

**Evaluación y modernización de estaciones base de antenas para la implementación de  
tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia**

**Santiago Esteban Blanco Medrano**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Telecomunicaciones**

**Director**

**Elizabeth Gelves**

**Magister en Administración de Empresas con Énfasis en Calidad, Seguridad y Medio  
Ambiente**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Ingeniería de Telecomunicaciones**

**2025**

**Contenido**

Introducción .....	9
1. Evaluación y modernización de estaciones base de antenas para la implementación de tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia .....	10
1.1 Planteamiento del problema .....	10
1.2 Justificación.....	11
1.3    Objetivos .....	13
1.3.1 Objetivo general .....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
2. Método.....	14
2.1 Participantes .....	14
2.2 Herramientas .....	15
2.3 Procedimientos .....	16
3. Resultados.....	20
3.1 Auditorías realizadas .....	20
3.2 Seguimiento a implementaciones en estaciones base .....	21
3.3 Impacto en la planificación de estaciones base .....	22
4. Conclusiones .....	22
Referencias.....	24

**Lista de tablas**

**Tabla 1.** *Resumen de los principales resultados obtenidos* ..... 23

**Lista de figuras**

**Figura 1.** . *Sección del documento LLD donde se indican las conexiones de RRU y Antena.....* 16

**Figura 2.** . *Ejemplo de reporte de cambios realizados en el documento LLD. ....* 18

**Figura 3.** . *Comunicado indicando un error en la conexión de los cables en el documento LLD.*  
..... 19

### **Resumen**

El presente trabajo aborda la evaluación y modernización de estaciones base para la implementación de tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia, con el objetivo de coordinar la identificación y planificación de la actualización de dispositivos críticos como antenas, radios de transmisión y módulos controladores. Para ello, se realizaron auditorías de planificación y conexiones de antenas, además de un seguimiento detallado a las implementaciones realizadas en campo. La metodología empleada incluyó la revisión de documentos de planeación, la verificación de configuraciones técnicas y la actualización de información en sistemas internos. Asimismo, se utilizaron herramientas digitales y plataformas especializadas para la gestión de infraestructura de telecomunicaciones. Entre los resultados obtenidos, se realizaron un total de 315 auditorías de planificación, 137 auditorías de conexiones de antenas y el seguimiento de 264 implementaciones en estaciones base. Estos datos permitieron optimizar la gestión documental, reducir errores en la implementación de redes y mejorar la disponibilidad de información para los equipos técnicos. Las conclusiones destacan la importancia de una gestión eficiente en la modernización de estaciones base, evidenciando el impacto positivo en la planificación, operación y mantenimiento de las redes móviles. Este estudio contribuye al fortalecimiento de la infraestructura de telecomunicaciones en Colombia, optimizando los procesos de transición hacia nuevas tecnologías y facilitando la integración de redes 4G y 5G.

*Palabras clave:* modernización de estaciones base, auditoría de redes móviles, implementación de 4G y 5G, telecomunicaciones en Colombia.

### **Abstract**

This study addresses the evaluation and modernization of base stations for the implementation of 4G and 5G mobile technologies in Colombia, aiming to coordinate the identification and planning of the upgrade of critical devices such as antennas, transmission radios, and controller modules. To achieve this, audits of planning documents and antenna connections were conducted, along with detailed monitoring of field implementations. The methodology included reviewing planning documents, verifying technical configurations, and updating information in internal systems. Additionally, digital tools and specialized platforms were used for managing telecommunications infrastructure. Among the results obtained, a total of 315 planning audits, 137 antenna connection audits, and the monitoring of 264 base station implementations were conducted. These efforts optimized document management, reduced errors in network implementation, and improved the availability of information for technical teams. The conclusions highlight the importance of efficient management in the modernization of base stations, demonstrating a positive impact on the planning, operation, and maintenance of mobile networks. This study contributes to strengthening Colombia's telecommunications infrastructure by optimizing the transition processes to new technologies and facilitating the integration of 4G and 5G networks.

*Keywords:* base station modernization, mobile network audit, 4G and 5G implementation, telecommunications in Colombia.

## Glosario

*4G (Cuarta Generación):* tecnología de comunicación móvil que permite velocidades de transmisión de datos superiores a las de 3G, mejorando la calidad del servicio y la capacidad de la red.

*5G (Quinta Generación):* evolución de la tecnología móvil que ofrece mayores velocidades de conexión, menor latencia y mayor capacidad de dispositivos conectados simultáneamente.

*Antena:* dispositivo utilizado para la transmisión y recepción de señales de radiofrecuencia en una estación base de telecomunicaciones.

*Auditoría de Red:* proceso de revisión y validación de la infraestructura de telecomunicaciones para garantizar su correcta configuración y funcionamiento.

*Base Station (Estación Base):* infraestructura de telecomunicaciones que conecta los dispositivos móviles a la red celular, permitiendo la transmisión y recepción de datos y voz.

*BBU (Baseband Unit):* componente de una estación base que procesa señales digitales antes de ser enviadas a la radiofrecuencia.

*CPRI (Common Public Radio Interface):* estándar de interfaz para la comunicación entre las unidades de radio remotas (RRU) y las unidades de banda base (BBU) en una estación base de telecomunicaciones. Permite la transmisión de señales digitales en redes móviles, optimizando el rendimiento y la eficiencia del sistema.

*Despliegue de Red:* proceso de instalación y activación de nuevos sitios de telecomunicaciones para expandir la cobertura de una red móvil.

*HLD (High-Level Design):* diseño de alto nivel que describe la arquitectura general de una estación base de telecomunicaciones. Incluye la distribución de los equipos, la configuración de la

red y las conexiones principales, sirviendo como referencia para la planificación y ejecución de la infraestructura.

*LLD (Low-Level Design):* diseño detallado de la infraestructura de una estación base, incluyendo la distribución y configuración específica de los equipos.

*Módulo Controlador:* dispositivo encargado de la gestión y operación de los diferentes elementos en una estación base de telecomunicaciones.

*Planificación de Red:* proceso de organización y diseño de la infraestructura de telecomunicaciones para garantizar la cobertura, capacidad y eficiencia del servicio móvil.

*Radio de Transmisión (RRU - Remote Radio Unit):* componente de una estación base encargado de la transmisión y recepción de señales de radiofrecuencia.

*Red de Telecomunicaciones:* conjunto de infraestructuras y sistemas diseñados para la transmisión de datos, voz y video entre dispositivos móviles o fijos.

*Reporte de Auditoría:* documento en el que se registran los hallazgos y observaciones obtenidos tras la revisión de la infraestructura de red.

*Transmisión de Datos:* proceso mediante el cual la información viaja entre dispositivos a través de una red de telecomunicaciones.

*UBBP (Universal Baseband Processing Unit):* módulo de procesamiento de banda base utilizado en estaciones base de telecomunicaciones. Su función principal es procesar señales digitales antes de ser transmitidas a través de la red de radio, optimizando el rendimiento y la eficiencia en tecnologías móviles como 4G y 5G.

## **Introducción**

El avance y actualización de las redes de telecomunicaciones en Colombia han adquirido una gran importancia en los años recientes debido al aumento exponencial de la necesidad de conectividad y eficacia en los servicios móviles. En este marco, el cambio hacia tecnologías 4G y 5G exige la modernización y optimización de la infraestructura en estaciones base, asegurando que elementos fundamentales, como antenas, transmisores de radio y módulos de control, se ajusten a los estándares técnicos requeridos para asegurar un servicio estable y eficiente.

Estudios previos han resaltado la importancia de una adecuada gestión de infraestructura para el despliegue de redes móviles de nueva generación, señalando que la planificación y auditoría de estaciones base permiten minimizar fallos, reducir costos operativos y mejorar la experiencia del usuario final [1].

Sin embargo, en el caso de Colombia, aún persisten desafíos en la modernización de estas infraestructuras, lo que hace necesario fortalecer los procesos de evaluación, actualización y documentación de los dispositivos involucrados en la prestación del servicio.

Este documento tiene como finalidad presentar las actividades realizadas en la Evaluación y Modernización de Estaciones Base de Antenas para la Implementación de Tecnologías Móviles 4G y 5G en Colombia, enfocándose en la coordinación de la identificación y planificación de la actualización de los equipos relacionados con estas redes. Para lograr esto, se llevaron a cabo auditorías de cambios en la planificación, se transmitieron actualizaciones a las áreas encargadas del diseño y despliegue de soluciones, y se identificaron discrepancias en los planes de implementación. Estas acciones hicieron posible la toma de decisiones informadas y optimizaron la gestión documental dentro de la empresa.

El presente informe se estructura de la siguiente manera: el capítulo 1 desarrolla el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la práctica profesional, estableciendo el contexto y la relevancia del estudio. En el capítulo 2, se describe el método empleado para la ejecución de las actividades. Posteriormente, en el capítulo 3, se presentan los resultados obtenidos a partir de la implementación de las estrategias propuestas. Finalmente, el capítulo 4 expone las conclusiones del trabajo, destacando su impacto en la optimización de procesos dentro de la empresa y su contribución a la modernización de las redes móviles en Colombia.

## **1. Evaluación y modernización de estaciones base de antenas para la implementación de tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia**

### **1.1 Planteamiento del problema**

El despliegue de tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia ha representado un desafío tanto técnico como estratégico para las empresas de telecomunicaciones. La modernización de las estaciones base es esencial para garantizar la eficiencia y compatibilidad de dispositivos como antenas, radios de transmisión y módulos controladores. Sin embargo, la falta de procedimientos estandarizados para la auditoría y actualización de estos equipos puede generar inconsistencias en la planificación, retrasos en la implementación y dificultades en la optimización de la red.

A pesar de los avances en la modernización de infraestructura, persisten desafíos en la integración eficiente de equipos de diferentes generaciones tecnológicas. La literatura existente ha abordado la importancia de la planificación y gestión de redes en la transición hacia tecnologías móviles avanzadas. Por ejemplo, se ha señalado que "la gestión de la red tiene como objetivo

garantizar que los recursos de la red estén disponibles para los usuarios de manera efectiva y rápida" [2].

Sin embargo, en el contexto colombiano, sigue habiendo incertidumbre sobre la mejor manera de coordinar los procesos de actualización en las estaciones base. Además, se han identificado oportunidades para mejorar la transmisión de información entre las áreas responsables de la planeación, ejecución y mantenimiento de estas infraestructuras, lo que impacta directamente en la calidad y estabilidad del servicio móvil.

En este contexto, la presente investigación busca responder a la siguiente pregunta:

¿Cómo coordinar eficientemente la identificación y planificación de la actualización de dispositivos en estaciones base para garantizar la compatibilidad y eficiencia de las tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia?

Este análisis se centra en crear un método estructurado para la administración y renovación de estaciones base, estableciendo tácticas que permitan optimizar la documentación, mejorar la colaboración entre los equipos técnicos y disminuir los plazos para implementar nuevas soluciones tecnológicas. Asimismo, intenta aportar al conocimiento en el área de la optimización de redes de telecomunicaciones, ofreciendo un marco de referencia que pueda ser útil en proyectos futuros de modernización.

## **1.2 Justificación**

La actualización de estaciones base para la implementación de tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia es un paso esencial en la evolución de las infraestructuras de telecomunicaciones. El aumento de la necesidad de conectividad, motivado por el incremento del tráfico de datos móviles y la incorporación de nuevas aplicaciones digitales, demanda redes más eficientes,

confiables y con mayor capacidad. En este escenario, la renovación y adecuada planificación de los dispositivos en las estaciones base, tales como antenas, radios de transmisión y módulos controladores, es clave para asegurar una transición exitosa hacia estas tecnologías avanzadas.

Desde una perspectiva científico-técnica, este estudio contribuye al desarrollo de metodologías para mejorar la gestión y modernización de redes de telecomunicaciones, optimizando la coordinación de procesos de auditoría y planificación en estaciones base. La correcta implementación de estas estrategias permite minimizar tiempos de inactividad, reducir costos operativos y mejorar la eficiencia del espectro radioeléctrico. Investigaciones recientes han demostrado que una gestión eficiente en la actualización de redes móviles es clave para optimizar el rendimiento de los sistemas de telecomunicaciones y garantizar una conectividad estable para los usuarios finales [3].

En cuanto al impacto económico y social, este trabajo apoya la optimización de los servicios de telecomunicaciones en Colombia, beneficiando tanto a los proveedores de red como a los consumidores finales. Una infraestructura de red más eficaz permite proporcionar mayores velocidades de conexión, disminuir la latencia y mejorar la cobertura en zonas urbanas y rurales, ayudando a disminuir la brecha digital en el país. De igual manera, una red moderna y bien administrada favorece la creación de nuevos servicios digitales, impulsando la innovación en áreas como la educación, la salud y el comercio.

Desde una perspectiva académica y educativa, este estudio ofrece conocimientos útiles en la mejora de redes móviles, actuando como un referente para investigaciones futuras en el ámbito de las telecomunicaciones. Asimismo, brinda a los expertos del sector herramientas metodológicas que facilitan la planificación y actualización de las infraestructuras de red, incrementando sus habilidades en la gestión de proyectos de telecomunicaciones.

En conclusión, esta investigación no solo añade valor al campo técnico y científico, sino que también produce efectos positivos en la industria y en la comunidad. La actualización de las estaciones base de telecomunicaciones es un factor crucial para el progreso de las redes móviles en Colombia y simboliza un avance esencial para la adopción completa de las tecnologías 4G y 5G, asegurando una conectividad más eficaz, accesible y sostenible en el país.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Coordinar la identificación y planificación de la actualización de dispositivos críticos en estaciones base, incluyendo antenas, radios de transmisión y módulos controladores, con el fin de garantizar su compatibilidad y eficiencia con las tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Dado que las responsabilidades fueron cambiantes durante el desarrollo del trabajo, los objetivos específicos evolucionaron en función de las necesidades del proyecto. A continuación, se presentan los principales objetivos abordados en las distintas fases de la práctica profesional.

1. Auditar la planificación y actualización de dispositivos críticos en estaciones base, mediante la revisión detallada de los procesos de implementación y la verificación del cumplimiento de los estándares técnicos, con el fin de asegurar que los cambios en la infraestructura estén correctamente documentados y reflejados en los sistemas internos, garantizando así la integridad y la trazabilidad de la información.

2. Revisar y actualizar la planificación de dispositivos en estaciones base, verificando las referencias y cantidades de equipos conforme a los requerimientos técnicos del cliente y las condiciones operativas de cada sitio. Esto se realizará mediante auditorías de planificación y validación documental, con el propósito de garantizar que la información más reciente esté disponible para los equipos técnicos y administrativos, facilitando una correcta implementación y optimización de la infraestructura de red.
3. Transmitir las actualizaciones en la planificación de dispositivos en estaciones base de tecnología móvil, a través de canales de comunicación eficientes y procedimientos estandarizados, con el fin de garantizar que las áreas responsables del estudio, diseño de soluciones y documentación cuenten con información actualizada y precisa para la toma de decisiones y la correcta implementación de los cambios.
4. Identificar las diferencias en la planificación del despliegue de estaciones base con respecto a periodos anteriores, mediante el análisis comparativo de datos históricos y actuales, con el fin de mejorar la precisión en la gestión de los recursos y la optimización de los tiempos de instalación, contribuyendo así a una ejecución más eficiente de los proyectos.

## **2. Método**

### **2.1 Participantes**

El proyecto se llevó a cabo en la empresa Huawei Technologies Co., Ltd., dentro del área de telecomunicaciones encargada de la planificación y modernización de estaciones base para tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia. Durante la práctica profesional, se trabajó en conjunto

con ingenieros de telecomunicaciones, técnicos de instalación y personal administrativo responsable de la documentación y planificación de la infraestructura de red. Asimismo, se interactuó con equipos de distintas áreas, como diseño de soluciones, gestión de inventarios y supervisión de implementación en campo.

## 2.2 Herramientas

Para la ejecución del proyecto, se utilizaron diversas herramientas tecnológicas y metodológicas, entre las cuales destacan:

- *Plataformas de gestión de infraestructura de red:* software especializado en la administración y actualización de estaciones base, permitiendo el control de dispositivos y la planificación de cambios en la infraestructura.
- *Hojas de cálculo en la nube:* utilizadas para registrar, actualizar y compartir información sobre los dispositivos a instalar, su configuración y el estado de implementación en cada estación base.
- *Sistemas internos de Huawei:* bases de datos y plataformas específicas de la empresa para la documentación de la planificación y gestión de las estaciones base.
- *Reportes técnicos y documentación de redes:* documentos de referencia sobre configuraciones de estaciones base, especificaciones de equipos y planes de despliegue.
- *Comunicación digital y reuniones de coordinación:* herramientas como correos electrónicos, chats corporativos y reuniones virtuales para la transmisión de información entre equipos de trabajo.

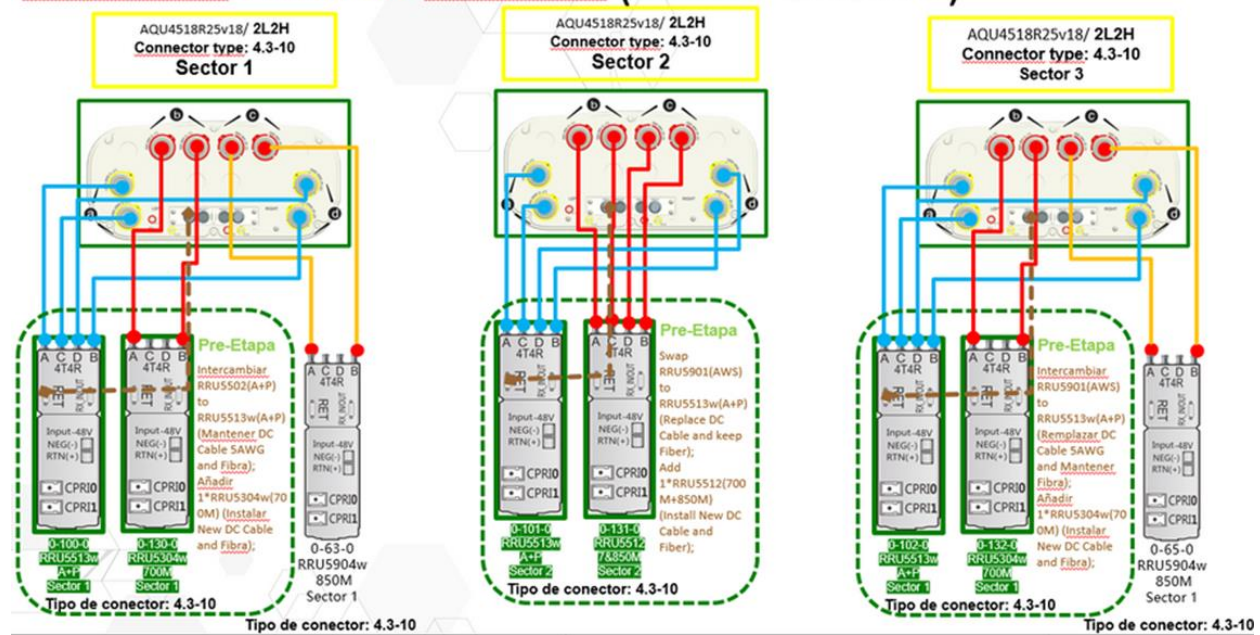
### 2.3 Procedimientos

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en distintas fases, alineadas con los objetivos específicos establecidos:

- *Auditoría y actualización de planificación:* Se revisaron listas de estaciones móviles que requerían modernización, verificando las referencias y cantidades de dispositivos a actualizar, y reportando cambios necesarios en la planeación.

Figura 1. Sección del documento LLD donde se indican las conexiones de RRU y Antena.

### Conexión Final de Antenas (Sector 1&2&3)



En la Figura 1 se muestra una parte de la información de la sección Conexión Final de Antenas. En esta sección se indica la referencia de las antenas, su configuración de operación en cantidad de bandas de frecuencia bajas (simbolizadas como "L") y bandas de frecuencia altas (simbolizadas como "H"). Además, se especifica el tipo de estándar de conexión utilizado en los puertos (en este caso, 4.3-10) y el sector al que pertenece cada antena.

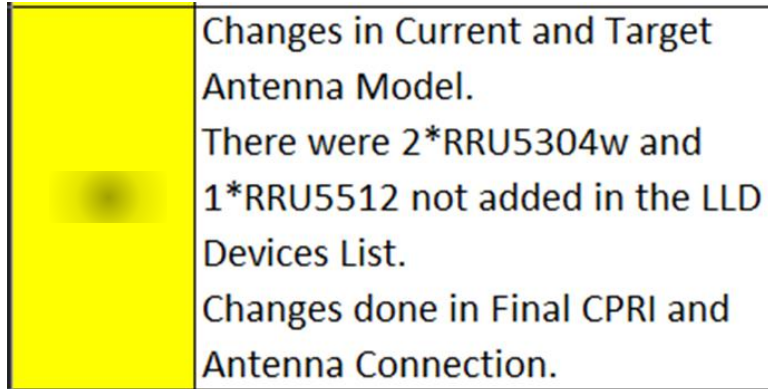
Posteriormente, se presenta gráficamente la zona de puertos de las antenas. Los puertos de color amarillo corresponden a bandas de frecuencias altas (1900 – 2100 MHz), mientras que los puertos de color rojo se usan para bandas de frecuencias bajas (700 – 850 MHz). Cada par de conectores forma un canal en su respectiva banda de frecuencia; por ello, se observan cuatro conectores por cada banda. Como se indica en la parte superior de la figura, hay dos canales de bandas bajas ("2L") y dos canales de bandas altas ("2H").

Los cables que conectan la antena con la RRU tienen colores distintos por dos razones. Primero, para evitar confusión entre los cables de diferentes RRUs; y segundo, porque, según el estándar, las tonalidades rojas corresponden a cables de bandas de frecuencia baja, mientras que las tonalidades azules corresponden a cables de bandas de frecuencia alta.

Además, se debe considerar que todos los elementos delineados en verde representan equipos que serán instalados en la estación base, mientras que los elementos sin delineado corresponden a componentes de la configuración anterior que se mantienen sin cambios.

Por último, se presentan gráficamente las RRU y, en formato de texto, se indica el puerto donde están conectadas al módulo UBBP, el cual se encuentra en la BBU. También se muestra la referencia de la RRU, su frecuencia de operación y el sector al que pertenece. Adicionalmente, en cada sector se señala si hay referencias intercambiadas de RRU, si se ha reemplazado el cable de alimentación DC y si se ha cambiado la fibra óptica que conecta la RRU con la UBBP.

**Figura 2.** Ejemplo de reporte de cambios realizados en el documento LLD.

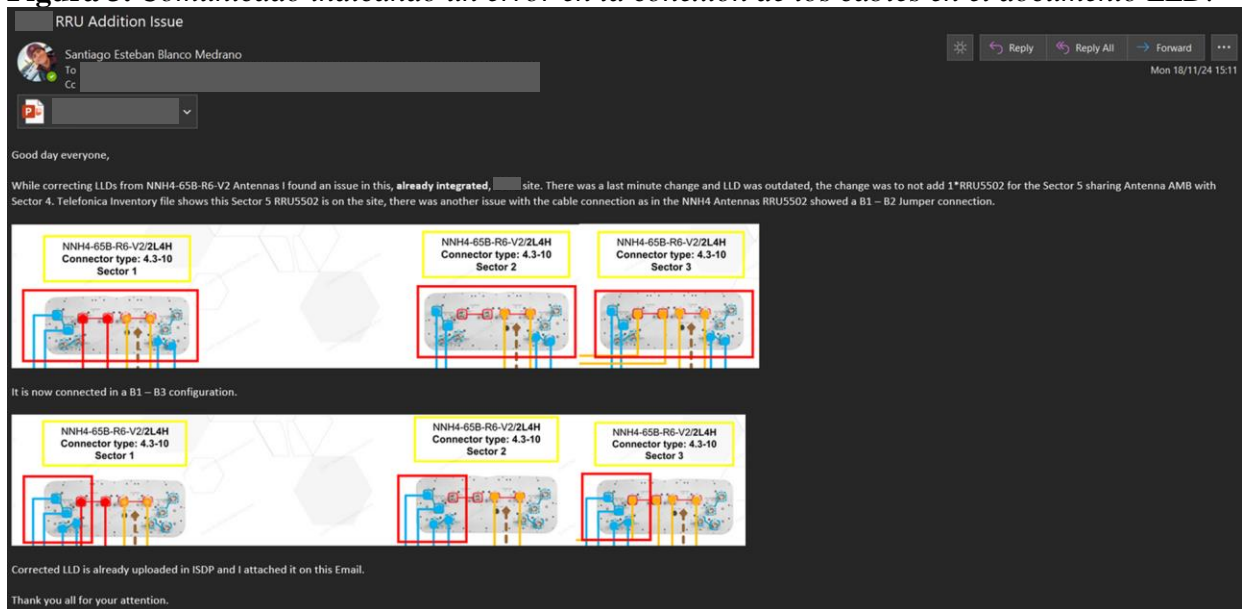


En la Figura 2 se evidencia un reporte que documenta todos los cambios aplicados en el LLD y verifica si coincide con su respectivo HLD. En caso de que no se requieran modificaciones, el estado se deja como "HLD and LLD coincide".

En este caso, sí se realizaron cambios. En primer lugar, se indica la actualización de la referencia en los campos Modelo de Antena Actual y Modelo de Antena Objetivo. Además, se señala que tres RRUs no estaban incluidas en la Lista de Materiales.

Por último, el reporte confirma que se realizaron modificaciones en las secciones de Conexión CPRI Final y Conexión de Antena Final.

- *Transmisión de información a áreas clave:* Se documentaron las modificaciones realizadas en la configuración de estaciones base y se aseguraron las actualizaciones en los sistemas internos y plataformas en la nube, garantizando que las áreas de diseño y planificación tuvieran acceso a la información actualizada.

**Figura 3.** Comunicado indicando un error en la conexión de los cables en el documento LLD.

En la Figura 3 se muestra un mensaje de correo electrónico en el que se informa sobre un error en las conexiones de los puertos de las antenas. Este error se debe a que el modelo de antena en cuestión cuenta con una configuración de conexiones establecida en su ficha técnica, la cual garantiza el correcto funcionamiento de los servicios de comunicación.

Una vez realizada la corrección en el documento LLD, se comunica el cambio al Líder Técnico a través de este medio, asegurando que la información sea procesada y aplicada correctamente en la planificación de la estación base.

- *Seguimiento de despliegues y análisis de discrepancias:* Se compararon los planes de despliegue actuales con los de meses anteriores para identificar diferencias en la implementación de estaciones base LTE, optimizando la planificación y asignación de recursos.
- *Coordinación con equipos técnicos y administrativos:* Se colaboró con distintas áreas para asegurar que los documentos requeridos para la instalación y configuración de los

dispositivos estuvieran disponibles y actualizados, facilitando el desarrollo eficiente de los proyectos de modernización.

Este enfoque metodológico permitió estructurar el trabajo de manera eficiente, garantizando que las actividades realizadas contribuyeran al cumplimiento de los objetivos establecidos y a la optimización del proceso de modernización de estaciones base en Colombia.

### **3. Resultados**

Durante la práctica profesional, se llevaron a cabo diversas actividades enfocadas en la auditoría y modernización de estaciones base para la implementación de tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia. A través de la recolección y análisis de datos, se obtuvieron métricas clave que reflejan el impacto del trabajo realizado en la optimización de los procesos de planificación y actualización de infraestructura.

Es fundamental mencionar que, por razones de políticas de privacidad de la empresa, no se puede incluir evidencia visual ni documentos concretos asociados con las auditorías efectuadas. No obstante, a continuación, se muestran los resultados generales obtenidos a lo largo de la práctica empresarial.

#### **3.1 Auditorías realizadas**

Uno de los objetivos fundamentales de la práctica fue llevar a cabo auditorías sobre los documentos de planificación y configuración de estaciones base. Estas auditorías hicieron posible confirmar que los dispositivos estuvieran correctamente identificados, mejorar la gestión de recursos e identificar discrepancias en la documentación técnica. Como consecuencia de esta

actividad, se realizaron un total de 315 auditorías de planificación, en las que se examinaron configuraciones, referencias de dispositivos y parámetros de frecuencia de cada estación base.

Además, como un componente del proceso de optimización de las conexiones de antenas en las estaciones base, se llevaron a cabo 137 revisiones de conexiones de antenas, las cuales se centraron en comprobar la correcta configuración de los puertos de antenas y las conexiones de los jumpers. Estas revisiones garantizaban que las configuraciones cumplieran con las especificaciones técnicas de cada antena, mejorando la eficiencia en la transmisión de señal y la calidad del servicio móvil.

### **3.2 Seguimiento a implementaciones en estaciones base**

Desde diciembre de 2024 hasta enero de 2025, se realizó un seguimiento continuo a las instalaciones en estaciones base de comunicaciones móviles. En promedio, se monitorearon seis implementaciones por día, considerando únicamente los días hábiles de trabajo. Este seguimiento permitió:

- *Verificar el cumplimiento del plan de instalación*, asegurando que los dispositivos fueran configurados y activados según la planificación establecida.
- *Actualizar el estado de las implementaciones en los sistemas internos*, garantizando que la información estuviera disponible para los equipos técnicos y administrativos.
- *Reportar incidencias en tiempo real*, facilitando la detección y corrección de posibles fallas en la instalación y configuración de los equipos.

El seguimiento sistemático de estas implementaciones contribuyó a la eficiencia del despliegue de infraestructura móvil, reduciendo tiempos de respuesta y asegurando la correcta integración de los dispositivos en las estaciones base.

### 3.3 Impacto en la planificación de estaciones base

Las auditorías realizadas y el seguimiento de las implementaciones tuvieron un impacto significativo en la planificación y actualización de estaciones base, ya que permitieron:

- *Optimizar la gestión de inventario:* Identificando discrepancias en la documentación de dispositivos y referencias técnicas, lo que facilitó una mejor asignación de recursos.
- *Reducir errores en la implementación de redes:* Asegurando que los dispositivos estuvieran correctamente configurados y conectados según los parámetros de frecuencia y compatibilidad.
- *Mejorar la eficiencia operativa:* Al proporcionar información actualizada y precisa a los equipos encargados del diseño e instalación de las estaciones base.

A partir de estos resultados, se logró fortalecer el proceso de modernización de la infraestructura móvil en Colombia, facilitando la transición hacia redes más eficientes y mejorando la calidad del servicio para los usuarios finales.

## 4. Conclusiones

La modernización de estaciones base para la adopción de tecnologías móviles 4G y 5G en Colombia es un proceso esencial para incrementar la eficacia y estabilidad de la infraestructura de telecomunicaciones. Durante esta práctica empresarial, se consiguió coordinar y optimizar actividades fundamentales, como la auditoría de planificación, la comprobación de conexiones de antenas y el monitoreo de implementaciones en terreno, garantizando la adecuada modernización de los dispositivos críticos en las estaciones base.

Los resultados conseguidos permitieron demostrar la relevancia de una correcta administración en la programación y renovación de estaciones base. Se efectuaron un total de 315 auditorías de planeación y 137 auditorías de conexiones de antenas, garantizando que la disposición de los equipos se ajustara a los criterios establecidos. Asimismo, entre diciembre de 2024 y enero de 2025, se llevó a cabo el seguimiento de un promedio de 6 implementaciones diarias, lo cual equivale a un total cercano a 264 implementaciones vigiladas en días hábiles.

**Tabla 1.** *Resumen de los principales resultados obtenidos*

Actividad realizada	Cantidad
Auditorías de planificación	315
Auditorías de conexiones de antenas	137
Seguimiento a implementaciones	264

Estos resultados reflejan el impacto positivo de la auditoría y planificación en la modernización de estaciones base. Se logró optimizar la documentación y gestión de infraestructura, reducir errores en la instalación de equipos y mejorar la disponibilidad de información para la toma de decisiones.

Además, este proyecto ayudó al entorno local y nacional al potenciar la ejecución de redes 4G y 5G, promoviendo una conectividad superior para los usuarios y mejorando el despliegue de nuevas tecnologías en el país. La experiencia obtenida también permitió reconocer oportunidades de mejora en los procesos de documentación y comunicación entre las áreas implicadas en la modernización de infraestructura.

En conclusión, este proyecto no solo permitió cumplir con los objetivos planteados, sino que también evidenció la relevancia de una gestión eficiente en la actualización de redes de

telecomunicaciones. La experiencia obtenida en la práctica profesional sienta una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en la optimización de infraestructuras móviles en Colombia y otros países en proceso de transición hacia redes de nueva generación.

### Referencias

- [1] ElectroIndustria, "Supervisión en subestaciones modernas: claves para una transición eficiente," 2023. [Online]. Available: <https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=4531>.
- [2] International IT, "¿Qué es la Gestión de Red y por qué es importante?," 2022. [Online]. Available: <https://www.internationalit.com/post/qu%C3%A9-es-la-gesti%C3%B3n-de-red-y-por-qu%C3%A9-es-importante?lang=es>.
- [3] J. L. Miranda Sierra, M. Á. Díaz-Guerra Vico, B. González Rodríguez, B. Solana Méndez de Vigo, M. T. Aparicio Peña, and M. Martínez Beamonte, "Métodos y algoritmos avanzados para la optimización de redes," *Comunicaciones de Telefónica I+D*, no. 32, pp. 67–96, 2003. [Online]. Available: <https://produccioncientifica.usal.es/documentos/60c2bcefb6f2a5417e41251c>