siguen presentando problemas técnicos ya que existen

problemas de registro de base de datos de los clientes y problemas con la funcionalidad de las aplicaciones (Chipana, 2018).

Conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS)

Es un estándar para enviar datos a través de múltiples etiquetas. Se estableció con el propósito de unificar diferentes tipos de datos transmitidos mediante la misma red que se utiliza para remitir paquetes de información que no provoquen una dificultad de velocidad.

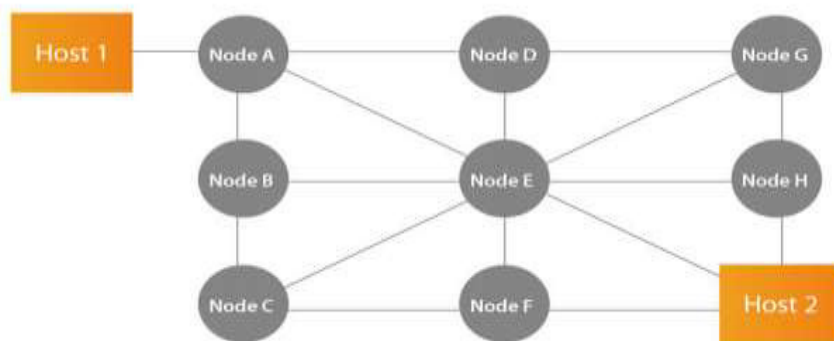
Se debe tener en cuenta que MPLS no es un servicio, más bien una técnica de transferencia de datos. No suele ser muy común entre los proveedores de servicios de internet ya que presentan un elevado costo, sin embargo, beneficia a los servicios WAN y VPNs.

Capa de transmisión de datos

Es una capa que provee conectividad entre dos sistemas que se ubican en dos ambientes geográficos diferentes, su propósito es conseguir que los datos lleguen desde el origen al destino por más que no tengan conexión directa. En la figura 1 podemos ver un ejemplo de conmutación de paquetes.

Figura 2

Conmutación de paquetes



Nota. Tomada de Optical Networks (2019)

La conmutación de paquetes proporciona la transmisión de datos: los datos que hace parte del mensaje, es decir voz, video o texto, por otro lado, está la ruta que deberían originar los datos a fin de llegar al destino (Optical networks, 2019).

Internet

Es una agrupación de redes de comunicaciones que están interconectadas, que emplea los protocolos TCP/IP, por lo que asegura que las redes físicas que la constituyen formen una red lógica a nivel mundial (Wikipedia, 2022).

Uso actual. Internet brinda muchas aplicaciones y servicios, donde están las redes sociales, correo, aplicaciones móviles, videojuegos, telefonía, entre otros. Los servidores que ofrecen todos los servicios mencionados se encuentran ubicados en los centros de datos, y en por lo general se permiten acceder al contenido mediante las redes de distribución ubicados en todo el mundo (Wikipedia, 2022).

Centro de datos

Un centro de datos hace referencia a instalaciones físicas concentradas en el cual se ubican ordenadores, redes, almacenamiento y diferentes equipos de tecnología de la información permitiendo la operatividad de una empresa. Los ordenadores que se encuentran en los centros de datos comprenden o proveen aplicaciones, servicios y datos que son principales y de gran importancia para una empresa (VM WARE, 2022).

Alta disponibilidad

La palabra disponibilidad se usa a fin de explicar el periodo de tiempo en el cual está disponible un servicio, al igual que el tiempo requerido por un sistema para responder las solicitudes de los usuarios.

La alta disponibilidad es la característica de un sistema el cual establece un rendimiento operativo adecuado y asegurado a lo largo de un tiempo definido.

La alta disponibilidad trabaja en toda infraestructura a manera de un mecanismo de respuesta a fallas. Usualmente se utiliza software y plataformas de configuraciones dedicadas (Ciberseguridad, s.f.).

Red de área amplia (WAN)

Las WAN son redes a gran medida que comprenden países e incorporan continentes. Conectan redes LAN (área de red local) o MAN (Red de área metropolitana). Las WAN podrían ser públicas o estar administradas por entidades para enlazar múltiples lugares a enormes distancias.

Las WAN son administradas por proveedores de internet el cual permiten a los clientes la entrada a este. La red de área amplia que la más grande y popular es internet, es una red a nivel global que reúne miles de ordenadores y estas a su vez se transfieren datos unos a otros (ionos, 2020).

SD-WAN

La red de área amplia definida por software (SD-WAN) es una tecnología que facilita el control y la gestión de la infraestructura de red al proveer una arquitectura WAN que enlaza de forma segura a los usuarios con las aplicaciones (Versa Networks, 2022).

SD-WAN permite una conectividad esquematizada de las oficinas, así como garantizan confiabilidad, optimización de las aplicaciones y agilidad en la red. La SD-WAN permite a la entidad reducir los costos al posibilitar el uso de los recursos proporcionando un esquema WAN y oficinas muy automatizadas (Versa Networks, 2022). En la figura 2 podemos ver un ejemplo de consumo de aplicaciones desde las oficinas y centro de datos.

Figura 3

Consumo de aplicaciones desde las oficinas y centros de datos



Funcionamiento de SD-WAN. La SD-WAN establece una superposición para virtualizar la WAN por medio de un control gestionado y orquestado, con el propósito de reducir la administración e implementación compleja de las oficinas y centros de datos (Versa Networks, 2022).

A. Red superpuesta. La SD-WAN realiza una red superpuesta en cualquier tipo de transporte WAN, una de sus funciones es reemplazar los enrutadores tradicionales, de este modo ayuda en la mejora de la infraestructura WAN. Las plataformas SD-WAN entregan mejor control y gestión, esto ayudara a controlar las políticas de aplicación, con el propósito de garantizar un adecuado rendimiento de las aplicaciones (Versa Networks, 2022).

B. Reconocimiento de aplicaciones. La SD-WAN ayuda con el mejoramiento de las SLAs de aplicaciones y se basa en políticas para cumplir sus objetivos. Esto proporciona un monitoreo

constante del uso de redes y aplicaciones, por lo que asegura una óptima calidad de experiencia en los centros de datos (Versa Networks, 2022).

C. Entorno basado en políticas. La SD-WAN se basa en políticas con la finalidad de controlar la administración desde una única consola. Esto permite tener una mejor visibilidad de las aplicaciones y una buena comprensión por parte de los administradores de TI referidos a los dispositivos, redes, aplicaciones; con el propósito de alcanzar con los objetivos (Versa Networks, 2022).

D. Beneficios SD-WAN. La SD-WAN presenta un conjunto de características, beneficios y ventajas. A continuación, se muestra (Versa Networks, 2022).

- Permite conexión con las nubes públicas y privadas.
- Gestión controlada basados en políticas que asegurara el trabajo unificado.
- Reduce las zonas de riesgo y evita los movimientos laterales.
- Políticas de firewall basadas en capa 4.

2.2.3 Definición de Términos Básicos

- **AG (Application Group):** Es un grupo de aplicaciones donde se puede configurar parámetro de criticidad y perfil de Qos.
- **APPLIANCE:** Diminutivo de uso frecuente para el dispositivo Ipanema de Infovista.
- **APPLICATION GROUP:** Grupo de Aplicaciones con un determinado nivel de Criticidad y un determinado Perfil de QOS; contiene parámetros clave para la medición de AQS y el control de aplicaciones.
- **AQS:** Puntuación de calidad de la aplicación tomando el tipo de tráfico.

- **BACKGROUND:** Aplicaciones que siguen haciendo acciones aun si se cierra la ventana de la aplicación. Suelen denominarse aplicaciones de segundo plano.
- **BW OBJECTIVE:** Garantizar el ancho de banda para las sesiones de aplicaciones críticas para alcanzar sus objetivos de rendimiento.
- **CLÚSTER:** Grupo de plataformas que proporcionan alta disponibilidad o redundancia.
- **CONGESTION:** Estado de un recurso de red en el que el incidente de tráfico en el recurso supera su capacidad de salida durante un intervalo de tiempo.
- **CPA:** Centro de Procesamiento Alterno ubicado en Sullana. Ante un desastre del centro de procesamiento principal el CPA toma el rol de principal.
- **CPP:** Centro Procesamiento Principal ubicado en Lima CMAC Sullana. Es el centro donde se aloja las aplicaciones críticas de la entidad.
- **CRM:** Es una aplicación que centraliza una base de datos donde gestiona toda la información de la entidad, proveedores, etc.
- **DASHBOARD:** Panel donde se muestra de forma resumida y grafica el funcionamiento de la solución.
- **DISCO HDD:** Disco duro que almacena datos que se configuraron en los dispositivos de la solución que se describirá en este proyecto.
- **DNS:** Es un sistema de nombres de dominio, es decir traduce las direcciones de dominio a dirección IP.
- **DWS:** Es la forma de escoger dinámicamente el mejor camino en la red sesión por sesión dependiendo de sus objetivos. Así, maximizamos el rendimiento de aplicaciones en la red y el uso del ancho de banda de todos los enlaces WAN.

- **GOODPUT:** Número de bits recibidos por segundo por encima de la capa 4 (es decir, carga útil TCP o UDP).
- **GRE:** Es un protocolo de tunneling de VPN de sitio a sitio básico no seguro que puede encapsular una amplia variedad de tipos de paquete de protocolo dentro de túneles IP, lo que permite que una organización entregue otros protocolos mediante una WAN basada en IP.
- **HSRP:** Es un protocolo propietario de cisco, que tiene funcionalidad de redundancia en equipos cisco como los enrutadores.
- **IHAP:** Es un protocolo de Establecimiento de conexión de alta disponibilidad propietario de Infovista.
- **IP ENGINE (ip|e):** Dispositivo Ipanema que realiza medidas, control, compresión, etc., para proporcionar visibilidad de aplicaciones, control de aplicaciones, optimización de WAN, redimensionamiento de red y selección de WAN dinámica.
- **IPSEC:** Es un marco normalizado para asegurar las comunicaciones de IP mediante el cifrado y autenticación de cada paquete IP en un flujo de datos.
- **JITTER:** Desviación estándar del retraso en un período dado. Solo significativo para voz y videoconferencia.
- **LAN:** Red de área local (un mismo sitio geográfico puede tener varias LAN interconectadas por un enrutador).
- **LOOPS:** Son bucles que se forman en la red por tráfico masivo al no tener segmentadas la red.
- **MAC:** Es un identificador de 48 bits que corresponde a la tarjeta o puerto del dispositivo.

- **MEF:** Es una entidad que ayuda a regular el crecimiento del mercado SD-WAN bajo un estándar.
- **MPLS:** Es un mecanismo que permite a las redes basadas en paquetes el transporte de los datos.
- **MULTIWAN:** Es un modo de arquitectura de configuración de los dispositivos ip engine, en donde se utiliza más de una interfaz WAN.
- **NAP:** Punto de acceso a la red, es decir acceso WAN en un sitio.
- **NTP:** Es un protocolo que permite sincronizar el tiempo de todos los sistemas informáticos dentro de la infraestructura.
- **ORCHESTRATOR:** Es el nombre del sistema central denominado salsa que administrada todos los dispositivos ip engine.
- **PÉRDIDA DE PAQUETES:** Significa que los datos no llegan completos al destinatario, es decir que llega porciones de información.
- **QOE:** Calidad de la Experiencia, es decir valor de la satisfacción potencial del usuario proveniente del uso de una aplicación en particular.
- **QOS:** Calidad de servicio, se mide por el rendimiento de la red y de la disposición de las comunicaciones en torno a calidad.
- **QOS PROFILE:** Conjunto de parámetros en la configuración del dominio SALSA, que aplica a un grupo de aplicaciones. Los parámetros son: el tipo de tráfico (en tiempo real, transaccional o en segundo plano), el ancho de banda objetivo y el ancho de banda máximo (por sesión), seguido de 6 métricas de calidad (retraso, jitter, pérdida, RTT, SRT y retransmisión TCP) con dos umbrales cada uno (máximo objetivo).
- **RETRANSMISION:** Es el reenvío de paquetes que se han dañado o perdido.

- **RTT:** Establecimiento de una conexión TCP (son el SYN, SYN+ACK, ACK), delay entre el SYN y ACK.
- **SALSA:** Arquitectura de servicio de nivel de aplicación escalable. Es denominado al sistema central que administra la plataforma ip engine.
- **SD WAN:** Software Defined Wide Area Network, es una nueva aproximación a la conectividad de la red que reduce los costes operacionales y mejora el uso de los recursos para implementaciones de múltiples sitios, permitiendo a los administradores de red usar el ancho de banda más eficientemente. Mejorar el rendimiento de las aplicaciones y aumenta la agilidad.
- **SLAs:** Es un acuerdo de nivel de servicio que un cliente quisiera tener en sus servicios proporcionados por el proveedor. Es decir, es un acuerdo de garantía de calidad del servicio.
- **SRT:** Tiempo de respuesta del servidor. Es un delay entre el último paquete enviado por el cliente y el primer paquete recibido por el servidor. útil para demostrar que un problema no está en la WAN.
- **SUBRED:** Es un rango de direcciones ip cuyo objetivo es segmentar las redes en una empresa.
- **TCP:** Es un protocolo fundamental para internet. Es un protocolo de transmisión que pertenece a la capa de transporte de las aplicaciones.
- **TELE ENGINE:** Permite que el tráfico en los Sitios no equipados sea medido y controlado por los Dispositivos Ipanema de los Sitios remotos, proporcionando Visibilidad y Control de la Aplicación sin ningún dispositivo en el Sitio local (sucursal). La tele engine se

configuran en la ventana Dispositivos de configuración del dominio SALSA, marcando una casilla específica. Un sitio con una tele engine se denomina sitio tele gestionado.

- **TELE-MANAGED:** Sitio con una tele engine que será administrado por la consola centralizada denominado SALSA.
- **TI:** Es una sigla que tiene por significado tecnología de la información.
- **TRAFFIC SHAPING:** Es una estrategia para mejorar el rendimiento y la gestión de tráfico en una red.
- **TROUGHPUT:** Número de bits por segundo a nivel de IP.
- **TUNEL GRE:** Es un protocolo usado para establecer túneles sitio a sitio a través de internet, es mayormente usado en redes donde no existe un cierto control.
- **UDP:** Es un protocolo de la capa de transporte que maneja el envío de datos sin establecer una conexión entre origen y destino. Realiza intercambio de datagramas que no son confiables.
- **UNIT RACK (UR):** Es una unidad de medida usado para medir la altura de un equipo que se utilizará en un gabinete.
- **VPN IPSEC:** Es red privada virtual usado para las conexiones punto a punto creando un túnel seguro y confiable.
- **WAN:** Red de área amplia (red de larga distancia que permite el intercambio de datos entre sitios remotos).

2.3 Propuesta de la solución

2.3.1 Descripción de la propuesta

La entidad CMAC Sullana en la cual se está realizando la implementación es una empresa de intermediación financiera orientada al sector Microfinanzas fundada en 1986, ubicada en Plaza de Armas Nro. 138 Sullana Perú; actualmente cuenta con 76 tiendas a nivel nacional estando presente en las capitales de los departamentos de la costa del Perú, así como Cajamarca y Cuzco. En la figura 3 se muestra un mapa donde están ubicados las oficinas de CMAC Sullana a nivel nacional.

Así mismo, se tienen oficinas informativas, donde se requiere de un enlace básico por el tipo de actividad que se realiza en estos lugares, teniéndose 19 Oficinas Informativas (OPIS)

Se cuenta con centro de datos en Lima y Sullana que brindan distintos servicios que son accedidos por las tiendas y OPIS. En la figura 3 visualizar las oficinas de CMAC Sullana a nivel nacional.

Figura 4.

Ubicación geográfica de las Oficinas de CMAC a nivel nacional



Nota. Tomado de google map.

CMAC SULLANA actualmente cuenta con 188 enlaces (principal y backup) con distinto proveedor (Telefónica, Bitel y Claro).

En las cabeceras de los centros de datos (Lima y Sullana) se cuenta con:

Principal:

- 5 enlace IP VPN con fibra óptica
- 2 enlaces de INTERNET.

Respaldo:

- 1 enlace IP VPN con fibra óptica
- 1 enlace INTERNET con fibra óptica

Así mismo:

- 78 enlaces principales por medio de FO con BW de 2Mbps, 4Mbps, 6Mbps, 9Mbps.
- 12Mbps y 20Mbps y por medio de COBRE con BW de 1200Kbps y 2Mbps.
- 53 enlaces de respaldo por medio de FO con BW de 4Mbps y 6Mbps y por medio de COBRE con BW de 1200Kbps y 2Mbps
- 1 enlace principal por medio de radio enlace a 2Mbps
- 10 enlaces principal mediante radio enlaces por Caja Sullana.
- 6 enlaces por medio FO con BW de 2 Mbps para terceros (Reniec, Unibanca y Globalnet)
- 31 enlaces entre tecnologías ADSL, IP VPN y LTE para las OPIS CMAC Sullana, actualmente trabaja con varios operadores de comunicaciones que dificulta la administración, costos adicionales por mantener enlaces en las cabeceras de la sede principal. Para mantener la continuidad de las operaciones es que se tiene que contar con doble enlace en modalidad activo/pasivo.

Así mismo, se utiliza una solución de optimización de ancho de banda en cada tienda hacia los centros de datos. CMAC Sullana a la fecha tiene varios contratos que irán venciendo hasta el 2021, por lo que se irán generando adendas para adicionar estas tiendas. En este pliego solo se solicita aquellos enlaces ya vencidos o próximos a vencer.

Caja Sullana cuenta con aprox. 2,200 usuarios que acceden a navegar las cuales hacen uso de los aplicativos teniendo una mala experiencia de uso.

Por esta razón, se pretende implementar una tecnología SD WAN, el cual ofrecerá una solución de gestión de red WAN que se usará para interconectar las sedes con los centros de datos cuyo propósito servirá para mejorar la experiencia de los usuarios referidos al uso de las aplicaciones garantizando un óptimo rendimiento y agilidad de las comunicaciones.

La solución propuesta estará implementada con los dispositivos tecnológicos Ipanema-SDWAN de Infovista el cual consta con modelos de dispositivos ip|e 30ax, ip|e 40ax en oficinas y ip| e 400ax en sedes principales y centros de datos. Los dispositivos ubicados en las sedes principales y los centros de datos contarán con mayores usuarios en comparación con las oficinas. Además, en los centros de datos ubicados en Lima y Sullana (Principal y alterno respectivamente) se encuentran alojados las aplicaciones corporativas. Los dispositivos ubicados en las oficinas se conectarán hacia los centros de datos donde se encuentran las aplicaciones corporativas. Por último, existen oficinas donde se han configurado en la modalidad de tele engine, esto significa que no tienen dispositivos físicos implementados y solo se puede tener visibilidad del tráfico.

La gestión de todos los equipos se hizo a través de una plataforma ubicada en la nube del proveedor de servicio denominado SALSA.

2.3.2 *Desarrollo de la propuesta*

A continuación, se describe el Plan de Trabajo desarrollado para la ejecución correcta del Proyecto. Se describen las principales actividades, así como la metodología a seguir. Para la elaboración del Plan de Trabajo primero se han identificado las necesidades y luego se han priorizado las mismas.

Desarrollo de la solución en 5 fases:

- Fase de integración de proyecto
- Fase de equipamiento
- Fase de Levantamiento de información
- Fase de implementación de la solución
- Fase de cierre de proyecto

2.3.2.1 Arquitectura propuesta. En la topología se muestra dos centros de datos (Lima y Sullana), estos cuentan con dos enlaces MPLS ubicados en cada centro de datos y en donde se encuentran las aplicaciones corporativas. Así mismo se requiere que estas aplicaciones identificadas como críticas para el negocio no tenga problemas acceso por parte de los usuarios a nivel nacional.

En los centros de datos se instalarán los equipos ipe 400ax en alta disponibilidad, estos dispositivos contribuyen a alinear el rendimiento de la aplicación a través de la red con los objetivos comerciales de la empresa, al participar en:

- Administración de red superpuesta (SD-WAN) para configurar las conexiones entre los sitios y enrutar el tráfico.

- Visibilidad de la aplicación para comprender completamente el uso y el rendimiento de la aplicación en la red.
- Control de aplicaciones para ajustar dinámicamente el comportamiento de la red y proteger aplicaciones críticas.
- Optimización WAN para acelerar aplicaciones y agregar ancho de banda virtual a la red.
Selección dinámica de WAN en sitios de red híbridos para seleccionar las mejores rutas en tiempo real.

Las oficinas remotas contarán con enlace MPLS de Telefónica y se desplegarán equipos SD-WAN de Ipanema de los modelos ip engine 30ax, ip engine 40ax y algunas oficinas incluyen ip engine 400ax. Algunas oficinas contarán con dos enlaces MPLS.

Figura 5.

Cronograma del proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
4 CONTRATACIÓN DE LA SOLUCIÓN SDWAN Y CIRCUITOS DIGITALES PARA LAS TIENDAS DE CAJA SULLANA – TELEFONICA DE EMPRESAS.	93 días?	lun 25/05/20	mié 30/09/20
4 1. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO	11 días	lun 25/05/20	lun 8/06/20
Presentación de equipo de trabajo y solución a implementar.	1 día	lun 25/05/20	lun 25/05/20
Elaboración y presentación de Cronograma de Trabajo preliminar,	2 días	vie 5/06/20	lun 8/06/20
4 2. EQUIPAMIENTO	3 días	lun 1/06/20	mié 3/06/20
Lista de equipos	3 días	lun 1/06/20	mié 3/06/20
4 3. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	40 días	lun 8/06/20	vie 31/07/20
Requerimiento de información necesaria para la configuración y despliegue de los equipos.	40 días	lun 8/06/20	vie 31/07/20
Respuesta al requerimiento de información técnica necesaria para la configuración y despliegue de los equipos.	40 días	lun 8/06/20	vie 31/07/20
4 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	35 días?	sáb 1/08/20	sáb 19/09/20
▷ 4.1 Configuración, despliegue, envío de equipos y pruebas de la plataforma SD-WAN para Caja Sullana.	35 días?	sáb 1/08/20	sáb 19/09/20
▷ 4.2 Configuración y Pruebas de la plataforma SD-WAN para Oficinas con solución virtual	4 días	jue 6/08/20	mié 12/08/20
4 6. CIERRE	6 días	mié 23/09/20	mié 30/09/20
Capacitación para Caja Sullana	6 días	mié 23/09/20	mié 30/09/20
Acta de culminación del proyecto	1 día	mié 30/09/20	mié 30/09/20

2.3.2.2 Integración de proyecto

Presentación del equipo de trabajo y solución a implementar. Este proyecto estará ejecutado por las siguientes personas con diferentes roles de trabajo, entre ellas están: jefe de Proyecto, Gerente de Proyecto, Ingeniero implementador.

A. Descripción solución a implementar

La solución SDWAN se va a brindar en 48 Sedes.

La solución Ipanema de infovista presenta las siguientes características:

- Una consola de administración que ofrece aprovisionamiento y reportes centralizados. Denominada Salsa
- Servicios:
 - Reconocimiento de aplicación a capa 7, de todos los flujos de aplicaciones en la red con un informe histórico y centralizado.
 - QoS dinámico basado en sesiones de usuario en todos los sitios de red.
 - Optimización WAN adaptativa (eliminación de patrones repetitivos, aceleración de aplicaciones y protocolos) y mecanismos dinámicos de control basados en sesiones.
 - Redes híbridas, capaz de ofrecer de forma dinámica y segura la mejor ruta dentro de la red, sesión por sesión, en función de los objetivos de rendimiento. En la figura 5 se muestra las características de la solución Ipanema SDWAN.
 - Funcionalidad de la solución

Figura 6.

Características de la solución Ipanema



Nota. Tomado de Guerín (2019)

2.3.2.3 Visibilidad de aplicaciones. La característica de visibilidad de la aplicación compara los objetivos de la sesión con el rendimiento real observado en la red para una variedad de métricas: ancho de banda, pérdida de paquetes, retraso, jitter, TCP RTT (tiempo de ida y vuelta), TCP SRT (tiempo de respuesta del servidor) y tasa de retransmisión de TCP. En las figuras 6 se muestra un tablero en tiempo real de la visibilidad de la aplicación.

Esta comparación permite el cálculo de un indicador de calidad: la métrica del nivel de calidad de la aplicación (AQS) de Ipanema está definida entre 0 y 10, esta calificación traduce en tiempo real o de forma consolidada el rendimiento de una aplicación determinada.

La solución también dispone de una característica de reporte que ayuda a visualizar las métricas de aplicaciones y su disponibilidad:

- Una vista global de la calidad de cada aplicación a través de la red.
- Un análisis detallado de su desempeño relativo.

Figura 7.

Tablero en tiempo real Ipanema

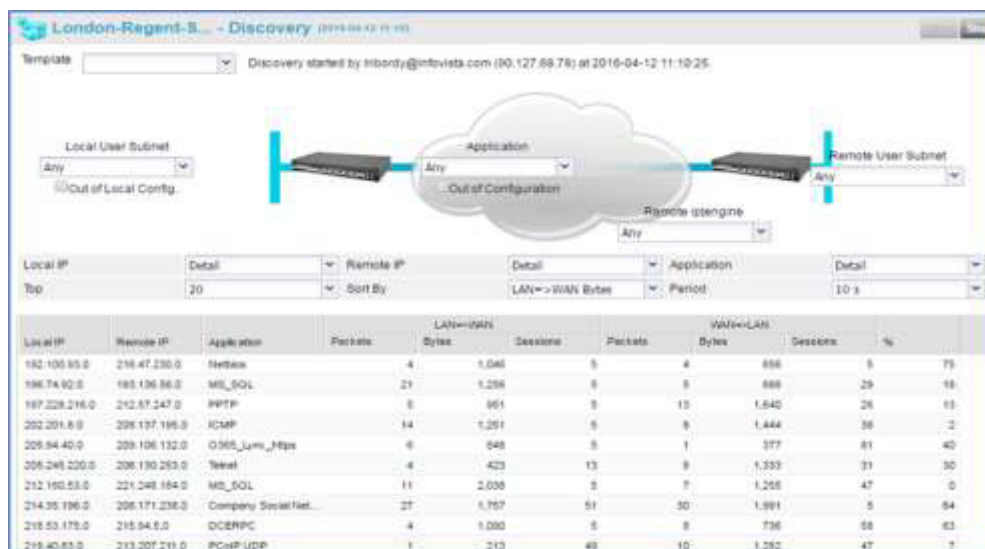


Nota. Tomado de Francois (2019)

2.3.2.4 Agente de descubrimiento. Para descubrir las aplicaciones usadas en un sitio o grupo de sitios, es posible lanzando un agente de descubrimiento. resultado de este descubrimiento puede ser filtrado en diferentes formas para un análisis detallado del rendimiento como lo muestra la siguiente figura.

Figura 8.

Descubrimiento de aplicaciones en una red



2.3.2.5 Control de aplicaciones. INFOVISTA usa un mecanismo basado en objetivos: asigna dinámicamente un ancho de banda predefinido para que las sesiones críticas de la aplicación alcancen sus objetivos de rendimiento.

El control de aplicaciones es global, dinámico y se basa en sesiones, y toma decisiones cada segundo. A cada sesión, en función de su criticidad y el estado de congestión de la red, se le asigna el ancho de banda necesario para su correcto funcionamiento. En la figura 8 se muestra un gráfico de los niveles de criticidad de las aplicaciones.

En caso de congestión en los sitios remotos, los diferentes dispositivos ubicados en los centros de datos coordinan sus acciones para proteger las aplicaciones críticas al garantizar el ancho de banda por sesión para estas aplicaciones críticas.

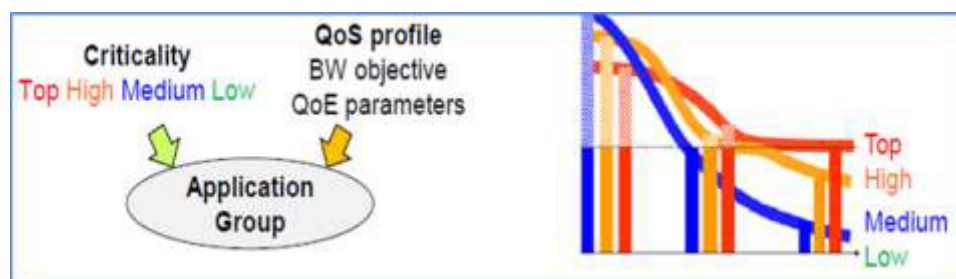
El control de aplicaciones se logra mediante:

- Análisis del flujo de la comunicación (comportamiento de la aplicación).

- Los recursos de las redes son dinámicamente alojados de la forma más eficiente.
- Definición de parámetros (criticidad y perfil QoS) que son configurados por grupo de aplicaciones, llamado Application Groups.
- En el caso que no exista un dispositivo físico esto se realiza remotamente (Tele Engine).

Figura 9.

Criticidad del grupo de aplicaciones



Nota. Tomado de Francois (2019)

2.3.2.6 Principios de QOS INFOVISTA. Habilita el control de aplicaciones de aplicaciones críticas. Es un Qos integral, dinámico, definido por sesión, con una granularidad en segundos y orientada a objetivos. Para cada nueva sesión crítica, el sistema garantiza a esta nueva sesión el ancho de banda requerido necesario para maximizar la experiencia del usuario.

Mediante este principio en tiempo real y continuo, los recursos se optimizan y el rendimiento de la aplicación se maximiza.

Esta capacidad de adaptación dinámicamente según las condiciones de la red es particularmente importante. Al detectar y adaptarse automáticamente a estas fluctuaciones, garantiza que las aplicaciones comerciales críticas (ERP, CRM, voz, videoconferencia, etc.) pueden obtener los recursos de la red que necesitan. Esto es sin políticas complejas y Qos estáticos o reservas de ancho de banda.

Optimizar experiencia de usuario a través de objetivos de rendimiento, son parámetros básicos utilizados para las funciones de Qos y visibilidad.

Criticidad: 12 niveles de prioridad

- **Top (más alto)**

- Real time
- Transaccional
- Background

- **High (alto)**

- Real time
- Transaccional
- Background

- **Medium (medio)**

- Real time
- Transaccional
- Background

- **Low (bajo)**

- Real time
- Transaccional
- Background

2.3.2.7 Optimización WAN. Tiene todos los mecanismos para mejorar el rendimiento de las aplicaciones: compresión, almacenamiento en cache, aceleración TCP para enlaces de alta latencia, aceleración de aplicaciones para CIFS, SMB y SSL para flujo de tráfico cifrado. En la figura 11 se muestra un gráfico de compresión de una aplicación en tiempo real, se evidencia como

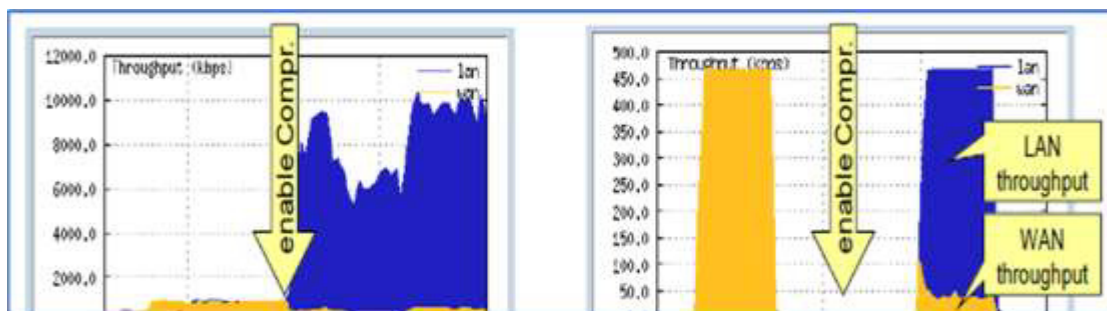
el throughput WAN baja. Este mecanismo está bajo el módulo de control que administra la calidad de servicio.

Compresión

- Eliminación de redundancia con largos términos de patrones de catching. En la figura 9 se muestra una representación de compresión en tiempo real.
- Patrones de redundantes son eliminados y remplazados por firmas más cortas por dispositivo de compresión.
- Luego los patrones originales son restaurados (gracias a las firmas) por el dispositivo de descompresión.
- Los patrones y sus firmas son guardados en un diccionario en el disco HDD/SSD.
- Sistema integrado con una maximización global del rendimiento.

Figura 10.

Gráfico de compresión en tiempo real



Nota. Tomado de Francois (2019)

Wan Híbrida. Las funciones de red híbrida, incluidos los mecanismos de selección WAN dinámica y las funciones de seguridad WAN, crean una nueva dimensión en la continuidad de las comunicaciones a través de redes redundantes y seguras al tiempo que garantizan el rendimiento

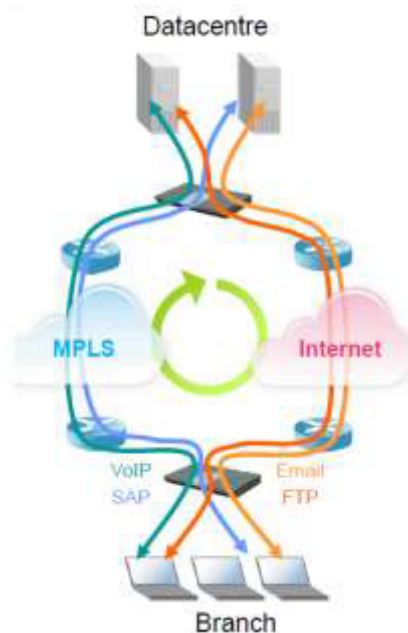
de la aplicación y optimizan los costos. En la figura 10 se muestra un ejemplo de elección dinámica de mejor ruta aplicado cuando se tiene más de dos enlaces de comunicaciones.

Estos también permiten:

- Seleccionar el mejor acceso a la red para cada flujo de aplicación para maximizar el rendimiento de la aplicación, la continuidad del servicio y el uso de la red
- Informar las características después del final de cada red disponible (Calidad, Ancho de banda, Disponibilidad.)
- Implementación de características de seguridad (Túneles VPN) para usar e integrar los accesos a Internet como una red comercial.
- Ofrecer más estrategias de selección (totalmente automatizadas, parcial o totalmente limitadas) para cumplir con las diversas políticas definidas por cada empresa.
- La función de selección de WAN dinámica (DWS) es una elección dinámica de la mejor ruta en la red, sesión por sesión, dependiendo de los objetivos. Esto maximiza el rendimiento de las aplicaciones en la red y el uso del ancho de banda de todos los enlaces WAN.

Figura 11.

Elección dinámica de mejor ruta

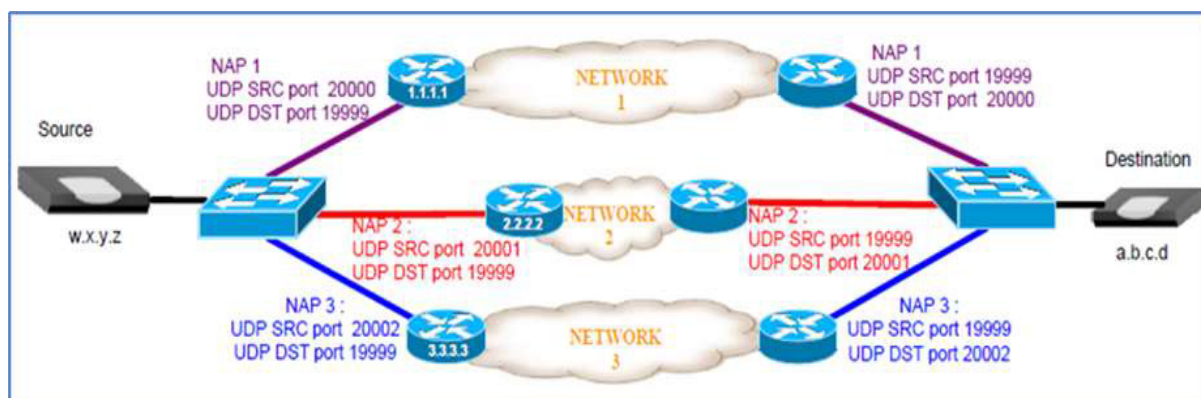


Nota. Tomado de Guerin (2019)

El sistema Infovista se basa en los mecanismos responsables de supervisar la conectividad entre las cajas en una red. Cada dispositivo verifica la conectividad de extremo a extremo utilizando paquetes de sondeo UDP enviados cada segundo. Por defecto, las consultas se envían en puertos dedicados que se pueden personalizar. La figura 11 muestra los diferentes intercambios para probar la conectividad y medir la calidad de los enlaces.

Figura 12.

DWS y sondeo de redes para conectividad



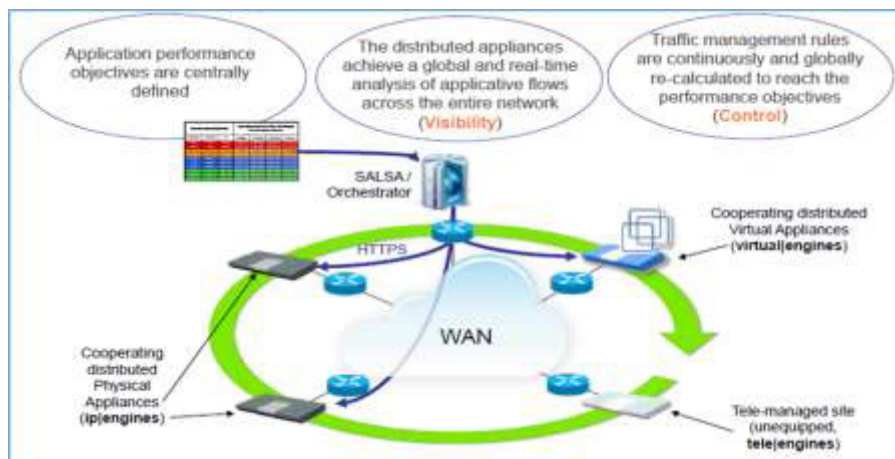
Nota. Diagrama de elaboración propia

Plataforma centralizada de administración Salsa. La plataforma Salsa tiene la función de orquestar y administrar los appliances a través de dominios, asimismo es el encargado de distribuir los appliances corporativos.

Los sistemas Infovista usan objetivos de rendimiento global y comunicación continua entre los appliances el cual se despliegue mediante la plataforma de administración salsa. En la figura 12 se muestra la orquestadora salsa ubicado en un centro de datos.

Figura 13.

Plataforma Salsa ubicada en el Centro de Datos del Proveedor



2.3.3 Elaboración y presentación de cronograma de trabajo

A continuación, se muestra el cuadro de cronograma de instalación de equipos de todas las sedes de CMAC Sullana. Durante la etapa de coordinación del cronograma de instalaciones se visualizará que en algunas sedes no cuentan con una fecha definida, debido a que no se confirmó la coordinación en su momento. Sin embargo, posterior a la entrega del cronograma se estableció las fechas vía correo para las instalaciones en las sedes restantes. Ver anexo 3.

2.3.3.1 Equipamiento

A. Lista de equipos. Se muestra las listas de equipos que se instalarán en las sedes de CMAC Sullana. Ver anexo 4.

B. Levantamiento de información. Solicitud de información técnica y facilidades para la configuración y despliegue del proyecto.

Tabla 1.*Solicitud de información técnica*

ITEM	REQUERIMIENTOS
Plan de direccionamiento	Se solicita la información del plan de direccionamiento de las sedes considerados para la implementación de SD WAN (equipos instalados y tele-engine). Indicar las direcciones IP LAN del router en caso se cuente con más de uno del segmento de las agencias. Además, se solicita una IP del segmento del router para la configuración del Ipanema.
Ambiente para la instalación. Información de servicios de red.	- Se solicita un ambiente adecuado para la instalación y rackeo del equipo. Incluidos toma de corrientes, ventilación y espacio de 1RU. Se solicita hacernos llegar los servicios de DNS, NTP.
Actualización de las sedes que contengan 2 o más enlaces.	Actualización de las sedes que contengan 2 o más enlaces: - Enlace primario, ancho de banda, ip lan del router - Enlace secundario, ancho de banda, IP LAN del router
Activación DWS (Dynamic WAN Selection) para algunas sedes	- La dirección IP LAN de los dos routers en el sitio remoto deben estar en la misma subred. - Confirmar que los enlaces estén activos - Deshabilitar HSRP activo entre dos routers

Nota. Solicitud el plan de direccionamiento y los parámetros de red a configurar en el equipo ip engine, además de los datos de red de la entidad.

Tabla con la información que se requiere:

1. DNS:
2. NTP:
3. SEDES QUE TENDRAN EQUIPO IPANEMA. En la tabla 2 se muestra una referencia de los datos a proporcionar por cada sede.

Tabla 2.*Solicitud de sedes con equipo Ipanema.*

NOMBRE DE SITIO	VELOCIDAD DE ENLACES (de cada uno de los enlaces que tuviera la Sede)		IP LAN ROUTER (de cada uno de los enlaces que tuviera la Sede)		IP DE RED para el Ipanema
	MPLS 1	MPLS2 (o internet)	MPLS1	MPLS 2 (o internet)	
Nombre de la Sede.					
Ejemplo: Sede Sullana	Ejem.:24Mbps	Ejem.:30Mbps	X.X.X.X	X.X.X.X	X.X.X.X

Nota. Se muestra un cuadro de referencia con los datos a enviar por cada sede.

4. SEDES QUE NO TENDRAN EQUIPO IPANEMA (Tele-engine)

Tabla 3.*Sedes sin equipo Ipanema*

NOMBRE DE SITIO	VELOCIDAD DE ENLACES (de cada uno de los enlaces que tuviera la Sede)	SEGMENTOS DE RED LAN (Los que tuviera la Sede)
	MPLS 1	MPLS 2 (o internet)
Nombre de la Sede.		
Ejemplo: Sede Sullana	Ejem.:24Mbps	Ejem.:30Mbps X.X.X.X/X, Y.Y.Y.Y/Y

Nota. Se muestra un cuadro de referencia con los datos a enviar por cada sede.

C. Respuesta al requerimiento de información técnica necesaria para la configuración y despliegue de los equipos. En el anexo 5 se muestra la respuesta al requerimiento de información técnica y facilidades para la configuración y despliegue del proyecto.

La ip, mascara de red, Gateway y vlan se entregaron de manera interna debido a su confidencialidad.

2.3.3.2 Implementación de la solución

A. Configuración, despliegue, envío de equipos y pruebas de la plataforma SD-WAN para la CMAC Sullana. La implementación se ha desarrollado en cuatro etapas, las dos primeras orientadas al levantamiento y recolección de la información y las dos siguientes orientadas a la configuración y parametrización de la solución:

Etapas I. En los Centros de Datos:

- Verificar, velocidades de enlaces, sincronización, topología de subredes y parámetros de ip engines.
- Identificar la distribución de aplicaciones.
- Asociar mayores volúmenes a grupos de aplicaciones y definir prioridades.
- Monitorear tráfico a partir de las nuevas aplicaciones y grupos de aplicaciones.
- Verificar periodos de congestión, y aplicaciones afectadas por cambios de desempeño

Etapas II. En las oficinas.

- Verificar, velocidades de enlaces, sincronización, topología de subredes y parámetros de ip engines.

- Identificar la distribución de aplicaciones.
- Asociar mayores volúmenes a grupos de aplicaciones y definir prioridades.
- Monitorear tráfico a partir de las nuevas aplicaciones y grupos de aplicaciones.
- Verificar periodos de congestión, y aplicaciones afectadas por cambios de desempeño.

Etapa III

- Verificar clasificación de aplicaciones y volúmenes.
- Activar el servicio de control de aplicaciones.
- Verificar que los periodos de congestión sean detectados y que el desempeño de aplicaciones “TOP” y “HIGH” mejoren.
- Verificar patrones de “traffic shaping” en aplicaciones “LOW” y “MEDIUM”.
- Activar la compresión y crear un reporte de radios de compresión.
- Generar reportes necesarios que muestren la actividad de los sistemas de control y compresión.

Etapa IV

- Brindar el balanceo dinámico de enlaces de acuerdo con la necesidad de cada aplicación como el ancho de banda y la latencia.
- Brindar disponibilidad en las agencias remotas ante una caída de un proveedor de manera automática.

Se han instalado en 48 sedes de la Caja Sullana equipos denominados “appliance”, de los modelos ip|e 400ax, ip|e 40ax y ip|e 30ax.

En las sedes de Centro de Datos Lima (CPP) y Centro de Datos Sullana (CPA), se han instalados equipos en cada sede, haciendo un total de 50 equipos appliance desplegados.

La función principal de cada equipo Ipanema SD-WAN es utilizar métricas de medición de salud de los enlaces, seleccionando las mejores condiciones de red para establecer la comunicación. Priorizando las aplicaciones en su transmisión hacia y desde el Data Center de LIMA y en contingencia desde SULLANA.

La solución Ipanema-SDWAN incluye la provisión de un sistema de gestión y administración, denominado *Orquestador*. El Orquestador es conocido como *Salsa*, esta solución permite administrar los appliances a través de dominios, asimismo es el encargado de distribuir los appliances corporativos.

Por otro lado, se han configurado en el Orquestador Salsa 45 oficinas en la modalidad de *“tele-engine”*, estas oficinas no tienen equipo appliance y sólo se puede visualizar el tráfico que se intercambia entre la oficina y los centros de datos, pero no se pueden gestionar los recursos de comunicaciones y performance de aplicaciones.

- **OFICINAS IP ENGINE**

Las oficinas remotas contarán con enlace MPLS de Telefónica y se desplegarán equipos SD-WAN de Ipanema de los modelos ip engine 30ax, ip engine 40ax y algunas oficinas incluyen ip engine 400ax.

Estos equipos SD WAN contribuyen a alinear el rendimiento de la aplicación a través de la red con los objetivos comerciales de la empresa, al participar en:

- Administración de red superpuesta (SD-WAN) para configurar las conexiones entre los sitios y enrutar el tráfico.

- Visibilidad de la aplicación para comprender completamente el uso y el rendimiento de la aplicación en la red.
- Control de aplicaciones para ajustar dinámicamente el comportamiento de la red y proteger aplicaciones críticas.
- Optimización WAN para acelerar aplicaciones y agregar ancho de banda virtual a la red.

- **OFICINAS TELEGESTIONADAS**

Estos sitios serán tele gestionados sin contar con equipo en sitio y son considerados como Tele engine.

Se configurará tele engine para facilitar la aceptación del cliente, donde se permiten las características de Visibilidad de aplicación y Control de aplicación en sitios sin ningún dispositivo Ipanema (sin IP | engine y no virtual | engine en el sitio).

Los Tele Engine se configuran en el software de configuración central Salsa, de la misma manera que los dispositivos Ipanema. Luego, el control de aplicaciones puede clasificar y controlar el tráfico desde o hacia estos sitios, de acuerdo con las reglas definidas en los Grupos de aplicaciones. Las funciones de acondicionamiento de tráfico se instancian automáticamente al reconocer el tráfico.

- **DATACENTER**

Los equipos del centro de datos de Lima y Sullana involucran aplicaciones corporativas. Estas aplicaciones identificadas como críticas para el negocio requieren de acceso por parte de los usuarios a nivel nacional.

En los centros de datos se instalarán los equipos ipe 400ax en alta disponibilidad. Estos dispositivos contribuyen a alinear el rendimiento de la aplicación a través de la red con los objetivos comerciales de la empresa, al participar en:

- Administración de red superpuesta (SD-WAN) para configurar las conexiones entre los sitios y enrutar el tráfico.
- Visibilidad de la aplicación para comprender completamente el uso y el rendimiento de la aplicación en la red.
- Control de aplicaciones para ajustar dinámicamente el comportamiento de la red y proteger aplicaciones críticas.
- Optimización WAN para acelerar aplicaciones y agregar ancho de banda virtual a la red.
- Selección dinámica de WAN en sitios de red híbridos para seleccionar las mejores rutas en tiempo real.

- **DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS**

El despliegue de la solución SDWAN a nivel regional en todas las oficinas de Caja Sullana y en los centros de datos involucran sitios con appliances físicos y sitios tele-gestionados. A continuación, la descripción.

Los siguientes equipos físicos denominados ip engine se utilizaron para el despliegue de la solución SD WAN:

- **Ip engine 30ax**
 - Los equipos ipe 30ax tiene un throughput hasta 100Mbps y un aproximado de 100 usuarios concurrentes. Estos equipos cuentan con 3 puertos WAN y

1 puerto LAN, cuenta con un almacenamiento de 320 GB HDD, con una sola fuente de alimentación, es del tipo desktop y ocupa una UR.

- Los equipos ipe 30 ax son desplegadas en las oficinas remotas. Pueden ser aprovisionadas en modo manual y automática.

- **Ip engine 40ax**

- Los equipos ipe 40ax tienen un throughput hasta 250Mbps y un aproximado de 300 usuarios concurrentes. Estos equipos cuentan con 3 puertos WAN y 2 puertos LAN, cuenta con un almacenamiento de 120 GB SDD, con una sola fuente de alimentación, es del tipo desktop y ocupa una UR.
- Los ipe 40 ax son desplegados al igual que el ipe 30 ax en oficinas remotas, con la diferencia que soporta más ancho de banda. Además de proveer una interfaz LAN extra como se observará más adelante en un cuadro de especificaciones del equipo.

- **DATA CENTER**

- **Ip engine 400ax.** Los equipos ipe 400ax tienen un throughput hasta 400Mbps y un aproximado de 5000 usuarios concurrentes. Estos equipos están instalados en los centros de datos (Lima y Sullana donde se encuentran las aplicaciones corporativas. Así mismo se requiere que estas aplicaciones identificadas como críticas para el negocio no tenga problemas de acceso por parte de los usuarios a nivel nacional. Cuentan con 3 puertos WAN y 2 puertos LAN, con un almacenamiento de 100 GB SDD, con una sola fuente de alimentación interna, es del tipo rack y ocupa una UR.

- Para oficinas que no cuentan con appliances físicos se está considerando **sitios tele gestionados (tele engine)** que nos permitirá tener las características de Visibilidad de aplicación y Control de aplicación en sitios

En la siguiente tabla 13 se muestra de manera resumida las características del equipamiento.

Figura 14.

Especificaciones de equipos Ipanema

ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS						
	 Ip e 30ax		 Ip e 40ax		 Ip e 400ax	
Puertos	1 LAN	3WAN	2LAN	3WAN	2LAN	3WAN
	10 Base-T, 100/1000 Base-TX		10 Base-T, 100/1000 Base-TX		10 Base-T, 100/1000 Base-TX	
Storage	320 GB HDD		120 GB SSD		100GB SSD	
fail-safe	LAN1-WAN1		LAN1-WAN1	LAN1-WAN1	LAN1-WAN1	LAN1-WAN1
Power supply	external AC/DC adaptador		external AC/DC adaptador		internal 200w	
Rack	desktop 1u		Desktop 1u		1U rack montable	

Nota. Figura de elaboración propia

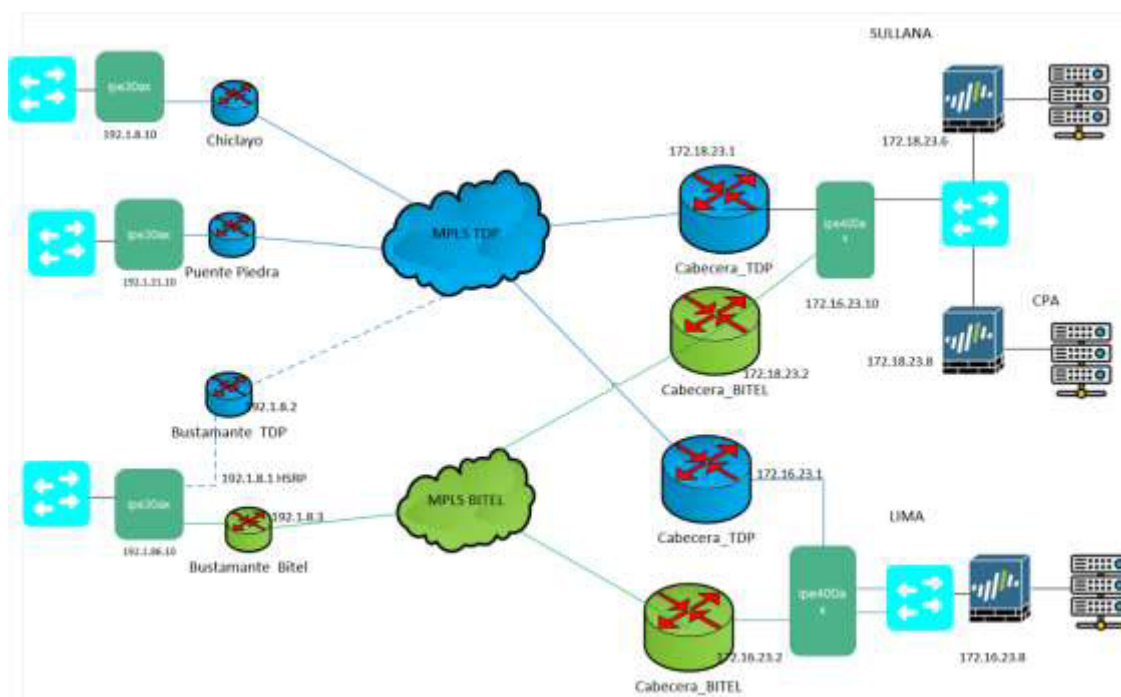
• PILOTO DE LA SOLUCIÓN

Se realizó un piloto antes de realizar el despliegue masivo a nivel nacional, esto se llevó a cabo en las sedes Bustamante, Chiclayo y Puente piedra, para el detalle de lo realizado se tomará en cuenta la sede Bustamante.

En la topología se muestra dos centros de datos (Lima y Sullana), estos cuentan con dos enlaces MPLS ubicados en cada centro de dato y en donde se encuentran las aplicaciones corporativas. Así mismo se requiere que estas aplicaciones identificadas como críticas para el negocio no tenga problemas acceso por parte del usuario nacional.

Figura 15.

Topología de red centro de datos Lima, Sullana y sedes piloto.



Nota. Figura de elaboración propia

A continuación, se describe las funcionalidades realizadas:

- 1) Visibilidad
- 2) Sitios y Agencia

En la siguiente figura 15 se logra verificar el estado de los enlaces y la calidad de las aplicaciones por enlace.

Figura 16.

Estado de las aplicaciones por cada sede

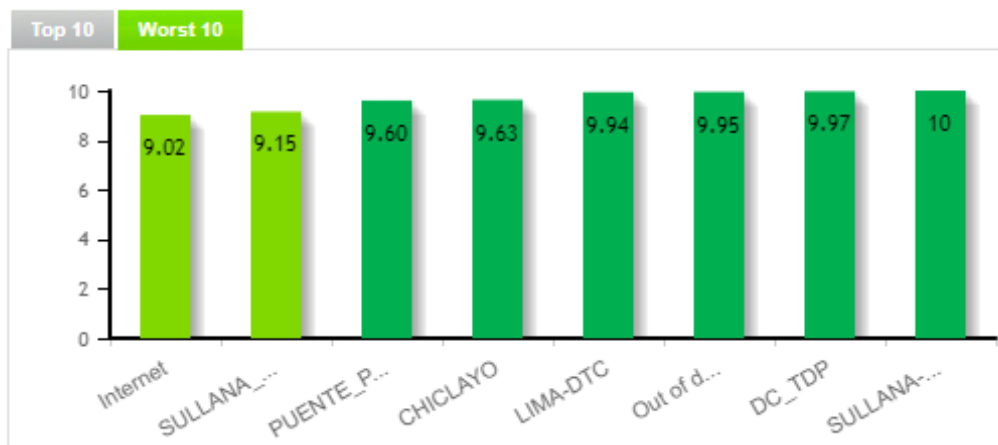
Sede	LIMA-CPA		SULLANA-CPA		LIMA-LIMA		SULLANA-LIMA		SULLANA-SULLANA		LIMA-SULLANA	
	Estado	Calidad	Estado	Calidad	Estado	Calidad	Estado	Calidad	Estado	Calidad	Estado	Calidad
LIMA_CP1	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%
LIMA_CP2	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%
SULLANA_CP1	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%
SULLANA_CP2	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%	OK	100%

Nota. Figura de elaboración propia.

En la figura 16 se muestra la calidad que se tiene por cada sitio y verificamos que el tráfico con dirección a internet tiene una calidad menor a las demás

Figura 17.

Top de calidad de las aplicaciones

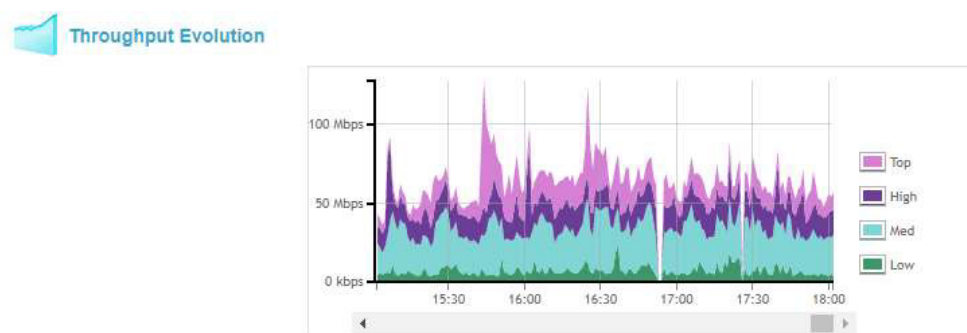


Nota. Figura de elaboración propia

En la figura 17 se muestra el uso de los enlaces según la categorización de las aplicaciones.

Figura 18.

Categorización de las aplicaciones

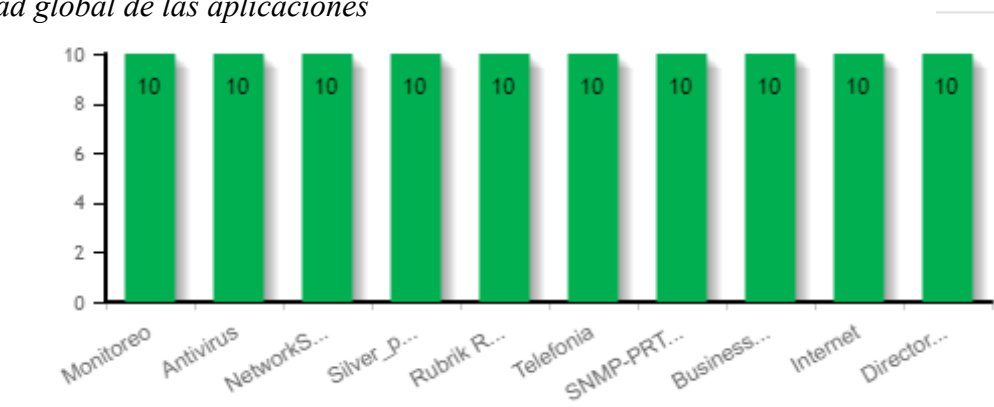


Nota. Gráfico de elaboración propia

En la figura 18 se verifica la calidad global por cada grupo de aplicaciones según su categorización.

Figura 19.

Calidad global de las aplicaciones



Nota. Gráfico de elaboración propia

- **Top agencias**

En la figura 19 se muestra el uso del ancho de banda según la dirección. Se verifica que en la sede de Chiclayo se está generando mayor tráfico.

Figura 20.

Uso del ancho de banda por sitio.

Application Flows			
Local Sites		Remote Sites	
Name	LAN	WAN	
ALL	75.3M...	73.6M...	
SULLANA_AG	75.1M...	73.4M...	
LIMA-DTC	1.41M...	1.41M...	
			Name
			LAN
			WAN
			CHICLAYO
			3.6Mbps
			1.09M...
			SULLANA_AG
			1.15M...
			1.15M...
			LIMA-DTC
			1.15M...
			1.15M...
			PUENTE_PIEDRA
			450kbps
			472kbps
			SULLANA-DTC
			181kbps
			182kbps
			Out of domain
			65.1kbps
			65.1kbps
			BUSTAMANTE
			0kbps
			0kbps

Se

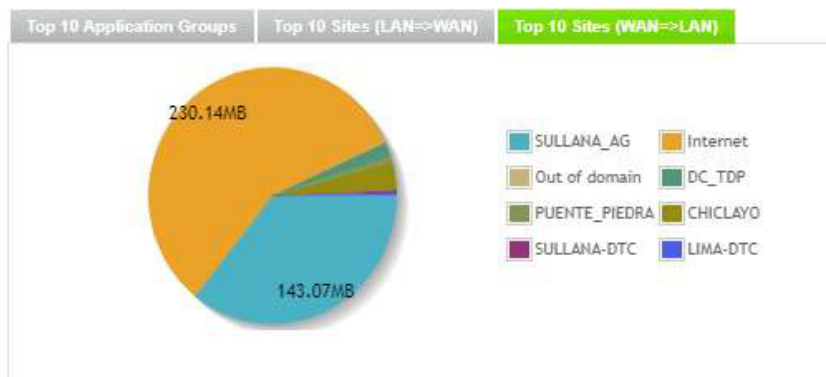
Nota. Gráfico de elaboración propia.

- **Trafico WAN to LAN**

En esta imagen verificamos que el sitio top en dirección WAN to LAN es Internet debido a la navegación de los usuarios. Donde LAN y WAN se refiere a la medición de las interfaces

Figura 21.

Top de consumo en dirección Wan hacia Lan



Nota. Gráfico de elaboración propia

- **Trafico LAN to WAN**

En referencia al tráfico con dirección de LAN to WAN verificamos como top a Sullana debido al consumo de recursos y aplicaciones que se encuentran en centro de datos de Sullana.

Figura 22.

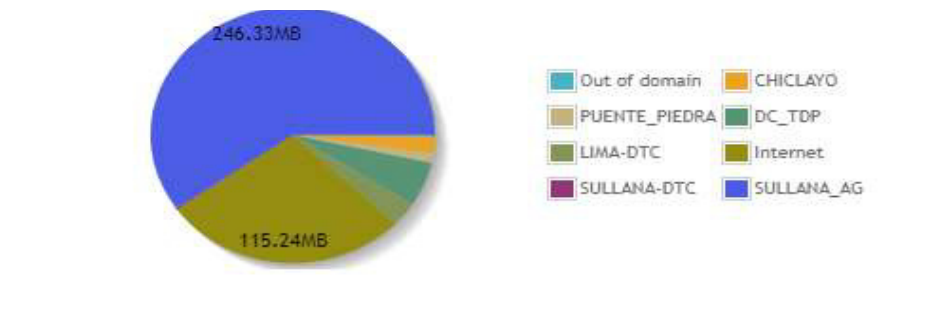
Interfaces WAN, LAN en la solución



Nota. Tomado de Guerín (2019).

Figura 23.

Top de consumo en dirección Lan hacia Wan



Nota. Gráfico de elaboración propia

- **Información de aplicaciones**

En esta imagen verificamos el top de grupos de aplicaciones y visualizamos que el Zimbra está como top.

Figura 24.

Top de aplicaciones

Application Groups			Applications		
Name	LAN	WAN	Name	LAN	WAN
ALL	64.6M	63.9M	ALL	64.6M	63.9M
Aplicaciones_core	14.5M	14.4M	Zimbra	11.6Mb	11.6Mb
Zimbra	11.6Mb	11.6Mb	SHTTP	9.42M	9.42M
other	10.1M	10.1M	Siscreditos	5.17M	5.17M
Intranet	9.42M	9.42M	RTSP	5.61M	5.64M
NetworkServices	6.01M	6.04M	TCP	4.75M	4.75M
Antivirus	4.29M	4.54M	Antivirus_trend	4.29M	4.54M

Nota. En esta imagen capturada en otro intervalo de tiempo se verifica que el grupo de aplicaciones “aplicaciones_Core” esta como top. Grafica de elaboración propia.

En la siguiente imagen verificamos la ratio de compresión de acuerdo con la aplicación por ejemplo en la aplicación Zimbra tenemos una taza de compresión de 70%.

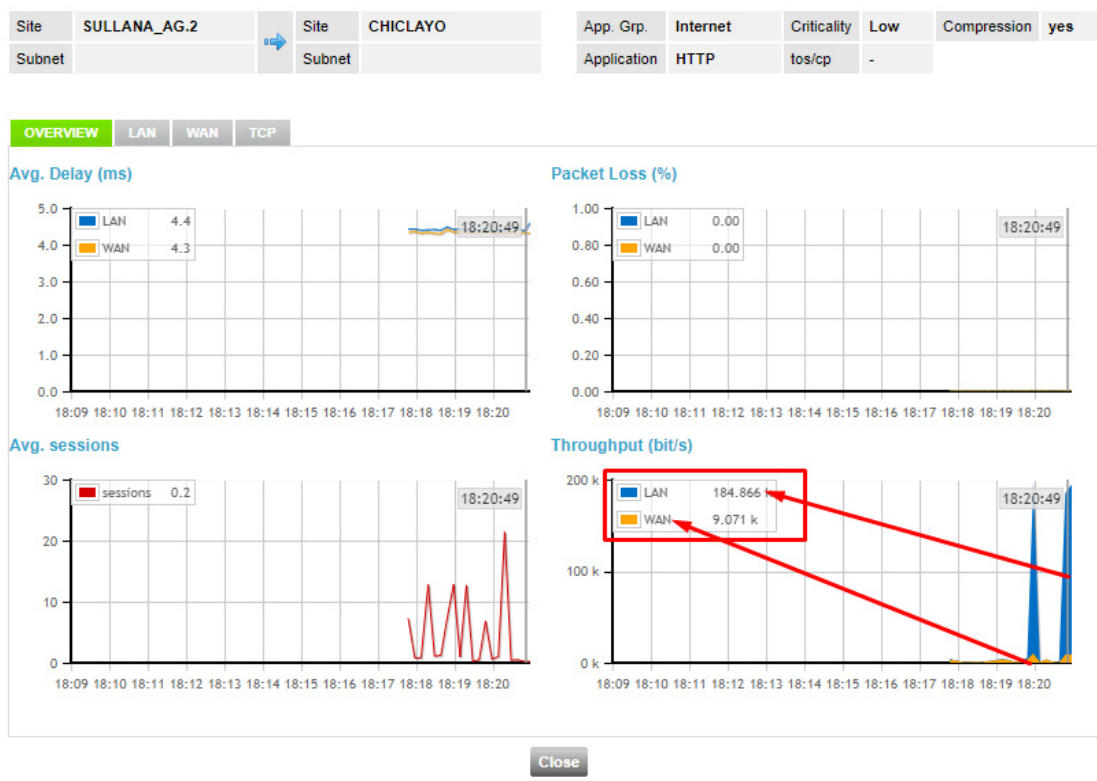
Figura 27.

Ratio de compresión de la aplicación Zimbra

Site	Local	Topology	Site	Topology	Status	User Subnet	403	Application Group	Application	Category	Th. (Kbps)				Delay (ms)			Yield					Ratio (%)		
											Th.	QoS	Desc.	Loss (%)	Min.	Avg.	Max.	Jitter (ms)	Th. (Kbps)	Loss (%)	Min.	Avg.		Max.	Jitter (ms)
SLLANA_001	lanC		CINCLAYO		OK			Zimbra	Zimbra	Top	1.24	1.06	0.85	0.00	4.24	4.30	4.65	0.27	0.37	0.00	4.20	4.31	4.40	0.00	70.19%
SLLANA_001	internet		CINCLAYO		OK			Aplicaciones_serv	Internet	High	97.50	84.33	1.33	0.00	4.78	8.32	37.86	0.00	18.71	0.00	4.19	4.03	5.36	0.00	89.75%
SLLANA_001	internet		CINCLAYO		OK			Directorio_activ	Directorio_activ	Medium	115.82	107.46	32.98	0.00	4.21	4.43	5.44	0.00	42.98	0.00	4.16	4.37	5.00	0.00	82.82%
SLLANA_001	internet		CINCLAYO		OK			Aplicaciones_serv	Internet	High	0.13	0.08	1.00	0.00	4.33	4.35	4.46	0.00	0.05	0.00	4.30	4.50	4.45	0.00	52.70%
SLLANA_001	internet		CINCLAYO		OK			Directorio_activ	Directorio_activ	Medium	152.80	124.02	36.57	0.00	4.22	4.41	5.74	0.00	30.09	0.00	4.15	4.34	5.70	0.00	41.00%
SLLANA_001	internet		CINCLAYO		OK			Archivos	servicio_serv	Low	110.80	109.00	100.45	0.00	4.29	5.15	38.36	0.00	16.16	0.00	4.17	4.09	5.51	0.00	21.29%
SLLANA_001	System Center		CINCLAYO		OK			Monitoreo	System_center	Low	88.80	84.16	3.72	0.00	4.52	4.79	10.76	0.00	46.96	0.00	4.20	4.48	5.76	0.00	73.48%
LAN-DTC			SLLANA-DTC		OK			Internet	HTTP	Low	5.13	4.73	0.25	0.00	7.93	22.51	115.41	36.10	0.10	0.00	7.63	15.47	105.36	15.02	12.15%
SLLANA_001			CINCLAYO		OK			Internet	HTTP	Low	2.50	0.68	0.03	0.00	4.29	4.42	5.01	0.00	2.43	0.00	4.21	4.34	5.00	0.00	8.18%
SLLANA-DTC			LAN-DTC		OK			FileClient	FTP	High	0.06	0.01	0.02	0.00	7.48	7.80	8.07	0.40	0.04	0.00	7.39	7.08	8.01	0.49	8.50%
SLLANA_001	internet		CINCLAYO		OK			MailBox	Netbox	Medium	0.07	0.02	0.01	0.00	4.27	4.43	4.74	0.00	0.07	0.00	4.29	4.33	4.64	0.00	1.62%
SLLANA_001	internet		CINCLAYO		OK			MailBox	Netbox	Medium	0.11	0.04	0.10	0.00	4.28	4.44	4.64	0.45	0.11	0.00	4.21	4.34	4.56	0.29	1.52%
SLLANA_001	internet		FUENTE_RED		OK			MailBox	Netbox	Medium	0.07	0.02	0.10	0.00	6.03	6.84	7.07	0.33	0.00	0.00	6.61	6.03	7.50	0.33	1.52%
SLLANA_001	internet		FUENTE_RED		OK			MailBox	Netbox	Medium	0.04	0.02	0.01	0.00	7.51	7.50	7.62	0.06	0.04	0.00	7.42	7.44	7.40	0.00	1.52%
SLLANA_001	internet		LAN-DTC		OK			Directorio_activ	Directorio_activ	Medium	1.00	1.07	1.22	0.00	7.11	7.02	7.68	0.28	1.70	0.00	7.02	7.24	7.46	0.00	1.68%

Nota. En esta imagen verificaremos en cuantos Kbps podemos comprimir la aplicación http verificamos que en la interfaz **lan** la aplicación consume **184 Kbps** y al aplicar compresión en el equipo verificamos que en la interfaz **wan** consume alrededor de **9 Kbps**. Gráfica de elaboración propia.

Figura 28.

Compresión de tráfico Lan hacia Wan

Nota. Gráfica de elaboración propia.

- **Dynamic WAN Selection (Selección dinámica WAN)**

En esta imagen definiremos los enlaces secundarios en caso un enlace falle conmutara automáticamente al enlace disponible.

Figura 29.

Configuración de enlaces de respaldo para la conmutación

Modify : Application Group : Aplicaciones_core

Name: Aplicaciones_core

Business criticality: 1: top 2: high 3: medium 4: low

Compress:

QoS profile: Business

Dictionary filters | User subnet filters | Appliance filters | **Dynamic WAN Selection**

Return path: Default (As received) As received Free

Decision Level: Default (Per Session) Per session Per packet

Last Resort: Forward Drop

Primary WAN: Internet, L2L, MPLS

Selection mode (primary to secondary): Quality based Backup

Secondary WAN: Internet, L2L, MPLS

Selection mode (secondary to tertiary): Quality based Backup

Tertiary WAN: Internet, L2L, MPLS

Ok Apply Cancel

- **Calidad experiencia de la aplicación ante el usuario**

En esta imagen verificamos que hay retransmisión en una aplicación esto puede afectar al usuario final, este comportamiento se generara por varios factores como el servidor o el medio de transmisión, delay etc.

Figura 30.

Retransmisión cuando se consume una aplicación

Seq	Local	Remote	Protocol	Source	Destination	Priority	To (bytes)	From (bytes)	...
1000000	10.10.10.1	10.10.10.2	TCP	10.10.10.1	10.10.10.2	1	1000	0	...
1000001	10.10.10.2	10.10.10.1	TCP	10.10.10.2	10.10.10.1	1	0	1000	...
1000002	10.10.10.1	10.10.10.2	TCP	10.10.10.1	10.10.10.2	1	1000	0	...
1000003	10.10.10.2	10.10.10.1	TCP	10.10.10.2	10.10.10.1	1	0	1000	...

2.3.3.3 Resumen de actividades realizadas.

1) Instalación de equipos de Data Center

Durante esta etapa se instalaron los equipos en el centro de datos de Sullana y Lima.

Durante este periodo no se habilito el control sin embargo se tiene visibilidad del tráfico que transita por los enlaces MPLS de Bitel y Telefónica.

2) Instalación de equipos en las oficinas

Con los equipos ya instalados en el data center se continuo con el despliegue de los equipos en las agencias mencionados en el cuadro anterior.

3) Instalación de una red 4G para DWS en la agencia de Bustamante

La sede de Bustamante contaba dos enlaces de MPLS para poner en prueba las funcionalidades de seguridad de internet agregamos un tercer enlace usando un Modem 4G administrado por la solución de Infovista.

4) Inventario de Aplicaciones Corporativas

Luego de concluir con la instalación de los equipos en las agencias y los centros de datos se elaboró un inventario de aplicaciones en apoyo con CAJA SULLANA en este inventario se identificaron las aplicaciones y se categorizaron de acuerdo con la prioridad que considera CMAC Sullana.

Figura 31.*Grupo de aplicación de Cmac Sullana*

N°	Grupos de Aplicaciones	Type	Crticidad	Primary WAN	Selection mode (primary to secondary)
1	Core Bancario	Transactional	Top	MPLS_BITEL, MPLS_TDP	Quality based
2	Aplicaciones de Negocio	Transactional	Top	MPLS_BITEL, MPLS_TDP	Quality based
3	Zimbra	Background	Low	MPLS_BITEL, MPLS_TDP	Backup
4	Replica DB Oracle	Real time	High	MPLS_BITEL	Quality based
5	Telefonía	Real time	Medium	MPLS_TDP, MPLS_BITEL,	Quality based
6	Active Directory_Fileserver	Background	Medium	MPLS_BITEL, MPLS_TDP,	Quality based
7	NetworkServices	Background	High	MPLS_BITEL	Quality based
8	Videovigilancia	Real time	Low	MPLS_TDP	Quality based
9	Replicacion_Vmware	Background	High	MPLS_BITEL	Backup
10	Nakivo	Background	Medium	MPLS_BITEL	Quality based
11	Other	Background	Low	MPLS_BITEL, MPLS_TDP	Quality based

Nota. Gráfico de creación propia.

5) Definición de políticas

Con el inventario de aplicaciones elaborado se configuraron las políticas de QOS, DWS y compresión.

6) Pruebas de Conmutación entre enlaces MPLS

Se realizaron pruebas de conmutación de enlaces en conjunto con el área de continuidad de negocios.

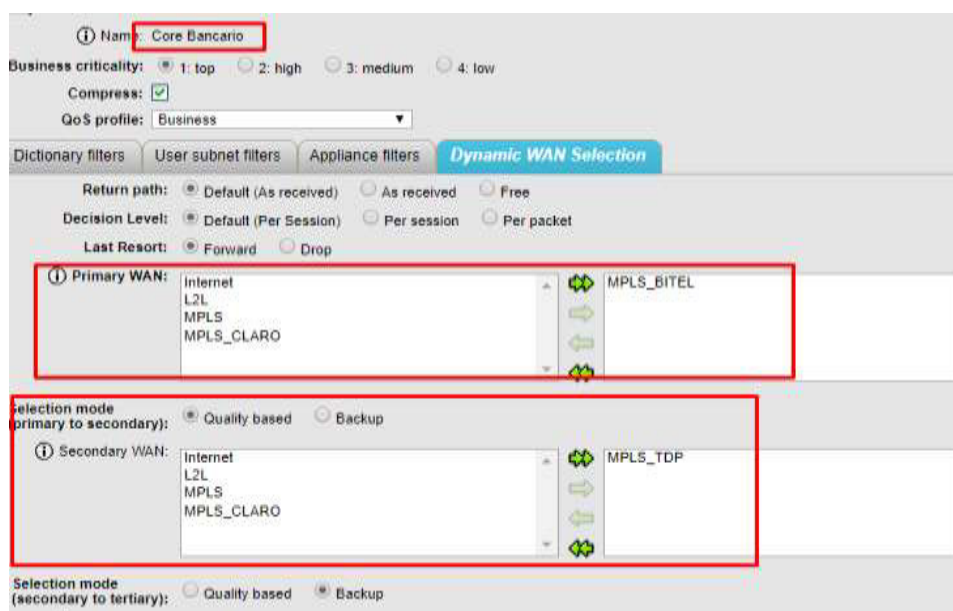
a) Política de Conmutación

Existe una configuración de DWS que significa elección de dinámica de enlaces. Esta funcionalidad de la solución aplica cuando el estado de un enlace cambia, así como por ejemplo la caída de un enlace.

En la siguiente imagen verificamos que nuestro enlace principal es Bitel y el secundario es TDP.

Figura 32.

Configuración de enlace Bitel y enlace telefónico (TDP).



Nota. Gráfico de creación propia

b) Alcance de pruebas

Las pruebas consistieron en desconectar el enlace principal y que el tráfico conmute al otro enlace posterior a ello se realizó desconectar el enlace secundario y que retorne el tráfico al enlace principal.

Se realizaron estas pruebas con la aplicación de Abanks en la siguiente imagen verificamos que la aplicación inicialmente estuvo en el enlace de Bitel hasta las 16:25 horas aprox, posterior a ello se desconecta el enlace de Bitel y verificamos que cambio al enlace de TDP.

A las 17:40 horas aprox. se desconecta el enlace TDP y se verifica que retorna al enlace de Bitel.

Figura 33.

Pruebas de comunicación de enlaces



Nota. Gráfico de creación propia

7) Pruebas de Conmutación Usando MPLS y 4G

Se realizó una prueba de conmutación usando un enlace 4G.

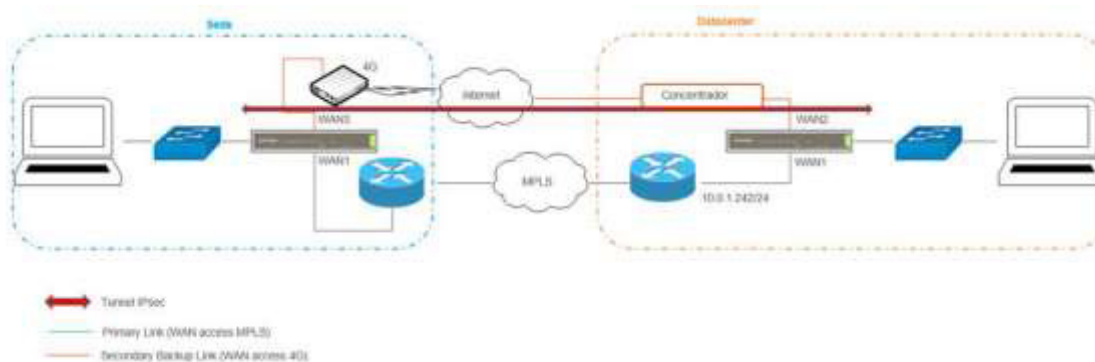
a) Alcance de pruebas

El objetivo de esta prueba consistió en hacer uso del enlace de 4g como contingencia o como un escenario híbrido.

Se muestra topología

Figura 34.

Pruebas de conmutación de enlace usando enlace 4G



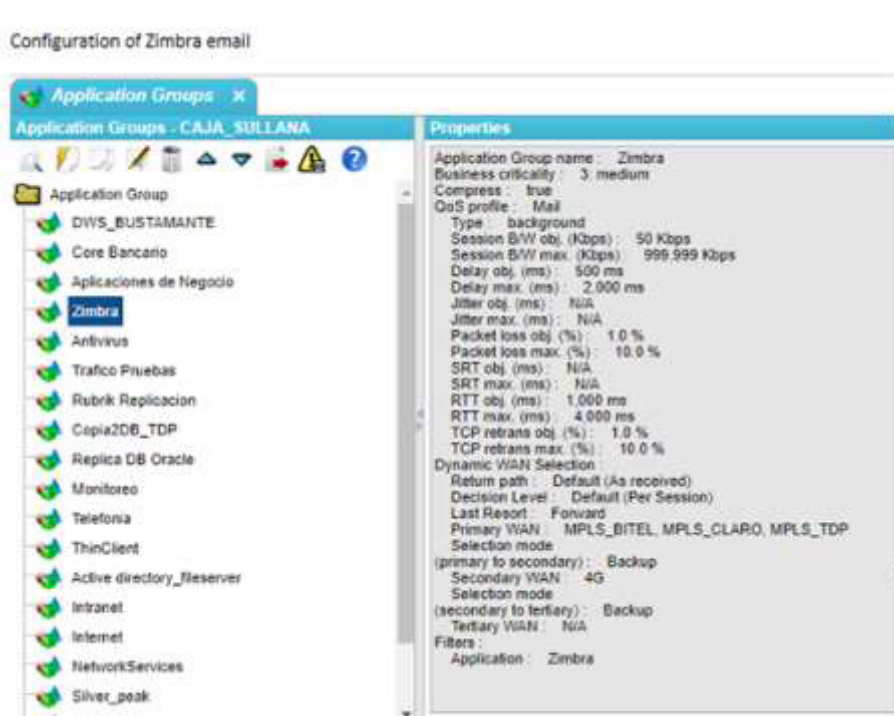
Nota. Diagrama de creación propia

b) Política de Conmutación

Se realizaron las pruebas con la aplicación de Zimbra para ello se modificó la política de DWS donde especificamos que el enlace 4G tiene el rol de backup.

Figure 35.

Aplicación Zimbra a través del enlace backup

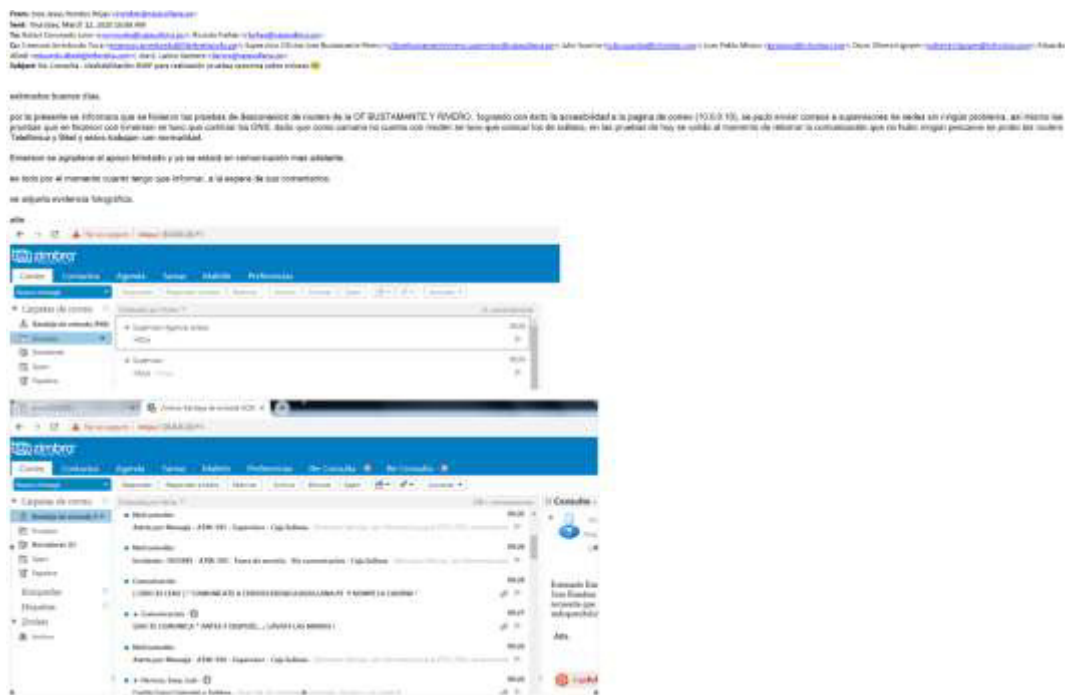


8) Resultados

Para verificar el funcionamiento correcto del enlace de contingencia se desconectó el enlace de Bitel y telefónica posterior a ello se solicitó al personal de CMAC Sullana realizar las pruebas de acceso al correo (Zimbra), como evidencia se envió un correo a través del enlace 4G.

Figura 36.

Pruebas con Zimbra para la redundancia de enlaces



También se evidenció en la plataforma de gestión (SALSA)

Se verificó la caída de los enlaces MPLS y la conmutación de la aplicación de ZIMBRA de acuerdo con la política definida.

Figura 37.

Aplicación Zimbra conmutando a la red 4G



Luego de las pruebas satisfactorias del piloto se procedió a realizar el despliegue masivo a nivel nacional.

- **CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS SD-WAN IPANEMA DE INFOVISTA**

Se procedió a crear un instructivo de configuración para el personal que instalara el equipo Ipanema a nivel nacional de la misma manera se tuvo sesiones de capacitación.

El objetivo del documento es orientar, mediante actividades establecidas, los pasos a seguir para la configuración que se debe realizar en los equipos SDWAN - Ipanema de Infovista, en su forma básica. Equipos nuevos.

- **Alcance**

El presente instructivo es de fuente de consulta y de aplicación de los colaboradores para la configuración de los equipos SDWAN, modelos:

- IPE-30ax

- IPE-40ax
- IPE-400ax
- **Definiciones**
 - **SDWAN:** Es el acrónimo para el término “Software-Defined networking in a Wide Area Network”. Redes WAN definidas por Software, son un enfoque de diseño que permite optimizar el uso de recursos en las redes internas de las empresas, para mejorar el desempeño y uso de los recursos de red, al momento de enrutar tráfico hacia otras ubicaciones.
 - **Ipanema:** Nombre comercial de los productos SDWAN que comercializa la marca Infovista.
 - **Puerto de Consola:** El puerto de consola es un puerto de administración que proporciona acceso directo a los equipos de comunicaciones. Este puerto es normalmente usado para conectar una PC, para configurar, ver su estado o dar soporte al equipo.
- **Descripción del instructivo**
 - Ingresar al modo consola
 - Tener a la mano un cable RJ45 a USB o un cable serial hembra – hembra RS232.
 - Preferiblemente es contar con un cable RJ45 a USB.
 - Conectar el cable en el puerto consola serial RJ45 del equipo y en un puerto USB de la PC (LapTop).

Figura 38.

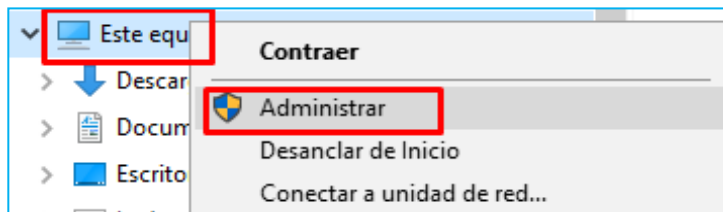
Diagrama de conexión puerto consola hacia la laptop



Seguidamente abrimos en nuestra PC en el icono de “Este equipo”, click derecho y ejecutamos Administrar.

Figura 39.

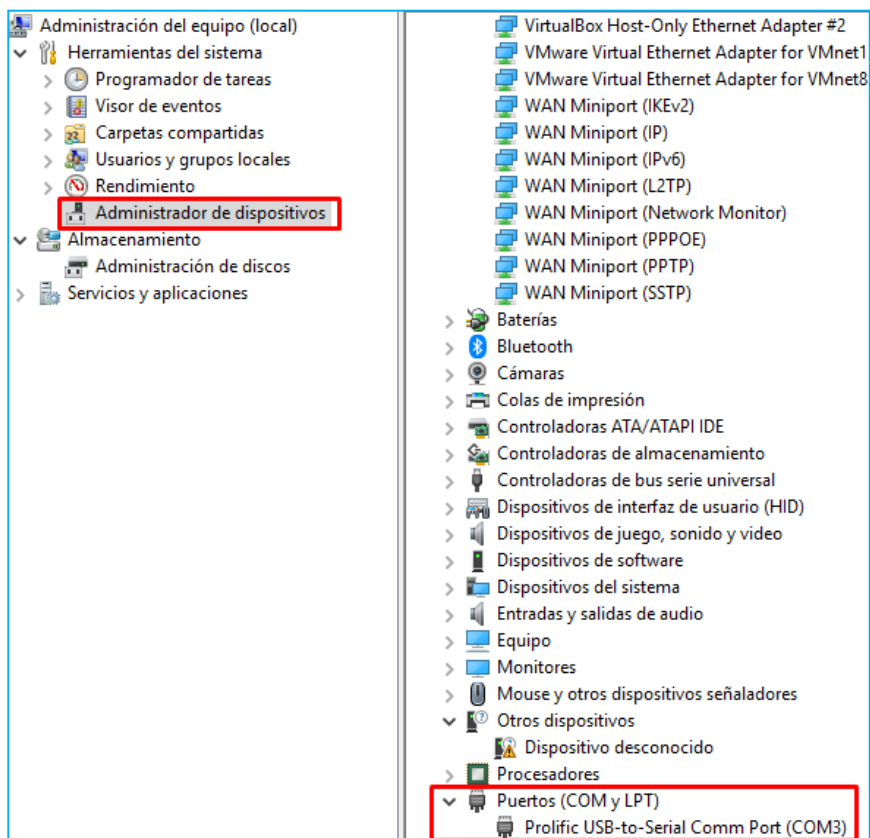
Ruta para descubrir el tipo de puerto consola



Luego se ingresa a la opción administrador de dispositivos y en puertos anotamos el COM3

Figura 40.

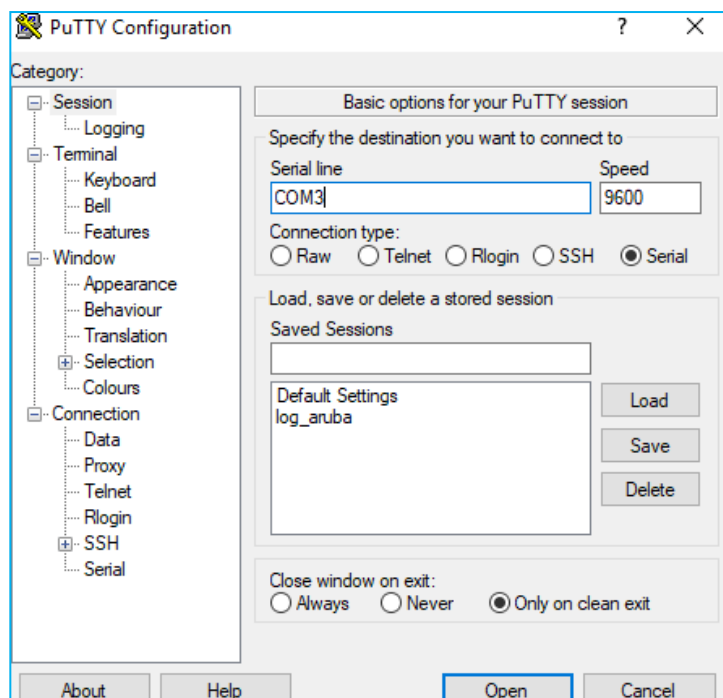
Puerto COM serial



Abrimos el terminal putty o teraterm, seleccionamos la opción serial y digitamos el COM3 para nuestro ejemplo.

Figura 41.

Terminal para conexión a través del puerto consola



- o **Configuración**

- a) CONFIGURAR HOSTNAME

[ipe]\$ ipconfig -h <hostname>

- b) CONFIGURAR LA IP RED Y GATEWAY

Configuramos la ip de red que nos proporcionaran, esta debe estar en el mismo segmento

de la ip lan del router.

[ipe]\$ ipconfig lan -a x.x.x.x -m 255.255.255.0

Configuramos el ip gateway

[ipe]\$ ipconfig -g x.x.x.x

- c) CONFIGURAR DNS

[ipe]\$ ipconfig -ns1 <x.x.x.x>

```
[ipe]$ ipconfig -ns2 <x.x.x.x>
```

d) CONFIGURAR REVERSOR

```
[ipe]$ salsaconfig -url https://x.x.x.x:20443 (ip publica) -dom
CAJA_SULLANA
```

e) HABILITAR MULTIWAN (Para IPE30AX es nativo)

```
[ipe]$ ipconfig multiwan
```

Luego de aplicar el comando nos pedirá para realizar un reboot le damos “si”

Al Finalizar con toda la configuración realizaremos el siguiente comando para guardar cambios.

```
[ipe]$ ipconfig restart
```

- **Verificación de la configuración**

Con el siguiente comando se valida la configuración ip red, Gateway, hostname, dns multiwan.

```
[ipe]$ ipconfig -d
```

Con el siguiente comando se valida la configuración del reversor

```
[ipe]$ salsaconfig -d
```

En el anexo 6 se muestra una tabla del procedimiento de instalación de equipos SD-WAN.

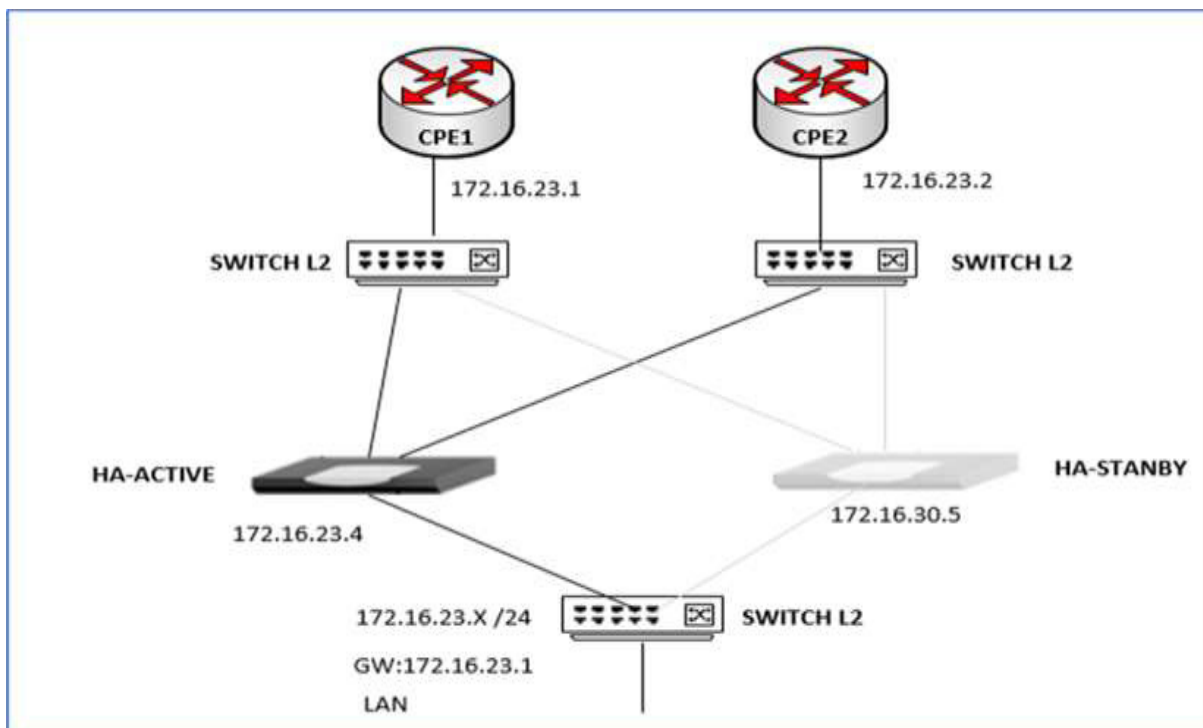
- **Configuración alta disponibilidad**

Se configuro alta disponibilidad para los equipos ubicados en los Centro de datos Lima y Sullana.

El modo de alta disponibilidad se configura declarando 2 IP|engines (appliances) en clúster, pero solo un appliance ejecuta proceso de visibilidad, control y optimización. Este motor en funcionamiento se llama motor activo HA. El otro motor se mantiene como respaldo (pasivo).

Figura 42.

Modelo de topología para la realización de alta disponibilidad



Nota. Diagrama de creación propia

El comando `haconfig` permite configurar localmente el entorno HA, es decir, sus parámetros de configuración se aplican y no es necesario reiniciar el proceso. Ambos dispositivos deben estar en modo multi-wan.

También se debe desactivar el modo bypass en ambos appliances para evitar loops cuando los dispositivos se reinicien.

- **Configuración HA activo IP-ENGINE**

- Definir una interface in-band para la comunicación con el peer \$Haconfig -l yes
- Definir una interface WAN L3 para comunicar con el Peer \$Haconfig -l 111.16.55.1

Figura 43.

Muestra de ejecución de comandos de alta disponibilidad

```
HA configuration:
  Enable           : no
  Role             : nominal
  Keepalive time   : 100 msec
  keepalive max msg : 5
  Peer in-band IP  : 10.63.113.94
  Peer out-band IP : none
  Peer L3 WAN IPs  : none
  Interface(s) used : in-band interface
  Monitored interfaces : none
  Is Tunnel Persistent : yes
  Preemption       : enabled
```

Figura 44.

Muestra de la ejecución de los comandos de alta disponibilidad

```
HA configuration:
  Enable           : no
  Role             : nominal
  Keepalive time   : 100 msec
  keepalive max msg : 5
  Peer in-band IP  : 10.63.113.94
  Peer out-band IP : none
  Peer L3 WAN IPs  : 111.16.55.1
  Interface(s) used : in-band interface
  Monitored interfaces : none
  Is Tunnel Persistent : yes
  Preemption       : enabled
```

La dirección IP WAN L3 debe coincidir con cualquier subred L3 local. Si este no es el caso, el sistema genera un mensaje de advertencia, pero aplica el valor que será inútil para la comunicación HA.

- Habilitar HA \$Haconfig -e
- Definir los interfaces de monitor para reconocer una condición failover
\$Haconfig -a lan1 -a wan1

Figura 45.

Muestra de la ejecución de los comandos de alta disponibilidad, configuración peer wan

```
HA configuration:
Enable           : yes
Role             : nominal
Keepalive time   : 100 msec
keepalive max msg : 5
Peer in-band IP  : 10.63.113.94
Peer out-band IP : none
Peer L3 WAN IPs  : 111.16.55.1
Interface(s) used : in-band interface
Monitored interfaces : none
Is Tunnel Persistent : yes
Preemption       : enabled
```

Figura 46.

Muestra de la ejecución de los comandos de alta disponibilidad, configuración monitoreo de interfaces

```
HA configuration:
Enable           : yes
Role             : nominal
Keepalive time   : 100 msec
keepalive max msg : 5
Peer in-band IP  : 10.63.113.94
Peer out-band IP : none
Peer L3 WAN IPs  : 111.16.55.1
Interface(s) used : in-band interface
Monitored interfaces : lan1, wan1
Failover condition : when any interface is down
Is Tunnel Persistent : yes
Preemption       : enabled
```

- **Configuración HA STANDBY IP-ENGINE**

El procedimiento para configurar el appliance HA standby es el mismo que para configurar el appliance HA activo, excepto debe definir su función como role de Backup.

- Definir el rol de standby

```
$Haconfig -r backup
```

Figura 47.

Muestra de la ejecución de los comandos de alta disponibilidad, configuración rol backup

```
HA configuration:
Enable           : yes
Role             : backup
Keepalive time  : 100 msec
keepalive max msg : 5
Peer in-band IP : 10.63.113.95
Peer out-band IP : none
Peer L3 WAN IPs  : 111.16.55.1
Interface(s) used : in-band interface
Monitored interfaces : lan1, wan1
Failover condition : when any interface is down
Is Tunnel Persistent : yes
Preemption       : enabled
```

○ Parámetros de HA

Tabla 4.

Parámetros

PARAMETRO	DESCRIPCIÓN
Keep Alive	El appliance standby espera hasta el final de este intervalo antes de considera el appliance activo como inactivo. El valor por defecto es 100ms

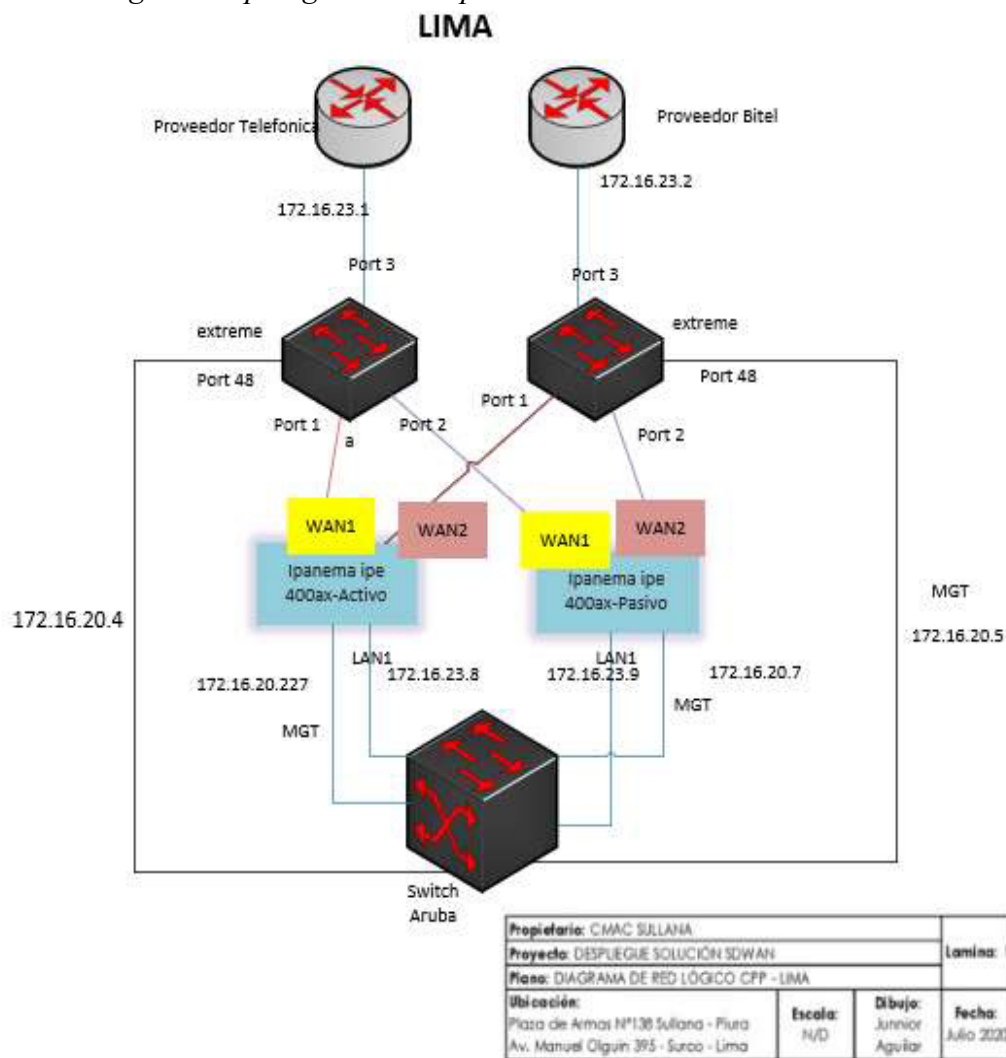
Condición failover	Se puede monitorear algunas interfaces o todas las interfaces para que pueda ocurrir el failover.
Preemption	Este parámetro está habilitado por defecto. Significa que un appliance nominal en standby puede adelantarse a un appliance standby activo y volver a estar activo.
Start up	Establecimiento de conexión IHAP (Infovista High Availability Protocol)

En los centros de datos se instalarán los equipos ip|400ax en alta disponibilidad, estos dispositivos contribuyen a alinear el rendimiento de la aplicación a través de la red con los objetivos comerciales de la empresa, al participar en:

- Administración de red superpuesta (SD-WAN) para configurar las conexiones entre los sitios y enrutar el tráfico.
- Visibilidad de la aplicación para comprender completamente el uso y el rendimiento de la aplicación en la red.
- Control de aplicaciones para ajustar dinámicamente el comportamiento de la red y proteger aplicaciones críticas.
- Optimización WAN para acelerar aplicaciones y agregar ancho de banda virtual a la red.
- Selección dinámica de WAN en sitios de red híbridos para seleccionar las mejores rutas en tiempo real.

Figura 48.

Diagrama topológico alta disponibilidad CMAC Sullana.



2.3.3.4 Configuración y pruebas de la plataforma SD-WAN para oficinas con solución virtual. A continuación, se evidencia un avance en la configuración de las sedes que no tienen un equipo físico (TELE ENGINE).

Se muestra los sitios configurados:

Figura 49.

Configuración Tele engine en sedes donde no se tiene dispositivos físicos

#	Site name -> 1	Name	teleengine	Reversed	WAN Selection
✓	Ag-AtoVtarte	240.0.0.23	yes	no	Single path
✓	Ag-Ayabaca	Ag-Ayabaca	yes	no	Single path
✓	Ag-BataMercado	240.0.0.24	yes	no	Single path
✓	Ag-Bellavista	240.0.0.25	yes	no	Single path
✓	Ag-BuenosAires	240.0.0.26	yes	no	Single path
✓	Ag-Cajabamba	240.0.0.27	yes	no	Single path
✓	Ag-Camana	240.0.0.28	yes	no	Single path
✓	Ag-Caraz	Ag-Caraz	yes	no	Single path
✓	Ag-Casma	240.0.0.2	yes	no	Single path
✓	Ag-Castilla	240.0.0.5	yes	no	Single path
✓	Ag-Chocope	240.0.0.E	yes	no	Single path
✓	Ag-Cruceta	240.0.0.7	yes	no	Single path
✓	Ag-Gran-Chimo	240.0.0.29	yes	no	Single path
✓	Ag-Huaura	240.0.0.10	yes	no	Single path
✓	Ag-Julaca-las-mercedes	240.0.0.30	yes	no	Single path
✓	Ag-Lomas	240.0.0.11	yes	no	Single path
✓	Ag-Majes	240.0.0.33	yes	no	Single path
✓	Ag-Mancora	240.0.0.13	yes	no	Single path
✓	Ag-Morapoti	240.0.0.14	yes	no	Single path
✓	Ag-Motupe	240.0.0.15	yes	no	Single path
✓	Ag-Omos	240.0.0.16	yes	no	Single path
✓	Ag-Organos	240.0.0.12	yes	no	Single path
✓	Ag-Pata	240.0.0.38	yes	no	Single path
✓	Ag-Paramonga	240.0.0.17	yes	no	Single path
✓	Ag-PiuraCentro	240.0.0.18	yes	no	Single path
✓	Ag-Porvenir	240.0.0.8	yes	no	Single path
✓	Ag-Sanesteban	240.0.0.19	yes	no	Single path
✓	Ag-Santa-rosa	240.0.0.41	yes	no	Single path
✓	Ag-Supe	240.0.0.30	yes	no	Single path
✓	Ag-Tambogrande	240.0.0.21	yes	no	Single path
✓	Ag-Unibanca	240.0.0.43	yes	no	Single path
✓	Ag-Unión	240.0.0.32	yes	no	Single path
✓	Ag-Viviate	240.0.0.44	yes	no	Single path
✓	Ag-Yungay	240.0.0.45	yes	no	Single path
✓	Ag-Zoritos	240.0.0.22	yes	no	Single path
✓	OS-Huacho	240.0.0.9	yes	no	Single path

2.3.4 Cierre de proyecto

2.3.4.1 Capacitación. La capacitación está dirigida a técnicos que desean utilizar Ipanema - SD WAN de Infovista, para configurar y operar una red definida por software.

- Una vez terminado la capacitación el participante, podrá:
- Identificar los componentes y la arquitectura de la solución Ipanema – SD WAN de Infovista.
- Instalar y configurar un equipo Ipanema - SD WAN de Infovista. Crear políticas para controlar el tráfico de red.
- Comprender e implementar el enrutamiento y priorización del tráfico de la red de datos.
- Optimizar el uso de las redes de comunicación.

2.3.4.2 Acta de culminación del proyecto. Finalizado la implementación se presentó el CMAC Sullana presento una documentación de acta de conformidad donde CMAC Sullana, acepta que el proveedor, ha cumplido con lo solicitado en relación con el despliegue de la Solución de la Plataforma SD-WAN INFOVISTA.

Habiéndose entregado lo siguiente:

- Provisión, instalación y configuración de equipos del tipo “appliance “para las oficinas de CMAC Sullana.
- Provisión y configuración de solución del tipo “ip engine “para las oficinas de CMAC Sullana.
- Provisión, instalación y configuración de plataforma de administración central “Salsa”.

- Provisión, instalación y configuración de equipos del tipo “appliance “, en la modalidad de alta disponibilidad (activo-pasivo) para los Centros de Datos Principal en Lima y Alterno en Sullana.
- Capacitación.
- Documentación: Manuales, Especificaciones Técnicas de los equipos, Informes Técnicos. Inventario de Equipos, Cronograma de Trabajo.

2.4 Factibilidad Técnica - Operativa

2.4.1. La factibilidad técnica

La factibilidad técnica de este proyecto según los datos, informes proporcionados por el cliente y un levantamiento de información previo sobre el equipamiento e infraestructura realizada en CMAC Sullana en las sedes principales de Lima, Sullana y sucursales, se determinó que la entidad posee equipos de redes como routers, switches en óptimas condiciones para integrarse con los equipos SD-WAN, así como un ancho de banda aceptable a consecuencia de que la entidad requirió un aumento de velocidad en sus enlaces con Telefónica y Bitel.

Infovista es líder en SD-WAN con reconocimiento de aplicaciones, además certificada para emitir servicios MEF 3.0 SD-WAN, es decir que infovista puede validar la conformidad de sus servicios y productos con el estándar global SD-WAN “Atributos de servicio y Servicios” (MEF 70) líder en la industria. Dicho esto, Los equipos SD-WAN de infovista garantizan funcionalidades de control de aplicación, optimización WAN, selección de WAN dinámica para las diferentes sucursales remota y sitios principales, así como futuras mejoras derivadas de actualizaciones tecnológicas desarrolladas por el fabricante. Dichos equipos en sucursales pueden llegar a gestionar hasta 100 Mbps ,250mbps y en sitios principales hasta 400 Mbps, soportan hasta 100 y

5000 usuarios respectivamente y tienen capacidad dual LAN/WAN para poder conectar dos interfaces.

2.4.2 Factibilidad operativa

El proyecto está diseñado de tal manera que sea fácil la administración de todos los dispositivos desplegados en las sucursales de CMAC Sullana, además de tener un mayor control de las políticas basadas en la calidad de experiencia del usuario respecto a las aplicaciones, ya que se contara con una consola central donde se mostrara los SLAs del rendimiento de las aplicaciones.

Para este proyecto se cuenta con el personal altamente capacitado y con experiencia para la implementación de la solución requerida por CMAC Sullana, por lo cual serán responsables de la gestión del proyecto, ejecución técnica del proyecto, soporte y gestión de la solución. A continuación, se muestra el perfil del personal que estará a cargo en la fase de implementación y post implementación.

A. Jefe de Proyecto

Es el encargado de dirigir el proyecto de acuerdo con la Dirección de proyectos. Cuenta con las siguientes capacidades:

- Ingeniero de sistemas, electrónico o telecomunicaciones.
- Cuenta con certificación Gestión de proyecto.
- Con certificación vigente del fabricante INFOVISTA en la Solución de SD-WAN.

B. Especialista en Implementación SD-WAN

Es el encargado de ejecutar el proyecto y cuenta con las siguientes capacidades:

Personal especialista, con el mayor nivel de certificación vigente de INFOVISTA en la Solución de SD-WAN, cuenta con el conocimiento en diseño, implementación, configuración, mantenimiento y resolución de problemas.

C. Supervisor de Mesa de Ayuda y Soporte

Es el encargado de supervisar si existe alguna problemática posterior a la implementación.

- Ingeniero de sistemas, electrónico o telecomunicaciones o técnico o Licenciado de ramas afines a Gestión y/o soporte.
- Con certificación del fabricante INFOVISTA en la Solución de SD-WAN.
- Con certificación ITIL Foundation.

D. Especialista de Atención de la Mesa de Ayuda

Personal capacitado para brindar soporte en caso exista la necesidad de un requerimiento, modificación o agregación de una configuración en el equipo posterior a la implementación.

Consta de 5 Personas especialistas de Nivel 2, con certificación vigente de INFOVISTA en la Solución de SD-WAN.

2.5 Cuadro de Inversión

Este tipo de proyecto no trae retorno de inversión, sino básicamente la mejora operativa de la organización.

En la inversión se toman en cuenta los siguientes factores:

Tabla 5.*Cuadro de inversión de equipamiento y licencias.*

Marca	Nombre de Producto	Descripción del Producto	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
IPANEMA INFOVISTA	ip e 400ax	Ip e 400ax DataCenter ip engine Appliance, equipo con capacidad de 400 Mbps por Appliance	5	\$23,980.00	\$119,900.00
	ip e 40ax	ip e 40ax equipo definido para branch con una capacidad de hasta 250 Mbps.	2	\$4,990.00	\$9,980.00
	ip e 30ax	ip e 30ax equipo definido para branch con una capacidad de hasta 100Mbps	43	\$3,347.21	\$143,930.00
	SALSA-Enterprise edition	SALSA-Enterprise edition	1	\$35,990.00	\$35,990.00
	IPS-ADU-CL-IPE-ENT-P36	Cloud Applications Database 36 months Term License for equipped sites	50	\$990.00	\$49,500.00
	IPS-ADU-CL-IPE-ENT-T36	Cloud Applications Database updates for 36 months for equipped sites	50	\$99.00	\$4,950.00
	IPS-ADU-CL-TLE-ENT-P36	Cloud Applications Database 36 months Term License for tele engine sites	45	\$290.00	\$13,050.00

PS- Cloud Applications ADU-CL- Database updates for 36 TLE-ENT- months for tele engine 45 T36 sites	\$49.00	\$2,205.00
PRECIO EN DOLARES AMERICANOS Y NO INCLUYE EL IGV		\$379,505.00
IGV		\$68,310.90
PRECIO FINAL EN DOLARES AMERICANOS (INCLUYE IGV)		\$447,815.90

Tabla 6.*Instalación y entrenamiento.*

Nombre de Producto	Descripción de Producto	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Instalación y Entrenamiento	Servicios Profesionales de instalación, y configuración m incluye un entrenamiento (REMOTO) de 30 horas electivas	1	\$19,990	\$19,990

Tabla 7.*Costos de Soporte Gestionado.*

Nombre de Producto	Descripción de Producto	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Soporte Gestionado	Soporte gestionado24x7 por 36 meses de la plataforma	1	\$19,990	\$19,990

ofertada, incluye
 garantía y soporte
 de fábrica por 26
 meses, con
 mecanismos de
 reemplazo de 24
 horas.

Tabla 8.

Costo total del proyecto

Costo Total del Proyecto	
inversión de equipamiento y licencias	\$ 447,815.90
Instalación y entrenamiento.	\$ 19,990
Costos de Soporte Gestionado.	\$ 19,990
Total	\$ 487,795.9

III APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Aportes destacables de la empresa

La implementación de una solución SD-WAN fue un aporte significativo para la empresa/entidad, ayudando mejorar la infraestructura de red de acuerdo con las necesidades de negocio. Entre los principales beneficios obtenidos se destacan los siguientes:

Optimización de costos

- Reducción el uso de enlaces MPLS costosos al combinar Internet, LTE y otros enlaces.
- Mejor relación costo-rendimiento en la conectividad entre sedes.

Mejor rendimiento de las aplicaciones

- Balanceo inteligente de aplicaciones según prioridad, garantiza el consumo de ancho de banda de cada aplicación.
- Mide la latencia, jitter y pérdida de paquetes, eligiendo la mejor ruta para procesar el tráfico.

Mayor disponibilidad y adaptabilidad

- Conmutación automática entre enlaces ante fallos, permitiendo la disponibilidad de las aplicaciones. Las sedes remotas hacían uso de los servicios y aplicaciones críticas en todo momento.
- Continuidad del negocio sin interrupciones para el usuario final, permitiendo acceder a los servicios de manera transparente.

Gestión centralizada y sencilla

- Administración desde un panel centralizado y orquestado. Se visualiza de manera centralizada el uso de ancho de banda de las aplicaciones consumidas en todas las sedes remotas del Perú.

Mejorar la experiencia del usuario

- Las aplicaciones son más estables y rápidas. Hay menos retardo en el consumo de las aplicaciones críticas del negocio.
- Menos incidencias que impacten en productividad del servicio.

Visibilidad, control y optimización

- Obtener una visión detallada del desempeño de sitios, enlaces y aplicaciones.
- Definir niveles de prioridad con grupos de aplicaciones.
- Mostrar que los niveles de retransmisiones excesivas que serán minimizados aún más en momentos de congestión.
- Monitoreo en tiempo real del tráfico y desempeño. Se monitorea los picos de consumos alto, el ancho de banda y las aplicaciones que están siendo consumidas en tiempo real.

IV. CONCLUSIONES

- 4.1. Se implementó la solución SD-WAN, con lo cual se logró mejorar la experiencia de los usuarios referidas al uso de las aplicaciones de negocio de CMAC SULLANA ya que se utilizó la funcionalidad de control dinámico de la solución el cual aseguro el mejoramiento de rendimiento de las aplicaciones críticas en escenarios de congestión frente al uso de las aplicaciones cotidianas, además se aplicó políticas basadas en priorizar las aplicaciones de negocio.
- 4.2. Se monitoreo y controlo las aplicaciones de negocio en el 100% de las tiendas, ya que la solución implementada permitió la visibilidad de las aplicaciones y mostro el estado de los enlaces de las diferentes oficinas que cuentan con dispositivos SD-WAN, por otro lado, aquellos sitios considerados como tele-engines se brindó información de tráfico de las aplicaciones.
- 4.3. Se optimizo el rendimiento de las aplicaciones de negocio ya que se utilizó el mecanismo de optimización WAN usando compresión de las aplicaciones y aceleración TCP en los enlaces de alta latencia.
- 4.4. Se optimizo el control de los recursos de comunicaciones, teniendo como prioridad las transacciones de negocio, ya que la solución SD-WAN permitió brindar información detallada al personal de TI sobre el performance de las aplicaciones y enlaces contratadas, de esta manera contribuye en la toma de decisiones a futuro y la revisión de los SLAs de los proveedores de enlaces.
- 4.5. Se implementó la alta disponibilidad en el centro de datos y sucursales, además se comprobó la alta disponibilidad del enlace simulando la caída del enlace principal, teniendo

como resultado la operatividad del servicio sin interrupciones, con la funcionalidad Dynamic WAN Selection (Selección dinámica de WAN).

V. RECOMENDACIONES

- 5.1. Se recomienda tener identificado las oficinas con los nuevos routers provistos por Telefónica, debido a que estos equipos trabajaran en standalone. Es importante porque actualmente se tienen equipos en HSRP por parte de Telefónica que están sincronizados a través del Ipanema.
- 5.2. Se recomienda en algunas oficinas que ya no van a contar con el enlace del proveedor de servicio Bitel, se pueda realizar la desconexión del cable físico que actualmente está conectado en el puerto wan2 del equipo Ipanema.
- 5.3. Se recomienda realizar pruebas de medición de capacidad de velocidad de enlace por oficina para identificar los posibles problemas de lentitud en cada site.
- 5.4. Se recomienda identificar y proporcionar las aplicaciones que no se tienen identificadas en la actualidad, para luego trabajar en conjunto y categorizar y agrupar dichas aplicaciones.
- 5.5. Se recomienda agregar un switch de paso para establecer la alta disponibilidad de los equipos Ipanema ubicados en el Centro de Datos Sullana. Esto es debido a que actualmente ante una conmutación del equipo Ipanema activo se tiene un punto de falla con el enlace de Bitel. Puede visualizarse la topología más arriba.

VI. REFERENCIAS

- Chafloque, J. (2018). *Propuesta de diseño de una red de datos de área local bajo la arquitectura de redes definidas por software para la red telemática de la universidad nacional mayor de San Marcos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
Repositorio ALICIA.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_acda81d9cadca50770e87ffd27ca6287/Details
- Chipana, L. (mayo de 2018). *Los Aplicativos Móviles en el Sector Financiero*. Gestiona y Aprende
<https://gestionayaprende.com/pdf/AplicativosmovilesenPeru.pdf>
- Ciberseguridad. (s.f). *Alta disponibilidad – ¿Qué es y cómo funciona?*
[https://ciberseguridad.com/guias/alta disponibilidad/#Balanceo_de_carga](https://ciberseguridad.com/guias/alta%20disponibilidad/#Balanceo_de_carga)
- Cisco. (2022). *¿Qué es SD-WAN?* https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html#~beneficios
- Francois, G. (2019). *Appliances & advanced features*. 81.
- Francois, G. (2019). *Ipanema features benefits*. 42.
- Francois, G. (2019). *Ipanema features benefits*. 89.
- GTD. (2022). *SD-WAN: Beneficios de las redes definidas por software*.
<https://www.gtdperu.com/es/w/novedades/sd-wan-beneficios-software>
- Guerin, F. (2019). *Ipanema features & benefits*. 21.

Guerin, F. (2019). Ipanema features & benefits. 27.

Guerin, F. (2019). Ipanema features benefits. 15.

Heise, A. (21 de Marzo de 2022). *¿Qué es SD-WAN?* IT SERVICE
<https://www.itservice.com.pe/que-es-sd-wan/>

Ionos. (2 de marzo de 2020). <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/wan/>

Optical Networks. (29 de Agosto de 2019). *¿Qué es la red MPLS y cómo funciona?*
<https://www.optical.pe/blog/que-es-una-red-mpls/>

Optical Networks. (29 de Agosto de 2019). *Conmutacion de paquetes.*
<https://www.optical.pe/blog/que-es-una-red-mpls/>

Versa Networks. (2022). *¿Qué es la SD-WAN (WAN definida por el software)?* <https://versa-networks.com/es/sd-wan/>

VM WARE. (2022). *¿Qué es un centro de datos?*
<https://www.vmware.com/es/topics/glossary/content/data-center.html>

Wikipedia. (3 de julio de 2022). *Internet.* https://es.wikipedia.org/wiki/Internet#Uso_actual

VII. ANEXOS

ANEXO A:

Configuración del equipamiento

- CONFIGURACIÓN EQUIPOS OFICINA

- CONFIGURAR HOSTNAME

La configuración del hostname va acorde con la nomenclatura proporcionada por Caja Sullana.

```
[ipe]$ ipconfig -h SD-<nombre de la sede>
```

- CONFIGURAR LA IP RED Y GATEWAY

Configuramos la ip de red que nos proporcionaron,

```
[ipe]$ ipconfig lan -a x.x.x.x -m 255.255.255.0
```

Configuramos el ip gateway, con la ip lan del router.

```
[ipe]$ ipconfig -g x.x.x.x
```

- CONFIGURAR DNS

```
[ipe]$ ipconfig -ns1 <x.x.x.x>
```

```
[ipe]$ ipconfig -ns2 <x.x.x.x>
```

- CONFIGURAR REVERSOR

```
[ipe]$ salsaconfig -url https://salsa.thinknetworks.pe -dom
```

```
CAJA_SULLANA
```

- HABILITAR MULTIWAN (Para IPE30AX es nativo)

[ipe]\$ ipconfig multiwan

- Luego de aplicar el comando nos pedirá para realizar un reboot le damos “si”

- Al Finalizar con toda la configuración realizaremos el siguiente comando para guardar cambios.

[ipe]\$ ipconfig restart

- CONFIGURACIÓN ALTA DISPONIBILIDAD CENTRO DE DATOS

▪ Centro de datos Sullana

Configuración Ipanema Activo

```
$haconfig -d
$haconfig -i 172.18.23.9
$haconfig -I yes
$haconfig -e
$haconfig -a lan1
$haconfig -a wan1
$customize -bypass
```

Configuración Ipanema Backup

```
haconfig -d
haconfig -r backup
haconfig -i 172.16.23.8
haconfig -I yes
haconfig -e
haconfig -a lan1
haconfig -a wan1
customize -bypass
```

- **Centro de Datos Lima - CTL**

Configuración Ipanema Activo

```
$haconfig -d  
$haconfig -i 172.16.23.9 LAN  
$haconfig -I yes  
$haconfig -e  
$haconfig -a lan1  
$haconfig -a wan1  
$haconfig -a wan2  
$customize -bypass
```

Configuración Ipanema backup

```
$haconfig -d  
$haconfig -r backup  
$haconfig -i 172.16.23.8  
$haconfig -I yes  
$haconfig -e  
$haconfig -a lan1  
$haconfig -a wan1  
$haconfig -a wan2  
$customize -bypass
```

ANEXO B**Características técnicas de los equipos****IP|E 400 AX**

Model	Model 400ax
Deployment Mode	MultiWAN (1L/3W)
Network interfaces	Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-TX
WAN Interface Type (L2/L3)	L3
Visibility, Control and DWS	Yes
Wan Optimization	Yes
SSL Optimization	Yes
Cloud Application Discovery	Yes
Routing	Ipv4
Routing Protocol (Lan/Wan)	Static, BGP, OSPF
Lan Network Services	DHCP Relay
Wan Network Services	NAT, DHCP Client
Local Break Out (1)	Implicit
Firewall (2)	Implicit
External Gateway Support	Yes
Overlay Tunnelling	Ipssec
Topology	Automatic Hub&Spoke Manual Spoke to Spoke
High Availability (VRRP)	Yes
Number of Users	<5000
Total Number of Connections	256,000
Max Encryption (IPsec)	400 Mbps
Total Compression	150 Mbps
SRE Connections	10,000
SSL Opt. Server Side Connections	10,000
SSL Opt. Client Side Connections	10,000
Ipssec Tunnels	256

IP|E 40 AX



Model	ip e 40se	ip e 40ax	ip e 40se v2	ip e 40ax v2
Deployment Mode	MultWAN (L3/W)	MultWAN (L3/W)	MultWAN (L3/W)	MultWAN (L3/W)
Network Interfaces	Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-TX	Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-TX	Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-TX	Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-TX
WAN Interface Type (L2/L3)	L3	L3	L3	L3
Visibility, Control and DWS	Yes	Yes	Yes	Yes
Wan Optimization	No	Yes	No	Yes
SSL Optimization	No	Yes	No	Yes
Cloud Application Discovery	Yes	Yes	Yes	Yes
Routing	IPv4	IPv4	IPv4	IPv4
Routing Protocol (Lan/Wan)	Static, BGP, OSPF	Static, BGP, OSPF	Static, BGP, OSPF	Static, BGP, OSPF
Lan Network Services	DHCP Relay	DHCP Relay	DHCP Relay	DHCP Relay
Wan Network Services	NAT, DHCP Client	NAT, DHCP Client	NAT, DHCP Client	NAT, DHCP Client
Local Break Out (1)	Implicit	Implicit	Implicit	Implicit
Firewall (2)	Implicit	Implicit	Implicit	Implicit
External Gateway Support	Yes	Yes	Yes	Yes
Overlay Tunneling	IPsec	IPsec	IPsec	IPsec
Topology	Automatic Hub&Spoke Manual Spoke to Spoke	Automatic Hub&Spoke Manual Spoke to Spoke	Automatic Hub&Spoke Manual Spoke to Spoke	Automatic Hub&Spoke Manual Spoke to Spoke
High Availability (VRRP)	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of Users	<100	<300	<300	<300
Total Number of Connections	5,000	15,000	15,000	15,000
Max Encryption (IPsec)	30 Mbps	30 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
Total Compression	N/A	20 Mbps	N/A	80 Mbps
SRE Connections	N/A	2,000	N/A	2,000
SSL Opt. Server Side Connections	N/A	N/A	N/A	N/A
SSL Opt. Client Side Connections	N/A	500	N/A	500
IPsec Tunnels	12	12	24	24

IP|E 30 AX



Model	iple 30 so	iple 30ax
Deployment Mode	MultiWAN (1L/3W)	MultiWAN (1L/3W)
Network Interfaces	Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-TX	Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-TX
WAN Interface Type (L2/L3)	L3	L3
Visibility, Control and DWS	Yes	Yes
Wan Optimization	No	Yes
SSL Optimization	No	Yes
Cloud Application Discovery	Yes	Yes
Routing	Ipv4	Ipv4
Routing Protocol (Lan/Wan)	Static, BGP, OSPF	Static, BGP, OSPF
Lan Network Services	DHCP Relay	DHCP Relay
Wan Network Services	NAT, DHCP Client	NAT, DHCP Client
Local Break Out (1)	Implicit	Implicit
Firewall (2)	Implicit	Implicit
External Gateway Support	Yes	Yes
Overlay Tunneling	Ipssec	Ipssec
Topology	Automatic Hub&Spoke Manual Spoke to Spoke	Automatic Hub&Spoke Manual Spoke to Spoke
High Availability (VRRP)	Yes	Yes
Number of Users	<100	<100
Total Number of Connections	5,000	5,000
Max Encryption (IPsec)	100 Mbps	100 Mbps
Total Compression	N/A	40 Mbps
SRE Connections	N/A	500
SSL Opt. Server Side Connections	N/A	N/A
SSL Opt. Client Side Connections	N/A	500
Ipssec Tunnels	12	12

ANEXO C

Cronograma de instalación de equipos

Sede	DEPARTAMENTO	Nueva Distribución de los Equipos SDWAN	Hora de Instalación	Fecha de instalación
aguas verdes	Tumbes	ip e30ax	2:00 p. m.	24/08/2020
Arequipa	Arequipa	ip e40ax	10:00 a. m.	25/08/2020
Ate – vitarte	Lima	Tele -engine		
Ayabaca	Piura	Tele -engine		
Balta Mercado	Lambayeque	Tele -engine		
Barranca	Lima	ip e30ax	9:00 a. m.	24/08/2020
Bellavista	Piura	Tele -engine		
Buenos Aires	Piura	Tele -engine		
Cajabamba	Cajamarca	Tele -engine		
Cajamarca	Cajamarca	ip e30ax		22/08/2020
Camana	Arequipa	Tele -engine		
Caraz	Tumbes	Tele -engine		
Casma	Ancash	Tele -engine		
castilla	Piura	Tele -engine		
Cerro Colorado	Arequipa	ip e30ax		21/08/2020
Chancay	Lima	ip e30ax	10:00 a. m.	25/08/2020
Chepen	La Libertad	ip e30ax	11:00 a. m.	29/08/2020
Chiclayo	Lambayeque	ip e40ax		25/08/2020
Chimbote	Ancash	ip e30ax		22/08/2020
Chincha	Ica	ip e30ax	10:00 a. m.	24/08/2020
Chocope	La Libertad	Tele -engine		
Chulucanas	Piura	ip e30ax		22/08/2020
Comas	Lima	ip e30ax		20/08/2020
CPD CTL	Lima	ip e400ax		
CPD CTL	Lima	ip e400ax		
CPD Sullana	Piura	ip e400ax	3:00 p. m.	28/08/2020 29/08/2020

CPD Sullana	Piura	ip e400ax	3:00 p. m.	28/08/2020 29/08/2020
CPD Sullana	Piura	NO APLICA		
cruceta	Piura	Tele -engine		
El porvenir	La Libertad	Tele -engine		
El Tambo - Huancayo	Junin	ip e30ax	3:00 p. m.	24/08/2020
Gran Chimu - SJL	Lima	Tele -engine		
Huacho	Lima	ip e30ax	2:00 p. m.	24/08/2020
huacho oficina	Lima	Tele -engine		
Huaral	Lima	ip e30ax	12:00 p. m.	25/08/2020
Huaraz	Ancash	ip e30ax		18/08/2020
Huaura	Lima	Tele -engine		
Ignacio escudero	Piura	ip e30ax		22/08/2020
ILO	Moquegua	ip e30ax		20/08/2020
Imperial	Lima	ip e30ax	9:00 a. m.	29/08/2020
Jaen	Cajamarca	ip e30ax		29/08/2020
Jesus Maria	Lima	ip e30ax		29/08/2020
JL Bustamante y Rivero	Arequipa	Tele -engine		29/08/2020
Jose de Lama	Piura	ip e30ax	3:00 p. m.	
Juliaca	Puno	ip e30ax	9:00 a. m.	29/08/2020
Juliaca Las mercedes	Puno	Tele -engine		
La Hermelinda	La Libertad	ip e30ax		21/08/2020
La Quebrada	Piura	Tele -engine		
La union	Piura	Tele -engine		
La Victoria	Lima	ip e30ax		21/08/2020
lambayeque	Lambayeque	ip e30ax	10:00 a. m.	24/08/2020
Las lomas	Piura	Tele -engine		
Lima Centro	Lima	ip e30ax		17/08/2020
Los Olivos	Lima	ip e30ax		20/08/2020
Los Organos	Piura	Tele -engine		
Majes	Arequipa	Tele -engine		
mancora	Piura	Tele -engine		
Micaela Bastidas	Piura	Tele -engine		
Miraflores - Arequipa	Arequipa	Tele -engine		
Montenegro - SJL	Lima	Tele -engine		

Moquegua	Moquegua	ip e30ax		19/08/2020
Morropon	Piura	Tele -engine		
Moshoqueque	Lambayeque	ip e30ax	9:00 a. m.	29/08/2020
Motupe	Lambayeque	Tele -engine		
Olmos	Lambayeque	Tele -engine		
Oyon - churin	Lima	Tele -engine		
Paita	Piura	Tele -engine		
Paita Alta	Piura	ip e30ax		20/08/2020
Paramonga	Lima	Tele -engine		
Paucarpata - Arequipa	Arequipa	Tele -engine		
Piura Agencia	Piura	ip e30ax		20/08/2020
Piura Centro	Piura	ip e30ax		21/08/2020
Piura Centro Adm.	Piura	Tele -engine		
Pte piedra	Lima	ip e30ax		18/08/2020
Querecotillo	Piura	Tele -engine		
San Borja	Lima	ip e400ax		19/08/2020
San Ignacio	Cajamarca	ip e30ax	11:00 a. m.	29/08/2020
San Isidro	Lima	Tele -engine		
San Jeronimo	Cusco	ip e30ax	12:00 p. m.	24/08/2020
San Juan De Lurigancho	Lima	ip e30ax	12:00 p. m.	24/08/2020
Santa rosa	Piura	Tele -engine		
Sechura	Piura	ip e30ax	12:00 p. m.	24/08/2020
Sede Reniec	Lima	Tele -engine		
Sede Unibanca	Lima	Tele -engine		
supe	Lima	Tele -engine		
Talara	Piura	ip e30ax		21/08/2020
Talara Alta	Piura	ip e30ax		20/08/2020
Tambogrande	Piura	Tele -engine		
Trujillo	La Libertad	ip e30ax		19/08/2020
Tumbes	Tumbes	ip e30ax		19/08/2020
ventanilla	Lima	ip e30ax		18/08/2020
Viru	La Libertad	ip e30ax		22/08/2020
Viviate	Piura	Tele -engine		
Wan chaq	Cusco	ip e30ax		21/08/2020
Yungay	Ancash	Tele -engine		
Zorritos	Tumbes	Tele -engine		

ANEXO D

Lista de equipos por sede

Sede	DEPARTAMENTO	Nueva Distribucion de los Equipos SDWAN
aguas verdes	Tumbes	ip e30ax
Arequipa	Arequipa	ip e40ax
Ate - vitarte	Lima	Tele -engine
Ayabaca	Piura	Tele -engine
Balta Mercado	Lambayeque	Tele -engine
Barranca	Lima	ip e30ax
Bellavista	Piura	Tele -engine
Buenos Aires	Piura	Tele -engine
Cajabamba	Cajamarca	Tele -engine
Cajamarca	Cajamarca	ip e30ax
Camana	Arequipa	Tele -engine
Caraz	Tumbes	Tele -engine
Casma	Ancash	Tele -engine
castilla	Piura	Tele -engine
Cerro Colorado	Arequipa	ip e30ax
Chancay	Lima	ip e30ax
Chepen	La Libertad	ip e30ax
Chiclayo	Lambayeque	ip e40ax
Chimbote	Ancash	ip e30ax
Chincha	Ica	ip e30ax
Chocope	La Libertad	Tele -engine
Chulucanas	Piura	ip e30ax
Comas	Lima	ip e30ax
CPD CTL	Lima	ip e400ax

CPD CTL	Lima	ip e400ax
CPD Sullana	Piura	ip e400ax
CPD Sullana	Piura	ip e400ax
CPD Sullana	Piura	NO APLICA
cruceta	Piura	Tele -engine
El porvenir	La Libertad	Tele -engine
El Tambo - Huancayo	Junin	ip e30ax
Gran Chimú - SJL	Lima	Tele -engine
Huacho	Lima	ip e30ax
huacho oficina	Lima	Tele -engine
Huaral	Lima	ip e30ax
Huaraz	Ancash	ip e30ax
Huaura	Lima	Tele -engine
Ignacio escudero	Piura	ip e30ax
ILO	Moquegua	ip e30ax
Imperial	Lima	ip e30ax
Jaen	Cajamarca	ip e30ax
Jesus Maria	Lima	ip e30ax
JL Bustamante y Rivero	Arequipa	Tele -engine
Jose de Lama	Piura	ip e30ax
Juliaca	Puno	ip e30ax
Juliaca Las mercedes	Puno	Tele -engine
La Hermelinda	La Libertad	ip e30ax
La Quebrada	Piura	Tele -engine
La union	Piura	Tele -engine
La Victoria	Lima	ip e30ax
lambayeque	Lambayeque	ip e30ax
Las lomas	Piura	Tele -engine
Lima Centro	Lima	ip e30ax
Los Olivos	Lima	ip e30ax
Los Organos	Piura	Tele -engine
Majes	Arequipa	Tele -engine
mancora	Piura	Tele -engine

Micaela Bastidas	Piura	Tele -engine
Miraflores - Arequipa	Arequipa	Tele -engine
Montenegro - SJL	Lima	Tele -engine
Moquegua	Moquegua	ip e30ax
Morropón	Piura	Tele -engine
Moshoqueque	Lambayeque	ip e30ax
Motupe	Lambayeque	Tele -engine
Olmos	Lambayeque	Tele -engine
Oyon - churin	Lima	Tele -engine
Paita	Piura	Tele -engine
Paita Alta	Piura	ip e30ax
Paramonga	Lima	Tele -engine
Paucarpata - Arequipa	Arequipa	Tele -engine
Piura Agencia	Piura	ip e30ax
Piura Centro	Piura	ip e30ax
Piura Centro Adm.	Piura	Tele -engine
Pte piedra	Lima	ip e30ax
Querecotillo	Piura	Tele -engine
San Borja	Lima	ip e400ax
San Ignacio	Cajamarca	ip e30ax
San Isidro	Lima	Tele -engine
San Jeronimo	Cusco	ip e30ax
San Juan De Lurigancho	Lima	ip e30ax
Santa rosa	Piura	Tele -engine
Sechura	Piura	ip e30ax
Sede Reniec	Lima	Tele -engine
Sede Unibanca	Lima	Tele -engine
supe	Lima	Tele -engine
Talara	Piura	ip e30ax
Talara Alta	Piura	ip e30ax
Tambogrande	Piura	Tele -engine
Trujillo	La Libertad	ip e30ax
Tumbes	Tumbes	ip e30ax
ventanilla	Lima	ip e30ax
Viru	La Libertad	ip e30ax
Viviate	Piura	Tele -engine
Wan chaq	Cusco	ip e30ax
Yungay	Ancash	Tele -engine
Zorritos	Tumbes	Tele -engine

ANEXO E

Respuesta al requerimiento de información técnica y facilidades para la configuración

Sede	Marca	Nueva Distribución de los Equipos SDWAN	ANCHO DE BANDA REQUERIDO VPN (Mbps)	ANCHO DE BANDA VPN OFERTADO (Mbps)
aguas verdes	IPANEMA	ip e30ax	10	20
Barranca	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Cajamarca	IPANEMA	ip e30ax	15	30
Chancay	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Chepen	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Chiclayo	IPANEMA	ip e40ax	2	4
Chimbote	IPANEMA	ip e30ax	10	20
Chincha	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Chulucanas	IPANEMA	ip e30ax	10	20
El Tambo - Huancayo	IPANEMA	ip e30ax	10	20
Huacho	IPANEMA	ip e30ax	12	24
Huaral	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Huaraz	IPANEMA	ip e30ax	10	20
Ignacio escudero	IPANEMA	ip e30ax		1000
ILO	IPANEMA	ip e30ax		
Imperial	IPANEMA	ip e30ax		500
Jaen	IPANEMA	ip e30ax	6	6
Jose de Lama	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Juliaca	IPANEMA	ip e30ax	8	16
La Hermelinda	IPANEMA	ip e30ax	10	20
lambayeque	IPANEMA	ip e30ax	10	20
Moquegua	IPANEMA	ip e30ax	10	20
Paita Alta	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Piura Agencia	IPANEMA	ip e30ax	2	4
Piura Centro	IPANEMA	ip e30ax	10	20
San Ignacio	IPANEMA	ip e30ax	8	16
San Jeronimo	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Sechura	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Talara	IPANEMA	ip e30ax	2	4
Talara Alta	IPANEMA	ip e30ax	2	4
Trujillo	IPANEMA	ip e30ax	10	20

Tumbes	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Viru	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Wan chaq	IPANEMA	ip e30ax	2	4
Comas	IPANEMA	ip e30ax	12	24
CPD CTL	IPANEMA	ip e400ax	15	30
CPD CTL	IPANEMA	ip e400ax	12	24
Jesus Maria	IPANEMA	ip e30ax	20	40
La Victoria	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Lima Centro	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Los Olivos	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Moshoqueque	IPANEMA	ip e30ax	10	20
San Borja	IPANEMA	ip e400ax	12	24
San Juan De Lurigancho	IPANEMA	ip e30ax	8	16
ventanilla	IPANEMA	ip e30ax	8	16
Pte piedra	IPANEMA	ip e30ax	12	24
Arequipa	IPANEMA	ip e40ax	15	30
CPD Sullana	IPANEMA	ip e400ax	8	16
CPD Sullana	IPANEMA	ip e400ax	2	4
Cerro Colorado	IPANEMA	ip e30ax		16

ANEXO F

Tabla del procedimiento de instalación de equipos SD-WAN.

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	VALIDACION DEL AMBIENTE PARA LA INSTALACION DEL EQUIPO: El personal técnico será responsable de revisar el espacio para la instalación del equipo, además verificará la toma de energía.	proveedor
2	Si se evidencia que no se cuenta con el ambiente adecuado, es decir no hay espacio suficiente para rackear el equipo o no hay tomas de energía, inmediatamente se finalizara el trabajo. Pasar al punto 14.	proveedor
3	VALIDACION DE CANTIDAD DE ENLACES WAN: El personal técnico verificará si existe 2 o más enlaces, podrá ayudarse del inventario de las sedes el cual será proporcionado por caja Sullana.	proveedor
4	IDENTIFICACION DE LOS PUERTOS LAN DEL ROUTER: El personal técnico validara el puerto LAN del router. Si existiera 2 enlaces identificara los puertos LAN de los 2 routers. La finalidad de esto es la	proveedor

	identificación de los puertos para la conexión de los cables que provienen del equipo Ipanema.	
5	INSTALACION DEL EQUIPO EN EL RACK DE COMUNICACIONES: El personal técnico instalara el equipo en el espacio que considere adecuado, previamente coordinado con el área de sistemas.	proveedor
6	VALIDACION DE CONEXIÓN DEL EQUIPO: El personal técnico validara si los leds en la parte frontal del equipo se encuentran encendidos. Luego conectara su laptop con un cable consola al puerto consola del equipo. Previamente el personal deberá tener instalado un terminal software para la conexión por el puerto COM.	proveedor
7	VALIDACION DE LA CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS: El personal Técnico validara la configuración del equipo para ello se ayudará de la plantilla que se le proporcionara. Identificara el hostname, la ip de red y Gateway, DNS, reversor y si está habilitado el modo multiwan.	proveedor
8	IDENTIFICAR DIRECCIONES MAC e IP DEL ROUTER: El personal técnico identificara las Mac del router en caso hubiera 2 enlaces, identificara las 2 MAC. Asimismo mediante un ARP identificara las IP del router. La plantilla que se le proporcionará será de ayuda para la identificación.	proveedor
9	PRUEBAS DE CONECTIVIDAD DESDE LA CONSOLA: El personal técnico validara con un ping desde la consola del equipo hacia el router de cabecera ubicados en los centros de datos, ping a los DNS, así como a internet.	proveedor
10	APROVISIONAR LOS APPLIANCES FISICOS El personal técnico ubicado en lima se encarga de aprovisionar los appliances en coordinación con el personal técnico ubicado en la sede remota. El personal técnico ubicado en lima configurara el nombre del site, main public address y por último configurar los WAN Access primario y secundario en el equipo orquestador (SALSA)	proveedor
11	APROVISIONAR LOS TELE-ENGINE (EQUIPOS VIRTUALES): El personal técnico ubicado en Lima se encargará de configurar el nombre del site, activar la modalidad teleengine, configurar WAN Access y por último crear el topology subnets (agregar redes). Toda esta configuración se realizará en el equipo orquestador (SALSA).	proveedor

12	<p align="center">VERIFICACION Y SUPERVISION DEL MAPEO DE LOS DISPOSITIVOS: El personal técnico de Lima se encargará de verificar en la plataforma Salsa el status map de los equipos recientemente instalados. La correcta instalación se evidenciará cuando se logre ver mapeado el dispositivo en el equipo Salsa.</p>	proveedor
13	<p align="center">FIN DE ACTIVIDAD.</p>	proveedor
14	<p>FIN DE ACTIVIDAD: Dado que no se cumple con las condiciones de instalación, se aborta el trabajo y se le informara al cliente.</p>	proveedor