Sustentación Técnica Integral de la Propuesta Ruckus

Introducción

La presente propuesta se fundamenta en la implementación de una infraestructura de red inalámbrica robusta, escalable y segura, utilizando equipos de la marca **Ruckus Networks.** Se ha realizado un análisis exhaustivo del anexo técnico proporcionado, comparando sus requisitos con las especificaciones de los modelos más avanzados de Ruckus.

El objetivo de este documento es justificar la selección de cada componente, destacando cómo los equipos Ruckus no solo cumplen con los requisitos solicitados, sino que los superan en aspectos clave que garantizan la longevidad, el rendimiento y la capacidad de adaptación de la red.

1. Controladora de Red Inalámbrica: Ruckus SmartZone 300 (SZ300)

La Ruckus SmartZone 300 es la plataforma de gestión y control centralizado para toda la infraestructura Wi-Fi.

1.1. Justificación de la Propuesta

El SZ300 es una controladora de clase empresarial diseñada para redes de gran escala. No solo cumple con todos los requisitos del anexo, sino que los supera en capacidad, rendimiento y funcionalidades avanzadas, ofreciendo una garantía robusta de escalabilidad y fiabilidad.

1.2. Análisis Detallado de Cumplimiento

- **Capacidad de Crecimiento y Escalabilidad Masiva:**
  - **Requisito del Anexo:** ≥ 8,000 usuarios simultáneos y ≥ 500 Puntos de Acceso (APs).
  - **SZ300 Ofrece:** Hasta **100,000 usuarios** y **10,000 APs** por clúster.

Justificación y Beneficio: Superar los requisitos de capacidad en un orden de magnitud tan elevado (más de 12 veces en usuarios y 20 veces en APs) es la principal garantía de futuro para la inversión. Esto asegura que la red podrá absorber sin problemas:

- **Crecimiento Orgánico:** Un aumento futuro en el número de funcionarios o personal flotante.

- **Densificación de la Red:** La posibilidad de añadir más APs en el futuro para mejorar la cobertura o capacidad en áreas de alta demanda sin necesidad de reemplazar la controladora.

- **Adopción de Nuevas Tecnologías:** La explosión de dispositivos IoT (Internet de las Cosas) y políticas de BYOD (Traiga su Propio Dispositivo) no representarán un problema para la capacidad de la controladora.

- **Conectividad Superior y Redundancia:**

    - **Requisito del Anexo:** Un puerto mínimo de 10 Gbps para HA.
    - **SZ300 Ofrece: 4 puertos de 1/10 GbE SFP+**.

Justificación y Beneficio: La disponibilidad de múltiples puertos de alta velocidad permite una arquitectura de red más resiliente y de mayor rendimiento. Se pueden configurar enlaces redundantes para la alta disponibilidad y, simultáneamente, tener uplinks de alta velocidad hacia el núcleo de la red, minimizando cualquier punto único de fallo y maximizando el ancho de banda disponible.

- **Seguridad Avanzada a Nivel de Aplicación:**
    - **Requisito del Anexo:** Soportar ACLs por IP, puerto, aplicación y usuario.
    - **SZ300 Ofrece:** Inspección y filtrado de tráfico a **Nivel 7 (L7)**.

Justificación y Beneficio: Ir más allá del filtrado básico permite a la entidad tener un control granular sobre el tipo de tráfico que cursa por la red inalámbrica. Con el filtrado L7, es posible identificar y aplicar políticas a aplicaciones específicas (p. ej., redes sociales, streaming de video, herramientas colaborativas). Esto se traduce en:

- **Mayor Seguridad:** Bloqueo de aplicaciones no deseadas o maliciosas.
- **Optimización del Ancho de Banda:** Priorización de aplicaciones críticas para el negocio sobre las de entretenimiento.
- **Visibilidad Completa:** Generación de reportes detallados sobre el uso de aplicaciones en la red.

2. Access Point Indoor: Ruckus R770

El Ruckus R770 es un Access Point Indoor de vanguardia, compatible con el estándar Wi-Fi 7.

2.1. Justificación de la Propuesta

El R770 es un equipo de alto rendimiento diseñado para entornos de alta densidad, ofreciendo las últimas innovaciones en conectividad inalámbrica. Si bien excede significativamente los

requisitos de velocidad y capacidad, presenta algunas discrepancias que se justifican por la interpretación de estándares de la industria y las limitaciones físicas de la tecnología actual.

2.2. Análisis Detallado de Cumplimiento

- **Tecnología de Última Generación (Wi-Fi 7):**
    - **Requisito del Anexo:** Wi-Fi 7.
    - **R770 Ofrece: Wi-Fi 7 (802.11be)** con funcionalidades como MLO, 4K-QAM y canales de 320 MHz.
    - **Justificación/Beneficio:** La adopción del estándar Wi-Fi 7 garantiza el acceso a las últimas tecnologías de red inalámbrica, ofreciendo el máximo rendimiento, eficiencia y capacidad disponible, preparando la red para los próximos años.

- **Capacidad y Velocidad Agregada Superior:**
    - **Requisito del Anexo:** 15-18 Gbps agregados, ≥ 600 usuarios.
    - **R770 Ofrece: 18.688 Gbps agregados**, con soporte para **1536 usuarios**.
    - **Justificación/Beneficio:** El R770 no solo cumple, sino que se posiciona en el extremo superior de la velocidad agregada solicitada y triplica la capacidad de usuarios, lo que lo hace ideal para entornos de alta densidad y garantiza un rendimiento óptimo incluso en momentos de máxima concurrencia.

- **Conectividad Ethernet de Alta Velocidad:**
    - **Requisito del Anexo:** 1x 10 Gbps + 1x 5 Gbps.
    - **R770 Ofrece: 2 puertos de 10 GbE**.
    - **Justificación/Beneficio:** Superar el requisito con dos puertos de 10 GbE proporciona flexibilidad para configuraciones redundantes o para escenarios de agregación de enlaces, eliminando posibles cuellos de botella en la conexión cableada del AP.

- **Discrepancia 1: Consumo Máximo de Energía**
    - **Requisito del Anexo:** ≤ 35W.
    - **R770 Consume:** ~41.1W.
    - **Justificación/Aclaración:** El requisito de 35W, aunque estricto, es bajo para un AP Wi-Fi 7 de alto rendimiento con triple radio y 4x4 MIMO. El R770 consume más debido a sus capacidades superiores y a la potencia necesaria para sus radios Wi-Fi 7. Este mayor consumo es directamente proporcional al rendimiento avanzado que ofrece, siendo un trade-off necesario para la tecnología de punta. Se sugiere una reevaluación del límite de consumo en el anexo.

- **Discrepancia 2: MIMO 4x4 en la banda de 2.4 GHz**

- **Requisito del Anexo:** 4x4 en CADA banda (2.4, 5, 6 GHz).
- **R770 Ofrece:** 2x2 en 2.4 GHz, 4x4 en 5 GHz y 4x4 en 6 GHz.
- **Justificación/Aclaración:** La configuración 2x2 en 2.4 GHz es un estándar de diseño en los APs Wi-Fi 7 de alta gama. Esta banda está muy saturada y se utiliza principalmente para compatibilidad con dispositivos legados y servicios de bajo ancho de banda. Los flujos 4x4 se reservan para las bandas de 5 GHz y 6 GHz, donde el rendimiento y la capacidad son críticos. La decisión de ingeniería del R770 optimiza los recursos para el rendimiento real, no para un uso ineficiente de la banda de 2.4 GHz.

3. Access Point Outdoor: Ruckus T670 (Wi-Fi 6E) - Justificación Técnica y Normativa

3.1. Objeto de la Justificación

El presente documento tiene por objeto justificar técnica y normativamente la aceptación del punto de acceso outdoor Ruckus T670 (Wi-Fi 6E), frente a los requisitos establecidos en el Anexo Técnico del proceso de contratación, en atención a los principios de selección objetiva, razonabilidad técnica y viabilidad regulatoria, conforme al marco normativo colombiano vigente.

3.2. Cumplimiento del Estándar Wi-Fi Exigido

El Anexo Técnico establece como requisito mínimo el cumplimiento del estándar Wi-Fi 7 o, alternativamente, Wi-Fi 6E.

El equipo Ruckus T670 cumple con el estándar IEEE 802.11ax extendido a la banda de 6 GHz (Wi-Fi 6E), habilitando operación en las bandas 2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz, por lo cual satisface plenamente el requisito técnico mínimo exigido.

3.3. Funcionalidades Avanzadas Asociadas a Wi-Fi 7

Las funcionalidades Multi-Link Operation (MLO), 4K-QAM y canales de 320 MHz corresponden exclusivamente al estándar IEEE 802.11be (Wi-Fi 7).

En virtud de que el equipo propuesto corresponde a una solución Wi-Fi 6E, dichas funcionalidades no son técnica ni normativamente exigibles, sin que ello afecte los objetivos del proyecto.

Este criterio se fundamenta en el principio de proporcionalidad técnica, conforme al cual: No es procedente descalificar una solución que cumple el estándar mínimo requerido, por no incorporar funcionalidades propias de un estándar superior no obligatorio.

3.4. Arquitectura Outdoor y Resistencia Ambiental

El Ruckus T670 cuenta con:

- Certificación IP67
- Diseño industrial para operación en ambientes exteriores
- Resistencia a polvo, humedad, radiación solar y variaciones térmicas

Por lo anterior, cumple integralmente el requisito de resistencia a clima externo establecido en el Anexo Técnico.

3.5. Arquitectura MIMO por Banda

El Anexo Técnico solicita 4x4 MIMO en cada banda (2.4 / 5 / 6 GHz).

Justificación Técnica de Cumplimiento Parcial: A la fecha del proceso contractual:

- No existen en el mercado equipos outdoor certificados (Wi-Fi 6E o Wi-Fi 7) que implementen 4x4 MIMO en la banda de 6 GHz.
- Todos los fabricantes líderes del mercado (Ruckus, Huawei, Extreme, Aruba) implementan arquitecturas:
  - 2x2 MIMO en 6 GHz
  - 4x4 MIMO en 5 GHz

En consecuencia, el requisito original resulta técnicamente no viable, por lo cual el Ruckus T670 representa la mejor solución técnica disponible y certificada, cumpliendo el principio de realidad tecnológica del mercado.

3.6. Puertos Ethernet y Capacidad de Backhaul

Aunque el Anexo Técnico solicita puertos de 10 Gbps y 5 Gbps, el equipo ofrece:

- 1 puerto 2.5 GbE
- 1 puerto 1 GbE

Justificación: En escenarios outdoor, la capacidad efectiva está limitada por:

- Condiciones radioeléctricas
- Regulación de potencia y espectro
- La interfaz 2.5 GbE es estándar industrial para soluciones Wi-Fi 6E outdoor
- El throughput inalámbrico agregado (~9.8 Gbps) no se traduce en tráfico simultáneo sostenido en campo

3.7. Capacidad de Usuarios, Potencia y SSIDs

El Ruckus T670:

- Soporta hasta 1.536 usuarios simultáneos
- Cumple potencia ≥ 20 dBm por banda
- Soporta 16 SSIDs por radio / 48 totales

Estos valores superan los mínimos exigidos, garantizando alta densidad y calidad del servicio.

3.8. Marco Normativo y Regulatorio Aplicable en Colombia

8.1 Marco Legal General

Ley 1341 de 2009 "Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información…"

- Establece el principio de neutralidad tecnológica
- Promueve la adopción de tecnologías eficientes y disponibles en el mercado
- Impide restricciones técnicas que limiten injustificadamente la pluralidad de oferentes La selección de Wi-Fi 6E se encuentra plenamente alineada con esta ley.

Ley 1978 de 2019 (Modifica la Ley 1341)

- Fortalece la competencia
- Prioriza eficiencia en el uso del espectro
- Fomenta el despliegue tecnológico conforme a disponibilidad real

8.2 Regulación del Espectro – Banda 6 GHz

ANE (Agencia Nacional del Espectro)

- Habilitó la banda 5925–7125 MHz para uso Wi-Fi 6E de baja potencia (LPI)
- Uso sin licencia, sujeto a homologación y certificación 🏛 **CRC (Comisión de Regulación de Comunicaciones)**
- Reconoce el uso de tecnologías Wi-Fi en bandas sin licencia
- No ha expedido regulación específica diferenciada para Wi-Fi 7 📌 En consecuencia:
- Wi-Fi 7 opera bajo el mismo marco regulatorio que Wi-Fi 6E
- No existen ventajas regulatorias adicionales para Wi-Fi 7 en Colombia a la fecha

8.3 MinTIC

El Ministerio TIC:

- Adopta las recomendaciones técnicas de la ANE
- No exige certificaciones superiores a Wi-Fi 6E para operación en 6 GHz

8.4 Certificación Wi-Fi Alliance

- El Ruckus T670 cuenta con Wi-Fi 6E Certified

- La certificación Wi-Fi 7 Certified no es obligatoria en Colombia
- Dicha certificación no habilita características adicionales mientras la regulación nacional no lo permita

3.9. Conclusión Técnico-Jurídica

La solución Ruckus T670 (Wi-Fi 6E):

- Cumple el estándar mínimo exigido Se ajusta al marco regulatorio colombiano vigente
- Respeta el principio de neutralidad tecnológica
- Representa el estado real del mercado
- Garantiza viabilidad técnica, legal y operativa

Las diferencias frente al Anexo Técnico corresponden a limitaciones estructurales del estándar y de la regulación nacional, y no constituyen incumplimiento sustancial del objeto contractual.

4. Switch de 24 Puertos: Ruckus ICX 8200-48PF2

El Ruckus ICX 8200-48PF2 es un switch de acceso multigigabit con PoE de alta potencia.

4.1. Justificación de la Propuesta

El ICX 8200-48PF2 es una plataforma de switching de acceso de última generación, ideal para redes inalámbricas de alta densidad. Supera los requisitos del anexo en densidad de puertos, capacidad de PoE, uplinks y rendimiento, ofreciendo una base sólida para la infraestructura de red cableada.

4.2. Análisis Detallado de Cumplimiento

- **Densidad de Puertos Multigigabit:**
    - **Requisito del Anexo:** 24 puertos 1/2.5/5 GbE.
    - **ICX 8200-48PF2 Ofrece: 48 puertos de 1/2.5 GbE** con PoE++.
    - **Justificación/Beneficio:** Ofrece el doble de puertos que lo solicitado. Esto permite una mayor densidad de conexión para los APs o cualquier otro dispositivo multigigabit, proporcionando una enorme flexibilidad y capacidad de expansión futura sin necesidad de adquirir switches adicionales.

- **Uplinks de Alta Velocidad y Flexibilidad:**
    - **Requisito del Anexo:** 6 módulos 10/25 GbE SFP28.
    - **ICX 8200-48PF2 Ofrece: 8 puertos de 1/10/25 GbE SFP28**.
    - **Justificación/Beneficio:** Supera el requisito en cantidad de puertos de uplink, ofreciendo 8 en lugar de 6. Esto mejora significativamente la redundancia y el

ancho de banda disponible hacia el núcleo o la capa de agregación, evitando cuellos de botella y garantizando la fluidez del tráfico.

- **Rendimiento de Switching Sobredimensionado:**
    - **Requisito del Anexo:** Throughput ≥ 1020 Gbps; Forwarding Rate ≥ 490 Mpps.
    - **ICX 8200-48PF2 Ofrece:** Throughput de **1.28 Tbps**; Forwarding Rate de **952 Mpps**.
    - **Justificación/Beneficio:** Las capacidades de switching del ICX 8200-48PF2 exceden ampliamente los mínimos solicitados, lo que asegura un rendimiento sin bloqueos incluso con todos los puertos operando a máxima capacidad, garantizando una red rápida y sin latencia para todas las aplicaciones.

5. Switch de 8 Puertos: Ruckus ICX 7150-C10ZP

El Ruckus ICX 7150-C10ZP es un switch compacto y fanless (sin ventilador), ideal para puntos de consolidación en oficinas o entornos donde el ruido es una preocupación.

5.1. Justificación de la Propuesta

El ICX 7150-C10ZP se propone como una solución práctica y eficiente para un switch de 8 puertos. Si bien el anexo técnico hereda requisitos de rendimiento (throughput, uplinks, fuentes de poder) que son totalmente irrealistas para un switch de este tamaño, el C10ZP cumple con la funcionalidad esencial para la que está diseñado: conectar dispositivos (APs, PCs) de forma robusta y silenciosa.

5.2. Análisis Detallado de Cumplimiento (Excesos y Discrepancias)

- **Puertos Multigigabit y Flexibilidad:**
    - **Requisito del Anexo:** ~8 puertos 1/2.5/5 GbE.
    - **ICX 7150-C10ZP Ofrece: 8 puertos PoE** (4x 1 GbE, 2x 2.5 GbE, 2x 10 GbE) más 2x 10 GbE SFP+ de uplink.
    - **Justificación/Beneficio:** Ofrece una combinación muy flexible de puertos multigigabit y 10 GbE, superior en velocidad individual de algunos puertos a lo estrictamente pedido. Esto permite conectar APs Wi-Fi 6/7 y otros dispositivos de alta demanda de forma eficiente.

- **Diseño Compacto, Fanless y Silencioso:**
    - **Requisito del Anexo:** 1U rack
    - **ICX 7150-C10ZP Ofrece:** Formato ultra compacto, **sin ventilador (fanless)**.
    - **Justificación/Beneficio:** Es perfecto para su instalación fuera de racks de comunicaciones o en lugares donde se requiere discreción.

- **Discrepancias Mayores (Requisitos Irrealistas del Anexo):**
    - **Requisito del Anexo (Heredado):** Throughput ≥ 1020 Gbps, Forwarding Rate ≥ 490 Mpps, 6x 25 GbE SFP28 uplinks, 2x 1000W fuentes redundantes hot-swap.
    - **ICX 7150-C10ZP Ofrece:** Throughput de 132 Gbps, Forwarding Rate de 98 Mpps, 2x 10 GbE SFP+ uplinks, fuente externa única.
    - **Justificación/Aclaración:** Estos requisitos del anexo son completamente **irrealizables y desproporcionados** para un switch de 8 puertos. Son una herencia errónea de la especificación de switches de 24 puertos de alta gama. El ICX 7150-C10ZP ofrece un rendimiento sin bloqueo para la carga esperada en un switch de 8 puertos, con uplinks de 10 GbE que son estándar en su categoría y superan con creces cualquier necesidad de un grupo pequeño de APs. Un switch de 8 puertos con fuentes redundantes y uplinks de 25 GbE simplemente no existe en el mercado.