

### Información General

Información del estudiante 1	Nombre: Kevin Steven Albarracin Vasquez
	Correo institucional: kalbarr57961@universidadean.edu.co
	Programa al que pertenece: Gerencia de Proyectos
Información del estudiante 2	Nombre: Nidia Lucia Cuevas Pira
	Correo institucional: ncuevas_@universidadean.edu.co
	Programa al que pertenece: Gerencia de Proyectos
Información del estudiante 3	Nombre: Adriana Agudelo Monrroy
	Correo institucional: aagudel02591@universidadean.edu.co
	Programa al que pertenece: Gestión de Sistemas y Tecnologías de la Información en la Empresa
Información del estudiante 4	Nombre:
	Correo institucional:
	Programa al que pertenece:
Campo de investigación:	Ciencia, tecnología e innovación
Grupo de investigación:	Tecnológico Ontare
Línea de investigación:	Tecnología de la Información y Comunicaciones
Título tentativo del proyecto:	Desarrollo de prototipo de control de calidad para optimizar la instalación de sistemas de Telecomunicaciones

## Tabla de contenido

Planteamiento del Problema .....	5
Antecedentes del problema .....	5
Pregunta de investigación. ....	7
Objetivos .....	7
Objetivo General: .....	7
Objetivos Específicos: .....	8
Conveniencia de la Investigación .....	8
Justificación .....	10
Marco Teórico.....	11
Marco conceptual .....	12
Estado del Arte.....	18
Marco institucional .....	21
Estructura Organizacional.....	22
Importancia para el Estudio .....	22
Metodología .....	23
Primer nivel.....	23
Definición de Variables .....	25
Población y Muestra .....	28
	2

Segundo nivel.....	29
Selección de métodos o instrumentos para recolección de información .....	29
Resultados de encuesta sobre procedimientos de instalación. Elaboración propia .....	40
Conclusiones .....	59
Recomendaciones .....	61
Referencias.....	61
<b>Figuras</b>	
Figura 1 entrevista con el lider 1 de serdan .....	35
Figura 2 pregunta 1 realizada a los técnicos .....	40
Figura 3 pregunta 2 realizada a los técnicos .....	41
Figura 4 pregunta 3 realizada a los técnicos .....	42
Figura 5 pregunta 4 realizada a los técnicos .....	43
Figura 6 pregunta 5 realizada a los técnicos .....	44
Figura 7 pregunta 6 realizada a los técnicos .....	45
Figura 8 pregunta 7 realizada a los técnicos .....	46
Figura 9 El coordinador del proyecto evalúa la cartilla.....	48
Figura 10 se observa el paso a paso que se debe seguir en la instalación.....	51
Figura 11 técnico mirando los errores comunes .....	52

Figura 12 la cartilla muestra el cómo se debe tomar la evidencia establecida con su respectiva guía por foto.....	53
Figura 13 Cartilla 100% completa para que los técnicos en campo se guíen.....	55
Figura 14 se muestra la cartilla con la agenda ya establecida y en orden para dar un buen cierre a este.....	56
Figura 15 se muestra la guía de como debe ir y en que orden algunos de los terminados de calidad.....	57
Figura 16 evidencia de nuevo tecnico.....	58

### **Tablas**

Tabla 1 . Definición de variables, conceptualización y operacionalización.....	25
Tabla 2 Comparación de las necesidades con lo que se realizó la cartilla y las soluciones propuestas .....	48

## Planteamiento del Problema

### Antecedentes del problema

La industria de las telecomunicaciones ha evolucionado significativamente en los últimos años, lo que ha llevado a la implementación de herramientas avanzadas para mejorar la gestión y calidad en la instalación de infraestructuras. Empresas como SERDAN han desarrollado estrategias orientadas a optimizar la eficiencia operativa y garantizar el cumplimiento de estándares de calidad en la instalación y mantenimiento de redes de telecomunicaciones. Entre estas estrategias se incluyen la implementación de mediciones efectivas para garantizar el cumplimiento de los KPI (Indicadores Clave de Desempeño), el uso de herramientas de IT para ofrecer información en tiempo real y la optimización de los tiempos de entrega mediante un aprovisionamiento eficiente de recursos (SERDAN, 2024).

La importancia del control de calidad (QC) en la instalación de infraestructuras de telecomunicaciones radica en su impacto directo en la confiabilidad y estabilidad de la red. En este sentido, la identificación de errores recurrentes y la validación de metodologías estandarizadas permiten mejorar la efectividad de los procesos operativos. Además, garantizar que el personal cuente con la capacitación y experiencia adecuada es fundamental para minimizar tiempos de selección y contratación, lo que contribuye a la sostenibilidad del servicio y a la satisfacción del cliente (SERDAN, 2024)

Estudios recientes han demostrado que la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real y auditorías de calidad en la instalación de equipos de telecomunicaciones mejora significativamente la eficiencia operativa. La introducción de herramientas de TI que faciliten la supervisión y documentación de los procesos contribuye a la reducción de tiempos de entrega y garantiza el cumplimiento de los KPI establecidos en la industria. Además, la capacitación del personal técnico es un factor determinante en la mitigación de errores recurrentes, dado que una estandarización insuficiente de los procedimientos puede derivar en fallas críticas y afectaciones en la continuidad del servicio (Márquez & Mejías, 2013)

### **Descripción del problema.**

La empresa SERDAN enfrenta el reto de optimizar su proceso de control de calidad en la instalación de telecomunicaciones. Actualmente, la falta de estandarización en los procedimientos técnicos y la variabilidad en la aplicación de los protocolos de instalación generan discrepancias en la calidad de los trabajos realizados por los técnicos.

Uno de los principales inconvenientes identificados es la falla en la carga de la documentación sobre las instalaciones, lo que dificulta la identificación de fallos y la implementación de mejoras. Además, de un monitoreo eficaz durante la instalación contribuye a errores que posteriormente requieren correcciones, aumentando los costos operativos y afectando la eficiencia del servicio.

Por lo tanto, es necesario desarrollar estrategias innovadoras que permitan la estandarización del proceso de instalación, la correcta documentación de evidencias y la capacitación efectiva de

los técnicos. La mejora en estas áreas no solo garantizará un servicio más confiable, sino que también reducirá los costos derivados de errores y retrabajos en la instalación de equipos de telecomunicaciones

### **Pregunta de investigación.**

¿De qué manera se puede optimizar el proceso de control de calidad en la instalación de telecomunicaciones mediante estrategias innovadoras de estandarización y monitoreo, garantizando la aplicación uniforme de los procedimientos técnicos por parte del personal de planta externa, minimizando errores recurrentes y reduciendo costos operativos sin comprometer la eficiencia y confiabilidad del servicio?

### **Objetivos**

#### **Objetivo General:**

Diseñar una cartilla que mejore el control de calidad en la instalación de sistemas de telecomunicaciones, basada en la identificación de errores recurrentes y validada por expertos del sector, con el fin de mejorar la precisión y estandarización de los procedimientos técnicos.

### **Objetivos Específicos:**

identificar y documentar errores comunes en la instalación de sistemas de telecomunicaciones mediante la recopilación y análisis de información documentada en campo y retroalimentación de expertos.

Diseñar una cartilla de control de calidad estructurada y adaptable, que permita la verificación de los procedimientos de instalación en diferentes escenarios técnicos.

Validar la plantilla con expertos o responsables del área de telecomunicaciones para garantizar su viabilidad y aplicabilidad en entornos reales de trabajo.

Proponer un plan de implementación de la plantilla que considere su integración en los procesos actuales de la empresa y posibles mejoras futuras. Analizar la viabilidad ambiental y económica del proceso de optimización, evaluando el impacto de la aplicación de estándares de calidad y sostenibilidad en la instalación de sistemas de telecomunicaciones.

### **Conveniencia de la Investigación**

Este proyecto es de gran relevancia tanto para la empresa involucrada como para el ámbito académico, ya que su objetivo es optimizar la documentación del control de calidad en la instalación de sistemas de telecomunicaciones mediante una plantilla estructurada basada en la identificación de errores recurrentes. La implementación de esta cartilla permitirá la estandarización de la gestión en cuanto a la documentación, la reducción de fallos en la instalación

y una mejor guía para los técnicos, lo que contribuirá a mejorar la eficiencia operativa y disminuir costos innecesarios.

Desde una perspectiva técnica y operativa, este proyecto facilitará la normalización de procedimientos, asegurando que los estándares de calidad se cumplan de manera uniforme en distintos escenarios de instalación. La cartilla optimizada permitirá documentar y verificar cada fase del proceso, lo que reforzará la fiabilidad del servicio y la satisfacción del cliente final.

En el ámbito académico, la investigación aporta valor metodológico al desarrollar un esquema estructurado para la identificación y mitigación de errores, proporcionando un marco empírico que servirá de base para futuras mejoras en la gestión de calidad en telecomunicaciones. Asimismo, su alineación con principios de innovación y desarrollo sostenible refuerza su importancia teórica y práctica, ofreciendo un modelo replicable en otros contextos del sector.

Este análisis no solo beneficiará a la empresa al optimizar la documentación de sus instalaciones, sino que también contribuirá al avance del conocimiento en la administración de calidad en telecomunicaciones, fomentando mejores prácticas y estándares en la industria.

### **Justificación**

Corresponde a la gestión de calidad en telecomunicaciones, donde se combina teoría y práctica ofreciendo solucionar problemas del sector actuales y con las empresas que hacen parte de dentro de la sociedad y permiten que sean medibles, mediante unos criterios que permiten abarcar los siguientes criterios:

Aborda la necesidad actual en el proceso de instalación en la industria de las telecomunicaciones en su calidad e infraestructura, para cumplir con los objetivos trazados permitiendo desarrollar unas estrategias prácticas en (herramientas, capacitaciones) para mejorar procesos operativos.

Contribuir directamente en la confiabilidad de las redes, para no impactar a los usuarios finales, empresas y servicio que se ofrece. Sin embargo, si se tiene el control de la instalación y se garantiza se contribuye a la satisfacción del cliente y la estabilidad del servicio.

Teniendo en cuenta lo anteriormente indicado, estaría contribuyendo a ofrecer un monitoreo real en cada una de las instalaciones, auditorias de calidad y capacitaciones técnicas estandarizadas que llevarían a reducir errores recurrentes que pueden ser significativos, pero a su vez cuando se identifica se reduce y mejora el proceso.

Proceso que está sustentado evidencia académica y profesional (SERDAN, 2024; Márquez & Mejías, 2013), el cual indica un marco conceptual sobre el control de calidad (QC) y gestión de KPI en telecomunicaciones.

Nos lleva a un gran desafío importante en grandes soluciones que tengan un impacto significativo en metodologías sólidas y socialmente.

### **Marco Teórico**

Para comprender la importancia del control de calidad en la instalación de sistemas de telecomunicaciones, basta con imaginar una red de comunicaciones que falle constantemente. Las llamadas caen, el internet se vuelve intermitente y los costos de mantenimiento se disparan. Todo esto puede evitarse con un proceso de instalación bien estructurado y estandarizado, donde cada técnico siga procedimientos claros y documentados. Sin embargo, la realidad del sector nos muestra que muchas empresas aún enfrentan problemas debido a la falta de estandarización en sus procedimientos técnicos, lo que genera inconsistencias en la calidad del servicio y errores costosos.

La investigación ha demostrado que aplicar metodologías estructuradas permite mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos y reducir fallas recurrentes. Un aspecto clave en este proceso es la documentación detallada de cada instalación. No se trata solo de un requisito burocrático, sino de una estrategia efectiva para garantizar que cada paso se realice correctamente y que cualquier error pueda ser detectado y corregido a tiempo. Herramientas como auditorías y monitoreos en tiempo real han demostrado ser fundamentales para minimizar el impacto de los errores humanos y optimizar los costos operativos. En este contexto, el uso de cartillas técnicas y guías de buenas prácticas se perfila como una solución efectiva y fácil de implementar.

### **Marco conceptual**

Por otro lado, la evolución tecnológica ha traído consigo nuevos desafíos en la instalación de telecomunicaciones. La implementación de redes 5G y la creciente integración de sistemas de IoT han elevado las exigencias en términos de precisión y control de calidad. Estas innovaciones hacen aún más urgente la necesidad de contar con protocolos claros y herramientas adecuadas para supervisar cada fase del proceso. Adaptarse a estos nuevos escenarios requiere un enfoque integral que combine la experiencia del personal técnico con el uso de metodologías probadas en la industria, asegurando que cada instalación cumpla con los requisitos técnicos y de calidad establecidos.

este marco teórico sienta las bases para el desarrollo de una cartilla que optimice el control de calidad en la instalación de sistemas de telecomunicaciones. Al fundamentar esta propuesta en modelos de calidad reconocidos, normativas internacionales y estudios recientes, se garantiza su aplicabilidad y relevancia en el sector. La estandarización, documentación y supervisión de procesos no solo representan una estrategia efectiva para mejorar la calidad del servicio, sino que también aseguran la sostenibilidad de las redes a largo plazo. Con estos fundamentos, la empresa SERDAN podrá optimizar sus procesos de instalación, reducir costos operativos y garantizar redes

de telecomunicaciones más confiables y eficientes para todos sus usuarios. 1. Introducción a las Redes Móviles 4G y 5G

### **Definición y Características de la Tecnología 4G**

La cuarta generación de redes móviles (4G) es un estándar de telecomunicaciones que surgió con el objetivo de ofrecer velocidades de transmisión de datos significativamente superiores a las redes 3G. Implementada a partir de 2009, la tecnología Long Term Evolution (LTE) se convirtió en la base de la red 4G, para permitir una mayor capacidad de red, menor latencia y una mejor eficiencia para aplicaciones como streaming de video, juegos en línea y videollamadas en alta definición (Andrews et al., 2014).

Las principales características de la red 4G LTE incluyen: Velocidades de hasta 100 Mbps en movilidad y 1 Gbps en condiciones ideales. Uso de OFDMA y MIMO, tecnologías que optimizan el espectro radioeléctrico y mejoran la eficiencia de la transmisión de datos.

OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access): Es una técnica de acceso múltiple basada en OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), utilizada en redes 4G y 5G para mejorar la eficiencia espectral y reducir la interferencia. OFDMA permite a múltiples usuarios compartir el espectro de manera simultánea dividiendo la banda de frecuencia en múltiples subportadoras ortogonales asignadas dinámicamente a los usuarios según sus necesidades de ancho de banda (Yin & Alamouti, 2021). Y MIMO (Multiple Input Multiple Output): Es una tecnología que emplea múltiples antenas tanto en el transmisor como en el receptor

para mejorar la capacidad y confiabilidad de la comunicación inalámbrica. MIMO aumenta la velocidad de transmisión de datos y mejora la eficiencia espectral al aprovechar la diversidad espacial y las trayectorias múltiples de la señal (Cheng-Xiang Wang et al., 2021).

Mejora en la latencia (alrededor de 10-50 ms), lo que permite una respuesta más rápida en la comunicación de datos.

Compatibilidad con tecnologías anteriores (3G y 2G) para facilitar la transición en los operadores móviles.

### **Definición y Características de la Tecnología 5G**

La quinta generación de redes móviles (5G) es una evolución de 4G que introduce avances tecnológicos destinados a optimizar la conectividad, aumentar la velocidad de transmisión de datos y reducir la latencia a niveles cercanos a 1 ms. Este estándar fue definido por el 3rd Generation Partnership Project (3GPP) y empezó a desplegarse comercialmente a partir de 2019 (Wang et al., 2023).

### **Las principales características del 5G incluyen:**

La red 5G introduce mejoras sustanciales respecto a sus predecesoras, alcanzando velocidades teóricas de hasta 10 Gbps, lo cual permite una transmisión de datos ultrarrápida. Además, utiliza ondas milimétricas (mmWave), que ofrecen un mayor ancho de banda y permiten la conexión simultánea de más usuarios sin degradación del servicio. Entre sus características más destacadas está la **latencia ultra baja (menos de 1 milisegundo)**, lo que habilita aplicaciones

críticas como la cirugía remota, los vehículos autónomos y el Internet de las Cosas (IoT) en tiempo real. También permite una **alta densidad de dispositivos conectados**, soportando hasta un millón de dispositivos por kilómetro cuadrado, y promueve una **mayor eficiencia energética** en comparación con las generaciones anteriores. Esta evolución tecnológica requiere un replanteamiento de los protocolos de instalación, control de calidad y pruebas de rendimiento en la infraestructura de telecomunicaciones (Alsharif et al., 2022).

### **Control de Calidad en la Instalación de Redes 4G y 5G**

Con la evolución de las redes móviles, se han establecido procesos de calidad rigurosos para garantizar la eficiencia y fiabilidad de la infraestructura de telecomunicaciones. El control de calidad (QC) en la instalación de redes 4G y 5G implica la validación de equipos, la optimización de procesos de despliegue y el cumplimiento de normativas técnicas (Cheng-Xiang et al., 2023).

Especificaciones de seguridad 5G del NIST: Directrices para la protección de redes contra ataques cibernéticos.

En conclusión, la transición de 4G a 5G requiere estrategias de control de calidad más avanzadas, garantizando que las redes sean eficientes, seguras y capaces de soportar las demandas de conectividad del futuro.

### **Normativas y Estándares para el Control de Calidad en Redes**

El cumplimiento de estándares internacionales es esencial para garantizar la interoperabilidad y fiabilidad de las redes 5G. La norma ISO/IEC 11801 establece los requisitos para el diseño, instalación y pruebas de sistemas de cableado estructurado en telecomunicaciones, asegurando calidad y compatibilidad en diversas aplicaciones Alcalá. (2023). Por otro lado, el estándar TL 9000 define los requisitos específicos para sistemas de gestión de calidad en el sector de las telecomunicaciones, enfocándose en el diseño, desarrollo, producción, suministro, instalación y mantenimiento de productos y servicios BSI Group. (2023). Además, la metodología Seis Sigma se implementa para reducir la variabilidad en los procesos de instalación y mantenimiento, mejorando la eficiencia y precisión en la ejecución de proyectos CC Tech Group. (2023).

## **Antenas**

Las antenas son elementos esenciales en las telecomunicaciones móviles, ya que permiten la transmisión y recepción de señales de radiofrecuencia. En las redes 4G y 5G, las antenas están diseñadas para soportar tecnologías avanzadas como el MIMO (Multiple Input Multiple Output) y el beamforming, lo que mejora la eficiencia espectral y la cobertura de la señal (Khan et al., 2017). En particular, las antenas de 5G utilizan técnicas de ondas milimétricas para aumentar la capacidad de transmisión de datos y reducir la latencia de la red (Ranaweera et al., 2017).

## **Unidad Remota de Radio (RRU)**

La RRU (Remote Radio Unit) es un componente clave en la arquitectura de redes móviles, ya que se encarga de amplificar y transmitir señales entre la antena y la unidad base. En la arquitectura de redes centralizadas (C-RAN), la RRU trabaja en conjunto con la BBU (Baseband Unit) para mejorar la eficiencia en la transmisión de datos y optimizar el consumo energético (Waleed et al., 2021). La integración de la RRU en sistemas de acceso radioeléctrico en la nube (C-RAN) permite una mayor flexibilidad en la distribución de recursos de red y facilita el escalamiento de la infraestructura móvil (da Paixão et al., 2018).

## **Unidad de Banda Base (BBU)**

La BBU (Baseband Unit) es el cerebro del sistema de telecomunicaciones móviles, ya que se encarga del procesamiento de señales y de la gestión de los recursos de radio. Con la evolución de las redes hacia la virtualización y el cloud computing, la BBU se ha convertido en

un elemento clave dentro de la arquitectura de redes centralizadas, permitiendo un mejor balanceo de carga y optimización de la red (Khan et al., 2015). En las redes 5G, la BBU se ha diseñado para operar en arquitecturas desagregadas, donde los recursos pueden ser compartidos dinámicamente para mejorar la eficiencia del sistema (Nayak et al., 2018).

### **Estado del Arte**

En los últimos años, el sector de las telecomunicaciones ha experimentado una transformación, impulsada por la necesidad de estar cada vez más conectados. Esta evolución ha hecho que el control de calidad en la instalación de infraestructuras tecnológicas se vuelva un aspecto clave para asegurar un servicio estable, eficiente y confiable. Por esta razón, expertos han venido estudiando cómo optimizar estos procesos, buscando siempre reducir errores, mejorar tiempos de respuesta y ofrecer una mejor experiencia al usuario final.

Uno de los estudios más representativos en este campo es el realizado por Ahmed y colaboradores (2018), quienes analizaron cómo se está abordando la garantía de calidad en proyectos relacionados con el Internet de las Cosas (IoT). Ellos concluyeron que todavía existen muchos desafíos, como la falta de integración entre dispositivos, problemas de interoperabilidad y, sobre todo, la necesidad de contar con protocolos claros que aseguren una instalación adecuada desde el principio. Esta investigación resalta la importancia de documentar bien los procesos y de contar con procedimientos estandarizados para evitar problemas más adelante.

Otro aporte relevante viene de Herrera-García et al. (2024), quienes propusieron un enfoque basado en inteligencia artificial para mejorar la gestión de redes 5G. A través del análisis automatizado de datos en tiempo real, es posible predecir fallas o identificar cuellos de botella antes de que afecten al usuario. Su propuesta apunta directamente a uno de los puntos más críticos en las telecomunicaciones: cómo garantizar un rendimiento consistente y de alta calidad cuando los sistemas son cada vez más complejos. Aquí también se evidencia la necesidad de tener un control preciso sobre cada paso de la instalación.

Además, Ahmed y su equipo (2019) realizaron un mapeo de los temas más investigados sobre calidad en soluciones IoT. Lo interesante de su trabajo es que, más allá de hacer un diagnóstico, proponen líneas claras para mejorar la práctica: reforzar la capacitación técnica, usar herramientas de verificación adecuadas y diseñar plantillas o guías que ayuden a estandarizar los procedimientos. Este enfoque resulta muy útil para empresas como SERDAN, donde se han identificado fallas recurrentes justamente por no contar con estos apoyos técnicos.

En la misma línea, Ahmed et al. (2016) revisaron varias herramientas que ayudan a evaluar la confiabilidad de las redes de comunicación. Desde diagramas de bloques hasta cadenas de Markov, su análisis ofrece una mirada amplia sobre cómo se puede prever y prevenir errores antes de que ocurran. Lo más valioso de este estudio es que refuerza la idea de que la supervisión constante y la documentación rigurosa no son opcionales, sino condiciones necesarias para asegurar un trabajo bien hecho desde el inicio.

Todos estos aportes académicos coinciden en un punto esencial: la estandarización de procesos y la documentación clara y accesible son claves para asegurar instalaciones confiables, especialmente ahora que tecnologías como 5G y los sistemas IoT exigen mayor precisión en cada detalle técnico.

En este contexto, la empresa SERDAN se enfrenta al reto de mejorar su control de calidad durante la instalación de sistemas de telecomunicaciones. La creación de una cartilla técnica, que sirva como guía práctica y punto de referencia para los técnicos en terreno, surge como una respuesta a esta necesidad. Esta herramienta, basada en los estudios y buenas prácticas documentadas en la literatura científica, no solo busca reducir errores y mejorar la eficiencia, sino también garantizar que cada proyecto cumpla con los estándares internacionales y con las expectativas de los usuarios.

Al invertir en calidad desde el principio no solo mejora el servicio, sino que también representa un ahorro en costos de mantenimiento y corrección. Más allá de los beneficios técnicos, está la satisfacción del cliente, que es quien experimenta el impacto de un trabajo bien hecho.

### **Marco institucional**

SERDAN S.A. es una empresa colombiana con sede principal en Bogotá, ubicada en la Calle 67 # 7 - 35 Torre A Piso 2. Desde su fundación, se ha consolidado como un actor clave en la prestación de servicios tercerizados, especialmente en el sector de telecomunicaciones, servicios administrativos, gestión de talento humano y mantenimiento de infraestructura empresarial (SERDAN, 2024).

### **Sector de la Economía y Clasificación CIIU**

SERDAN opera dentro del sector terciario de la economía, específicamente en las actividades de outsourcing y tercerización de servicios. Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), la empresa se encuadra dentro del código 7830, que corresponde a la "Suministro de personal y gestión de recursos humanos", y el código 6110, referente a "Actividades de telecomunicaciones alámbricas" (SERDAN, 2024).

### **Nichos de Mercado**

La compañía atiende múltiples sectores, destacándose en la gestión de telecomunicaciones, mercadeo, administración de nómina, facility management, mantenimiento locativo y servicios aeroportuarios. En el ámbito de telecomunicaciones, ofrece soluciones de diagnóstico y mantenimiento de redes, suministro de personal calificado y gestión de infraestructura de comunicaciones, lo que la convierte en un proveedor estratégico para operadores y empresas del sector (SERDAN, 2024).

## **Principales Productos y Proceso**

Dentro de su portafolio de servicios, SERDAN proporciona soluciones de telecomunicaciones, incluyendo diseño e implementación de redes de comunicación, mantenimiento de infraestructura, optimización de procesos mediante tecnologías IT y gestión de indicadores clave de desempeño (KPI). Además, implementa herramientas de control en tiempo real para garantizar la eficiencia operativa de los servicios prestados (SERDAN, 2024).

## **Estructura Organizacional**

La empresa posee una estructura organizativa orientada a la eficiencia operativa, con divisiones especializadas en cada uno de sus sectores de negocio. Su equipo de telecomunicaciones cuenta con personal experto en mantenimiento y gestión de redes, además de un Contact Center especializado en productos de conectividad. Esta organización le permite asegurar altos estándares de calidad y minimizar los tiempos de respuesta en la prestación de sus servicios (SERDAN, 2024).

## **Importancia para el Estudio**

SERDAN es un referente en la optimización de procesos en telecomunicaciones, lo que la convierte en un caso de estudio relevante para evaluar la aplicación de estrategias de control de calidad en la instalación de sistemas de comunicación. Su enfoque en la implementación de tecnologías IT y metodologías de medición de desempeño permite un análisis detallado de las mejores prácticas en el sector. La validación de nuevos modelos de control de calidad dentro de

esta organización puede aportar mejoras significativas en la estandarización de procedimientos y reducción de fallos operativos

## Metodología

### Primer nivel

#### *Enfoque, alcance y diseño de la investigación*

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, que combina elementos cualitativos y cuantitativos. Desde el enfoque cuantitativo, se recopilan datos relacionados con errores frecuentes en la instalación de antenas de telecomunicaciones. Desde lo cualitativo, se consideran las experiencias, percepciones y sugerencias del personal técnico a través de entrevistas. Esta integración permite obtener una visión más completa de la situación actual y, a partir de ella, diseñar una solución efectiva.

El alcance de este estudio es aplicado, ya que tiene como finalidad principal el diseño y validación de una cartilla técnica de control de calidad, pensada para estandarizar los procedimientos de instalación en la empresa SERDAN. Esta herramienta busca reducir errores, mejorar la documentación y facilitar la capacitación del personal técnico, promoviendo la mejora continua en los procesos operativos.

El diseño metodológico corresponde a un estudio no experimental, de tipo transversal y descriptivo-aplicado. Es no experimental porque no se manipulan variables, sino que se analiza

la realidad tal como ocurre. Es transversal, dado que la recolección de información se realiza en un único momento. Finalmente, es descriptivo-aplicado porque se enfoca tanto en caracterizar las prácticas actuales como en proponer una solución concreta, que pueda ser implementada en el contexto laboral.

Este diseño permite que la propuesta final no se quede en el ámbito teórico, sino que tenga una aplicación práctica inmediata, ajustada a las necesidades reales de la organización y validada por técnicos del sector.

### Definición de Variables

La presente investigación contempla la identificación, conceptualización y operacionalización de las variables clave que estructuran el análisis y la propuesta de intervención. Estas variables representan los atributos centrales del objeto de estudio, y su adecuada definición garantiza la validez del proceso investigativo, permitiendo establecer relaciones claras entre los datos obtenidos y los objetivos de la investigación. Dado que se trata de un estudio descriptivo-aplicado, no se plantea manipulación de variables, sino su observación sistemática en un entorno real. En consecuencia, se propone una definición tanto conceptual como operacional, complementada con las dimensiones analíticas asociadas a cada variable. Como se ve en la tabla 1

Tabla 1 . Definición de variables, conceptualización y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones
Calidad en la instalación de sistemas de telecomunicaciones	Grado en que los procedimientos técnicos ejecutados durante el montaje de antenas y	Se evaluará mediante guía de observación estructurada y entrevistas semiestructuradas,	a) Cumplimiento normativo b) Exactitud técnica c) Documentación y trazabilidad

	equipos de telecomunicaciones cumplen con estándares normativos y criterios de eficiencia, precisión, seguridad y trazabilidad.	registrando cumplimiento de procedimientos, errores, tiempos y documentación.	d) Buenas prácticas operativas e) Percepción del personal técnico
Estándares y normativas aplicadas	Conjunto de lineamientos definidos por organismos como ISO, IEC y QuEST Forum (TL 9000), que rigen el diseño, instalación y mantenimiento de redes, garantizando	Se medirá mediante análisis documental y listas de verificación estructuradas, enfocadas en el cumplimiento de ISO/IEC 11801, TL 9000 y Seis Sigma.	a) Alineación con ISO/IEC 11801 b) Aplicación de TL 9000 c) Incorporación de principios Seis Sigma

	interoperabilidad y confiabilidad.		
Efectividad de la cartilla técnica de control de calidad	Capacidad de la cartilla para generar mejoras en la ejecución de instalaciones, claridad en procedimientos, reducción de errores, estandarización y apoyo en la formación del personal técnico.	Se medirá con encuestas y entrevistas de validación tras la implementación de la cartilla, analizando claridad, aplicabilidad, aceptación e impacto percibido.	a) Claridad conceptual y procedimental b) Pertinencia operativa c) Nivel de adopción por parte del personal d) Impacto percibido en la calidad de procesos

Elaboración propia

## **Población y Muestra**

Esta investigación se enfoca en quienes realmente están al frente de la acción: los técnicos de campo de la empresa SERDAN, responsables de instalar y garantizar el funcionamiento adecuado de los sistemas de telecomunicaciones. En total, la población está compuesta por 17 cuadrillas de trabajo, cada una integrada por 3 técnicos, lo que representa un total de 51 personas.

Sin embargo, para esta etapa del estudio, no fue posible trabajar con la totalidad del equipo. Por ello, se optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual permite seleccionar una muestra representativa en función de la disponibilidad, el acceso y la disposición de participación.

La muestra quedó conformada por 6 cuadrillas, es decir, 19 técnicos, que participaron en la etapa de levantamiento teórico de información. Este grupo fue clave para identificar prácticas comunes, errores frecuentes y vacíos en los procesos actuales, a partir de los cuales se diseñará una propuesta más clara y estructurada de control de calidad.

Al contar con equipos de distintas regiones y niveles de experiencia, la muestra permite captar una visión amplia de las realidades técnicas dentro de la empresa, lo cual enriquece considerablemente el diseño de la cartilla y asegura que responda a situaciones reales del entorno de trabajo.

## Segundo nivel

### Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

En esta etapa de la investigación, el objetivo ha sido preparar el camino para una implementación práctica. Si bien aún no se ha llegado a la fase de aplicación en terreno, se han definido los instrumentos que se utilizarán para conocer de manera más precisa cómo se llevan a cabo actualmente las instalaciones de telecomunicaciones dentro de la empresa SERDAN, y qué aspectos deben mejorarse desde el control de calidad.

Dado que el proyecto tiene un enfoque descriptivo-aplicado, y busca diseñar una herramienta concreta (una cartilla técnica de control de calidad), fue necesario proyectar los instrumentos que permitirán, más adelante, recoger información clara, útil y basada en la experiencia real de los técnicos.

Se contemplaron dos herramientas principales:

Guía de observación directa estructurada: Esta guía permitirá, en el momento adecuado, acompañar a las cuadrillas técnicas durante sus procesos de instalación, observando de forma organizada aspectos como el cumplimiento de protocolos, la documentación empleada, el tiempo de ejecución y los errores más comunes. Aunque aún no se ha aplicado, se ha pensado para que sea práctica y fácil de usar en campo.

Entrevistas semiestructuradas al personal técnico: Se ha elaborado un formato con preguntas abiertas, diseñado para ser aplicado directamente a los técnicos, una vez se entre en la fase de validación. El objetivo es entender sus puntos de vista, los desafíos que enfrentan a diario, y recoger sus ideas sobre cómo mejorar la calidad de los procesos.

Ambos instrumentos fueron diseñados pensando en los objetivos específicos de la investigación, y se enfocan en una variable central: la calidad en la instalación de sistemas de telecomunicaciones. Esta calidad se entiende no solo como cumplimiento técnico, sino también como claridad en los procesos, documentación precisa y la posibilidad de replicar buenas prácticas.

Adicionalmente, el diseño de la cartilla técnica toma como base estándares internacionales de calidad como la norma ISO/IEC 11801, el modelo TL 9000 y metodologías reconocidas como TQM (Calidad Total) y Seis Sigma. Estos marcos teóricos no solo le dan solidez técnica a la propuesta, sino que aseguran que lo que se desarrolle esté alineado con las mejores prácticas del sector.

### Técnicas de análisis de datos

Dado el diseño metodológico no experimental, transversal y descriptivo-aplicado empleado en la investigación, el análisis de datos se organiza en dos niveles interrelacionados, cada uno con procedimientos específicos para garantizar rigurosidad y aplicabilidad. A continuación, se detalla la estructura lógica y coherente del proceso analítico:

#### Análisis Descriptivo

En esta fase de la investigación, se lleva a cabo un análisis descriptivo exhaustivo de las variables de estudio, empleando técnicas cuantitativas que permiten sintetizar, organizar y visualizar los datos recolectados en un único momento temporal (diseño transversal). Este proceso se desarrolla en tres etapas interconectadas, detalladas a continuación:

#### Caracterización de las Variables

Antes de aplicar técnicas estadísticas, se realiza una exploración inicial de los datos para asegurar su calidad y prepararlos para el análisis teniendo en cuenta lo siguiente:

#### Identificación y Clasificación de Variables

#### Limpieza y Depuración de Datos

#### Síntesis Estadística

Se aplican estadísticos descriptivos para resumir las propiedades fundamentales de las variables, facilitando su interpretación teniendo en cuenta las siguientes medidas:

#### Medidas de tendencia central

Medidas de dispersión

Medidas de Forma

Visualización de Datos

Para complementar el análisis numérico, se emplean herramientas gráficas que permiten identificar patrones, tendencias o anomalías de manera intuitiva teniendo en cuenta los siguientes tipos de graficas que ayudan a visualizar los datos recolectados.

Gráfica para variables cuantitativas

Gráficos para Variables cualitativos

Donde también se incluye herramientas complementarias, donde se desarrolla los mapas de calor y gráficos

Interpretación contextual

Los resultados del análisis descriptivo no solo se limitan a la presentación de cifras o gráficos, sino que se integran en un marco interpretativo:

Comparación con marcos teóricos

Identificación de hallazgos

Preparación para análisis posteriores

Esta estructura asegura que la investigación que se realizó no solo diagnostica la realidad estudiada, sino que nos permite generar soluciones viables, superando el entorno y la necesidad

mediante el análisis y la acción sobre el estudio de los datos que se recopilan mediante las siguientes preguntas que se indican a continuación:

Preguntas para Encuesta (respuestas de Sí o No):

¿Utiliza una guía o procedimiento estandarizado para realizar las instalaciones?

¿Cree que la documentación actual es suficiente para garantizar una instalación de calidad?

¿Considera que se siguen los protocolos establecidos en todos los proyectos?

¿Tiene acceso regular a actualizaciones sobre normativas de instalación?

¿Se realiza control de calidad después de cada instalación?

¿El equipo técnico cuenta con herramientas adecuadas para sus tareas?

¿Se reportan formalmente los errores detectados durante la instalación?

Preguntas para Entrevistas Semiestructuradas:

¿Cómo describiría el proceso actual de instalación de antenas en la empresa?

¿Qué aspectos considera que se podrían mejorar en la instalación?

¿Cuáles son los errores más comunes que ha observado o cometido?

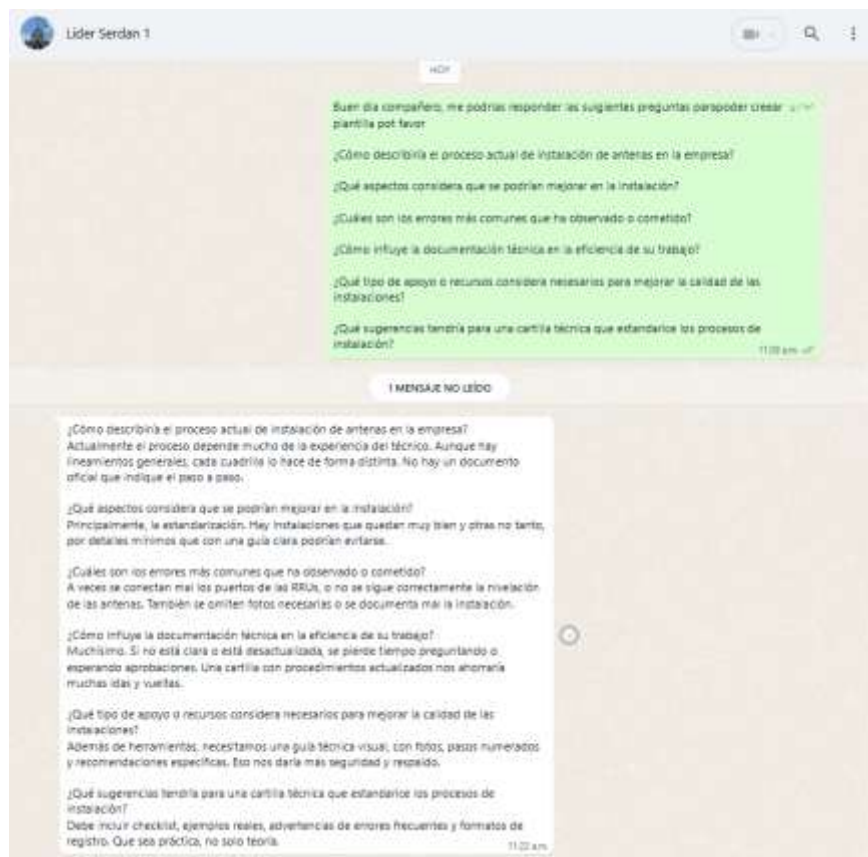
¿Cómo influye la documentación técnica en la eficiencia de su trabajo?

¿Qué tipo de apoyo o recursos considera necesarios para mejorar la calidad de las instalaciones?

¿Qué sugerencias tendría para una cartilla técnica que estandarice los procesos de instalación?

Respuestas de 19 técnicos de las encuestas realizadas en Google forms y también incluyendo diferentes preguntas que se les realizaron a los técnicos de modo de entrevista por medio WhatsApp priorizando la encuesta pero empezando con las entrevistas, que la respondieron los líderes de las cuadrillas, 5 entrevistas que cada líder de cuadrilla tiene a su mando 3 personas y la encuesta si fue respondida por los técnicos totales de la muestra

Figura 1 entrevista con el lider 1 de serdan



*Resultados de la entrevista don de el lider nos comenta las necesidades y los requerimientos de la cartilla*

Se muestra a continuacion las respuestas de los 5 lideres

Entrevista 1 – Líder Técnico: Fernando balnco

1. Actualmente el proceso depende mucho de la experiencia del técnico. Aunque hay lineamientos generales, cada cuadrilla lo hace de forma distinta. No hay un documento oficial que indique el paso a paso.

2. Principalmente, la estandarización. Hay instalaciones que quedan muy bien y otras no tanto, por detalles mínimos que con una guía clara podrían evitarse.

3. A veces se conectan mal los puertos de las RRU's, o no se sigue correctamente la nivelación de las antenas. También se omiten fotos necesarias o se documenta mal la instalación.

4. Muchísimo. Si no está clara o está desactualizada, se pierde tiempo preguntando o esperando aprobaciones. Una cartilla con procedimientos actualizados nos ahorraría muchas idas y vueltas.

5. Además de herramientas, necesitamos una guía técnica visual, con fotos, pasos numerados y recomendaciones específicas. Eso nos daría más seguridad y respaldo.

6. Debe incluir, ejemplos reales, advertencias y formatos de registro. Que sea práctica, no solo teoría.

Entrevista 2 – Líder Técnico: Diego Rodrigues

1. Es operativo, pero informal. Cada técnico hace lo mejor que puede, pero no hay un procedimiento oficial que todos debamos seguir paso a paso.
2. La uniformidad. Cuando cambia el personal, cada uno trae sus propias costumbres, y eso afecta la calidad del trabajo final.
3. Errores al no seguir el orden correcto: conectar antes de alinear, no tomar fotos del cableado o pasar por alto el etiquetado.
4. Cuando está bien hecha, ayuda mucho. El problema es que no siempre la tenemos o está incompleta. Nos toca improvisar.
5. Una cartilla con pasos detallados y buenas prácticas. Incluso un formato digital que se pueda consultar en el celular sería útil.
6. Debe ser clara, visual, con ejemplos reales de instalaciones y errores comunes. Algo fácil de entender para técnicos nuevos y experimentados.

#### Entrevista 3 – Líder Técnico: Andrés Acevedo

1. Muy operativo, se resuelve en campo. Pero hay mucha dependencia de la experiencia previa del personal. No hay una guía formal, eso es lo más delicado.
2. El orden en que se hacen las cosas. También los controles antes y después de terminar la instalación.
3. Olvidar hacer mediciones, no subir evidencias correctas o instalar antenas en una orientación incorrecta por falta de verificación.

4. Cuando hay documentación, facilita todo. Pero muchas veces ni siquiera se tiene un formato base, lo que genera retrasos.

5. Una cartilla de instalación paso a paso es lo más urgente. También capacitaciones breves sobre esa guía.

6. Que tenga una parte para el día 1 y después de la instalación. Con fotografías, indicaciones de seguridad y criterios de revisión.

#### Entrevista 4 – Líder Técnico: Sebastián Fierro

1. Se basa en la experiencia más que en la documentación. No hay una cartilla o manual definido, cada equipo lo maneja a su manera.

2. La precisión. A veces un pequeño descuido por no tener una guía clara genera reprocesos o fallas en pruebas de aceptación.

3. Instalaciones incompletas por no verificar bien el checklist, confusión con el ruteo de cables o el uso incorrecto de materiales.

4. Aumenta la confianza en lo que se hace. Pero como no hay una guía clara, se pierde mucho tiempo validando cosas por WhatsApp o llamadas.

5. Una guía oficial, clara y sencilla. Que esté validada por ingeniería y sirva como documento base en campo.

6. Debe incluir diagramas, secuencia de pasos, lista de materiales, formato de fotos requeridas

#### Entrevista 5 – Líder Técnico: Miguel Fierro

1. Lo hacemos bien, pero no hay una metodología única. Algunos seguimos la lógica técnica, otros van improvisando. Eso afecta la calidad general.
2. Uniformidad y control. La guía nos ayudaría a saber que todos seguimos los mismos pasos y nada se queda al azar.
3. Falta de documentación fotográfica, conexiones incompletas y fallas por no seguir el orden de activación.
4. Es fundamental. Cuando hay una guía clara, el trabajo es más rápido, preciso y se reduce la necesidad de correcciones.
5. Una cartilla técnica estandarizada. Además, un entrenamiento corto para usarla correctamente.
6. Debe ser simple, visual, con fotos reales, advertencias y Que no deje nada por interpretar.

## Resultados de encuesta sobre procedimientos de instalación. Elaboración propia

1. ¿Utiliza una guía o procedimiento estandarizado para realizar las instalaciones?

Sí: 1 persona

No: 18 personas

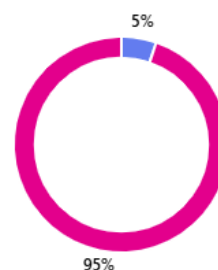
La abrumadora mayoría de los encuestados (94,7%) indica que no utiliza una guía o procedimiento estandarizado en sus actividades de instalación. Este resultado sugiere la ausencia de un manual técnico o documento formal que oriente paso a paso la correcta ejecución de las tareas. La falta de una guía puede generar variabilidad en los métodos de trabajo, afectar la calidad de las instalaciones y dificultar la capacitación de nuevos técnicos, ya que cada persona actúa con base en su experiencia individual y no en un protocolo uniforme. Como se ve en el

Figura 2 pregunta 1 realizada a los técnicos

1. ¿Utiliza una guía o procedimiento estandarizado para realizar las instalaciones? (0 punto)

[Más detalles](#)

● si	1
● no	18



Nota Elevación de Google form con base a los resultados

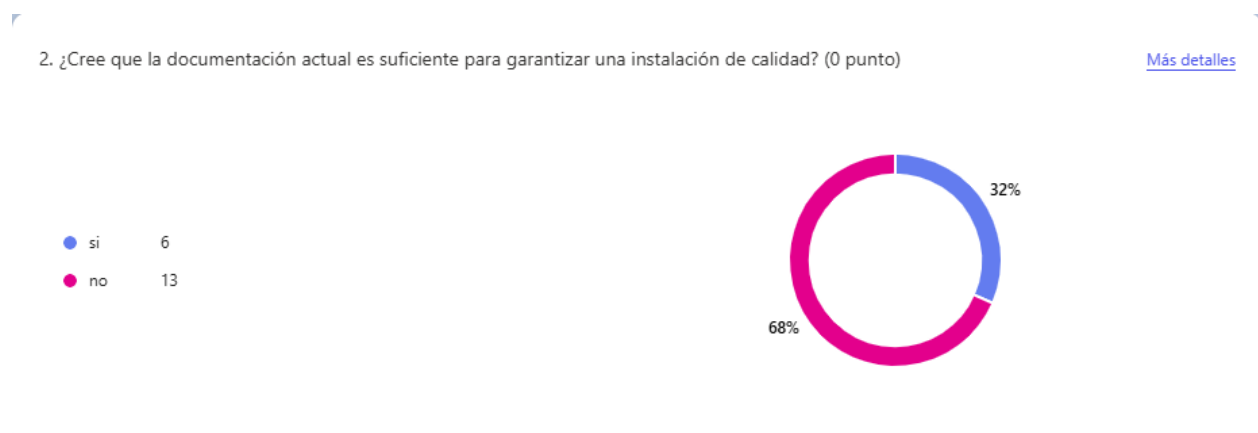
2. ¿Cree que la documentación actual es suficiente para garantizar una instalación de calidad?

Sí: 6 personas

No: 13 personas

El 68% de los encuestados considera que la documentación actual no es suficiente para asegurar una instalación de calidad. Esto refleja una percepción de desactualización, ambigüedad o incompletitud en los documentos proporcionados. La falta de claridad en planos, manuales o instructivos puede llevar a errores durante la ejecución, aumentar los tiempos de trabajo y generar retrabajos. Esta situación demanda una revisión y fortalecimiento de la documentación técnica, idealmente alineada con normas de calidad reconocidas. Como se ve en el figura 3.

Figura 3 pregunta 2 realizada a los técnicos



Nota Elevación de Google form con base a los resultados

3. ¿Considera que se siguen los protocolos establecidos en todos los proyectos?

Sí: 5 personas

No: 14 personas

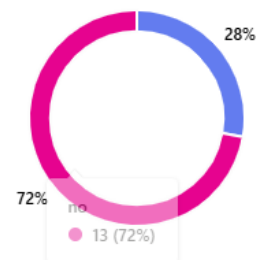
Un 73,7% de los técnicos percibe que no se siguen consistentemente los protocolos establecidos. Esto podría deberse a una falta de supervisión efectiva, a una baja difusión o conocimiento de los protocolos o a la presión por cumplir con tiempos de entrega que lleva a omitir procedimientos. Esta situación implica riesgos para la calidad, la seguridad del personal y la uniformidad en el servicio prestado. Como se ve en el figura 4.

Figura 4 pregunta 3 realizada a los técnicos

3. ¿Considera que se siguen los protocolos establecidos en todos los proyectos? (0 punto)

[Más detalles](#)

● si 5  
● no 13



Nota Elevación de Google form con base a los resultados

4. ¿Tiene acceso regular a actualizaciones sobre normativas de instalación?

Sí: 7 personas

No: 12 personas

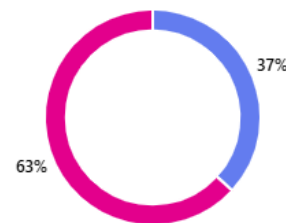
Casi el 63% de los encuestados manifestó que no recibe actualizaciones periódicas sobre las normativas aplicables. Esta carencia podría deberse a fallas en los canales de comunicación interna, ausencia de capacitaciones formales o desinterés institucional en la formación continua. No contar con esta información expone a la empresa a incumplimientos regulatorios y posibles sanciones, además de limitar el crecimiento técnico del personal. Como se ve en el figura 5.

Figura 5 pregunta 4 realizada a los técnicos

4. ¿Tiene acceso regular a actualizaciones sobre normativas de instalación? (0 punto)

[Más detalles](#)

● si 7  
● no 12



Nota Elevación de Google form con base a los resultados

5. ¿Se realiza control de calidad después de cada instalación?

Sí: 8 personas

No: 11 personas

Aunque existe una ligera tendencia hacia la no realización, las respuestas están casi divididas, lo que sugiere inconsistencias en la aplicación de controles de calidad. Es posible que

43

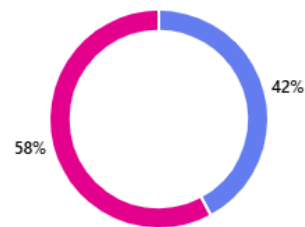
este proceso dependa del supervisor o del cliente, o que no exista un protocolo unificado de verificación final. Sin un control posterior estructurado, se incrementa el riesgo de que los errores pasen desapercibidos, afectando la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa. Como se ve en el figura 6.

Figura 6 pregunta 5 realizada a los técnicos

5. ¿Se realiza control de calidad después de cada instalación? (0 punto)

[Más detalles](#)

● si 8  
● no 11



Nota Elevación de Google form con base a los resultados

6. ¿El equipo técnico cuenta con herramientas adecuadas para sus tareas?

Sí: 11 personas

No: 8 personas

Aunque la mayoría considera que sí cuentan con las herramientas adecuadas, el 42% que responde negativamente representa una alerta significativa. La falta de herramientas especializadas o en buen estado puede dificultar las tareas diarias, aumentar los tiempos de

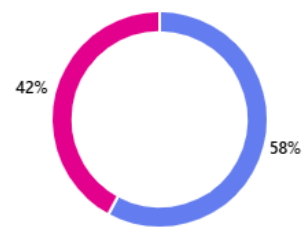
ejecución, comprometer la seguridad laboral e incluso ocasionar daños a los equipos o errores técnicos. Como se ve en el figura 7

Figura 7 pregunta 6 realizada a los técnicos

6. ¿El equipo técnico cuenta con herramientas adecuadas para sus tareas? (0 punto)

[Más detalles](#)

● sí	11
● no	8



Nota Elevación de Google form con base a los resultados

7. ¿Se reportan formalmente los errores detectados durante la instalación?

Sí: 10 personas

No: 9 personas

Existe un equilibrio entre quienes reportan formalmente los errores y quienes no. Esta dualidad podría indicar que no hay un mecanismo único ni obligatorio de reporte, o que algunos técnicos no son conscientes de su responsabilidad al documentar fallas. La ausencia de reportes formales limita el aprendizaje organizacional, ya que los errores tienden a repetirse sin generar acciones correctivas o preventivas. Como se ve en el figura 8.

Figura 8 pregunta 7 realizada a los técnicos

7. ¿Se reportan formalmente los errores detectados durante la instalación? (0 punto)

[Más detalles](#)

● si	10
● no	9



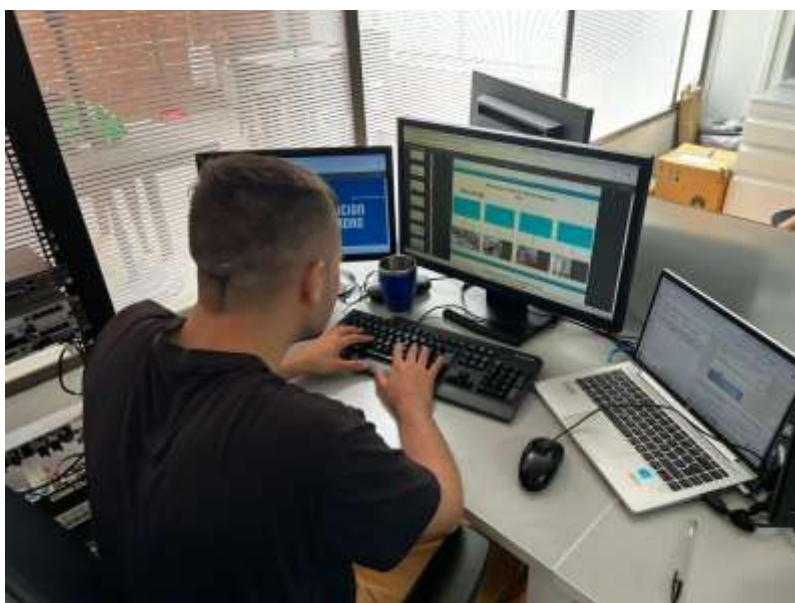
Nota Elevación de Google form con base a los resultados

Con base en los resultados obtenidos a través de encuestas y entrevistas realizadas a líderes técnicos, se evidenció la falta de un procedimiento estandarizado para la instalación de antenas, lo cual ha generado diferencias en la calidad del trabajo, reprocesos y errores recurrentes en campo. Por ello, se diseñó una cartilla técnica que satisface esta necesidad, la cual contiene el paso a paso detallado de cada proceso, acompañado de imágenes reales, indicaciones precisas y ejemplos de documentación fotográfica correctamente elaborada. Esta guía busca facilitar el trabajo de los técnicos, optimizar tiempos, garantizar instalaciones uniformes y servir como herramienta de consulta y formación, asegurando así un control de calidad más riguroso y una mayor eficiencia operativa

**Resultados que se obtuvieron en base a la recolección de sugerencias y datos**

Primero se muestra el producto de la cartilla al proger manager además quien lidera el proyecto de las instalaciones, quien es el que da el aval, para que esta se le proporcione a los técnicos de manera digital además argumentando que se ve muy bien realizada y que este producto no se tenía en la empresa que se debe usar de manera inmediata para mejorar los kpsi índices de desempeño , supervisando la creación de esta para no tener ningún problema al momento de ser difundida a los colaboradores de la empresa y empezar con la muestra de este proyecto que son 19 personas entre líderes y técnicos, donde estos muy buenos resultados, además se fijan estándares de que lleva la cartilla con los datos que se obtuvieron para tener las soluciones mas precisas revisada por el coordinador del proyecto, . También podemos observar las comparaciones de lo que se buscaba y lo que se obtuvo en la tabla 2. Harold Brad quien dio una opinión mas directa de la cartilla ya que el fue unos de los primeros líderes en la empresa el dice que en su tiempo si esto se hubiera obtenido desde antes todo podría ser mas didáctico y concreto que es un buen avance para la operación y que se tienen que poner a prueba de inmediato

Figura 9 El coordinador del proyecto evalúa la cartilla



Nota el coordinador Harold Brad da el aval para difundir la cartilla a la muestra deseada para ver los resultados que se obtuvieron después

Tabla 2 Comparación de las necesidades con lo que se realizó la cartilla y las soluciones propuestas

Necesidades Identificadas	Soluciones Aportadas por la Cartilla
	Técnica

Falta de estandarización en el proceso de instalación	Se definió un paso a paso claro y uniforme para todas las cuadrillas, con indicaciones precisas.
Errores frecuentes por desconocimiento o interpretación libre del proceso	Se incorporaron advertencias y recomendaciones , así como errores comunes a evitar.
Ausencia de documentación visual adecuada (fotos mal tomadas o incompletas)	Se incluyó una guía con ejemplos de fotografías correctas e incorrectas, con nomenclatura y ángulo de captura.
Dudas en campo por falta de apoyo técnico inmediato	La cartilla puede ser consultada en físico o en formato digital, sirviendo como apoyo directo en la operación.
Pérdida de tiempo al no tener una fuente de consulta rápida y confiable	El diseño visual y organizado de la cartilla permite ubicar fácilmente cada procedimiento y su ilustración.
Variabilidad en la calidad de las instalaciones	Se promueve la calidad uniforme mediante checklists, normas aplicadas y mejores prácticas incluidas.

Necesidad de capacitar personal nuevo sin depender exclusivamente de la experiencia del líder	La cartilla funciona también como material de formación inicial y de refuerzo técnico para nuevos ingresos.
---	---

- Se definió un paso a paso claro y uniforme para todas las cuadrillas, con indicaciones precisas.

Antes, cada técnico ejecutaba las instalaciones con base en su experiencia personal, lo que generaba diferencias en los resultados. Ahora, gracias a la cartilla, todos siguen una misma estructura metodológica que detalla desde la llegada al sitio hasta la documentación final, permitiendo una ejecución homogénea y más eficiente.

Figura 10 se observa el paso a paso que se debe seguir en la instalación



Nota el técnico observa como debe seguir el paso a paso de su instalación

- Se incorporaron advertencias y recomendaciones , así como errores comunes a evitar.

Durante la operación, se observaban fallos recurrentes por desconocimiento de ciertos detalles técnicos. Con la cartilla, cada etapa contiene alertas específicas y consejos prácticos que orientan al técnico sobre qué hacer y qué evitar, reduciendo errores críticos que antes se pasaban por alto.

Figura 11 técnico mirando los errores comunes



Nota el técnico mira y observa diferentes errores comunes que se indican durante la instalación para que no se repitan

- Se incluyó una guía con ejemplos de fotografías correctas e incorrectas, con nomenclatura y ángulo de captura.

Uno de los mayores problemas detectados era la mala calidad o falta de coherencia en las fotos de evidencia. La cartilla ofrece ahora imágenes de referencia con indicaciones exactas sobre cómo, cuándo y desde qué ángulo deben capturarse, asegurando que la documentación visual cumpla con los estándares exigidos, como en la figura 12 donde se muestra el paso a seguir de lo que es el día 1

Figura 12 la cartilla muestra el cómo se debe tomar la evidencia establecida con su respectiva guía por foto.



Nota se observa en la plantilla lo primero que se debe hacer en el proyecto que es el día 1 siendo este lo mas importante para poder tener un buen comienzo

- La cartilla puede ser consultada en físico o en formato digital, sirviendo como apoyo directo en la operación.

Ante cualquier duda en campo, el técnico ya no tiene que esperar indicaciones del líder o supervisor. Ahora cuenta con una herramienta práctica que puede llevar en su dispositivo móvil o en formato impreso, lo que le permite validar procesos en tiempo real sin depender de terceros.

Teniendo en cuenta que cuenta con 7 capítulos donde se enfocan en la instalación principal de cada uno de los procesos necesarios como se muestra en la figura 14.

La cartilla se encontrara [AQUI](#)

Figura 13 Cartilla 100% completa para que los técnicos en campo se guíen



Nota se muestra la portada el cual da inicio a la cartilla del proceso de instalacion

- El diseño visual y organizado de la cartilla permite ubicar fácilmente cada procedimiento y su ilustración.

Gracias al uso de diagramas, numeración clara y una estructura jerárquica, la cartilla se convierte en un recurso de consulta ágil. Esto mejora los tiempos de respuesta y reduce la improvisación durante la instalación. Además cuenta con 33 paginas en las cuales se enfoca en la instalación de como se debe subir la documentación y que no se tengan errores comunes como los que ya se documentaron

Figura 14 se muestra la cartilla con la agenda ya establecida y en orden para dar un buen cierre a este



Nota se muestra el paso a paso a seguir para poder tener la mejor interpretación de que es lo que se tiene planificado para el cierre

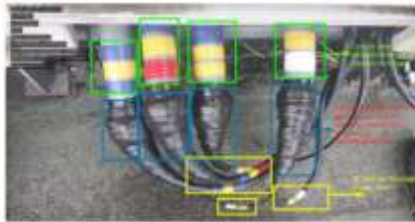
- Se promueve la calidad uniforme mediante checklists, normas aplicadas y mejores prácticas incluidas.

Para garantizar un estándar elevado en cada instalación, se añadieron listas de verificación que permiten al técnico confirmar que no ha omitido ningún paso clave. Además, se incluyeron normas técnicas y prácticas recomendadas, fomentando un trabajo más profesional y alineado con los requerimientos del cliente.

Figura 15 se muestra la guía de como debe ir y en que orden algunos de los terminados de calidad

## Evidencia de la Impermeabilización de Corazas debajo del gabinete y en la base de la torre

- [Foto conectores de coraza impermeabilización/Vulcanizado en la base de la torre o si se encuentra en mastil separado una foto por coraza (2) fotos habilitadas



- Foto del conector de la coraza impermeabilizado/vulcanizado antes de ubicarlas debajo de gabinete (2) fotos habilitadas



Nota se observa el seguimiento y orden de encintado para no cometer errores en el proceso de calidad

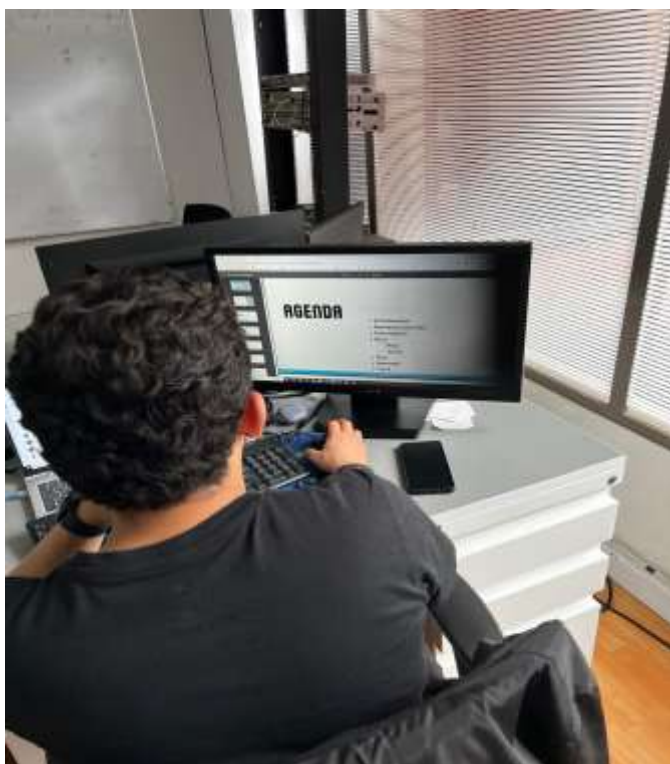
- La cartilla funciona también como material de formación inicial y de refuerzo técnico para nuevos ingresos.

Los nuevos técnicos ya no dependen únicamente de la experiencia de sus compañeros.

La cartilla actúa como guía de entrenamiento, facilitando la curva de aprendizaje y garantizando

que incluso el personal nuevo pueda realizar instalaciones de forma adecuada desde sus primeras salidas.

Figura 16 evidencia de nuevo tecnico



Nota se observa como el nuevo colaborador se capacita viendo lo que trae la cartilla de instalación

## Conclusiones

A partir del desarrollo de esta investigación, se concluye que la ausencia de una guía estandarizada para la instalación de sistemas de telecomunicaciones representa una barrera significativa para asegurar la calidad y uniformidad en los procesos técnicos. La variabilidad en la ejecución, los errores recurrentes y la falta de claridad en la documentación evidencian la necesidad de una herramienta práctica que centralice y organice el conocimiento operativo de forma clara, accesible y visual.

El diseño de la cartilla técnica respondió directamente a esta necesidad. A través del análisis de encuestas y entrevistas con personal experto, se logró identificar los principales puntos críticos del proceso de instalación. Con base en estos hallazgos, la cartilla fue estructurada como un instrumento de apoyo con pasos detallados, advertencias, errores comunes, y ejemplos fotográficos que permiten al técnico no solo ejecutar, sino también comprender y anticiparse a posibles fallos.

Su validación con líderes del área técnica confirmó su pertinencia y aplicabilidad. Además, su formato tanto físico como digital facilita su uso en campo, ofreciendo una referencia inmediata y concreta que estandariza el trabajo sin importar el nivel de experiencia del técnico. Esto no solo eleva la calidad del servicio prestado, sino que fortalece los procesos de formación y retroalimentación dentro de los equipos de trabajo.

La implementación de la cartilla también promueve una cultura de orden y control, lo que impacta positivamente en la reducción del retrabajo, la mejora del tiempo de respuesta y el uso eficiente de recursos. Adicionalmente, se identificó un impacto positivo en términos de sostenibilidad, ya que al disminuir los errores y optimizar los procedimientos se reduce el consumo innecesario de materiales y la repetición de visitas técnicas.

En resumen, la creación de esta cartilla técnica representa un avance significativo para la empresa, ya que proporciona una solución concreta, funcional y adaptable que mejora la precisión en la instalación, fortalece el control de calidad y promueve buenas prácticas sostenibles y replicables a largo plazo.

Tras la validación con expertos y usuarios, se evidenció que la cartilla técnica cumple su objetivo de mejorar la calidad y estandarización en la instalación de sistemas de telecomunicaciones. Harold Brad, uno de los primeros líderes técnicos de la empresa, señaló que “si esta cartilla hubiera existido antes, todo habría sido más didáctico y concreto”, destacándola como un avance clave para la operación. Sugirió su aplicación inmediata. Otros usuarios coincidieron en su utilidad y claridad, y recomendaron incluir viñetas para organizar mejor las recomendaciones y facilitar aún más su consulta en campo.

## Recomendaciones

Esta cartilla es un primer paso para fortalecer el trabajo técnico en campo. A partir de ella, se recomienda:

Socializar su uso con todo el equipo técnico, explicando su utilidad de forma clara y cercana.

Escuchar a quienes la aplican, creando espacios breves pero constantes para recoger sugerencias.

Actualizarla con el tiempo, ajustándola según lo que funcione mejor en la práctica.

Medir su impacto con indicadores sencillos, como reducción de errores o tiempos de ejecución.

Reconocer las buenas prácticas, para que todos se sientan parte del proceso de mejora.

Más que un documento, esta cartilla busca ser una herramienta útil para hacer el trabajo más fácil, ordenado y de mejor calidad para todos.

## Referencias

Ahmed, B. S., Bures, M., & Černý, T. (2018). Internet of Things: Current Challenges in the Quality Assurance and Testing Methods. En Information Science and Applications 2018.

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85051090880&origin=resultlist&sort=plf-f&src=s>

Ahmed, B. S., Hannay, J. E., & Bures, M. (2019). Aspects of Quality in Internet of Things (IoT) Solutions: A Systematic Mapping Study. En IEEE Access.

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85061728031&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s>

Ahmed, W., Hasan, O., Pervez, U., & Qadir, J. (2017). Reliability Modeling and Analysis of Communication Networks. En Journal of Network and Computer Applications, 78, 191–215. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85004009800&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=a63a0c7ca0205731b485abffa2001151>

Alcala. (2023). ISO 11801: sistemas de cableado en redes de telecomunicaciones. Recuperado de <https://auditoriainterna.es/iso-11801/>

Alsharif, M. H., Kelechi, A. H., Albreem, M. A., Chaudhry, S. A., Zia, M. S., & Kim, S. (2022). 5G System Overview for Ongoing Smart Applications: Structure, Requirements, and Specifications. Journal of Sensors, 2022.

[https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9578857/?utm\\_source=chatgpt.com](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9578857/?utm_source=chatgpt.com)

American Society for Quality. (2020). Six Sigma: A complete step-by-step guide. ASQ Quality Press. <https://asq.org/quality-resources/six-sigma>

Anaweera, C., et al. (2017). 5G C-RAN architecture: A comparison of multiple optical fronthaul networks. 2017 International Conference on Optical Network Design and Modeling (ONDM), IEEE. <https://doi.org/10.23919/ONDM.2017.7958542>

ANSI/TIA-568. (2020). Telecommunications cabling standard. Retrieved from [https://global.ihs.com/doc\\_detail.cfm?document\\_name=ANSI%2FTIA%2D568%2E0%2DD&item\\_s\\_key=00543951](https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ANSI%2FTIA%2D568%2E0%2DD&item_s_key=00543951)

BICSI. (2020). Telecommunications distribution methods manual. Retrieved from <https://www.bicsi.org>

BSI Group. (2023). Norma TL 9000 para el sector Telecomunicaciones. Recuperado de <https://www.bsigroup.com/es-ES/TL-9000-Telecomunicaciones--pagina-unica/>

CC Tech Group. (2023). ISO 9000 vs Six Sigma: A Comparison for Quality Management. Recuperado de <https://cc-techgroup.com/iso-9000-vs-six-sigma/>

Cheng-Xiang, W., You, X., Gao, X., Zhu, X., Li, Z., & Zhang, C. (2023). On the road to 6G: Visions, requirements, key technologies, and testbeds. IEEE Journals & Magazine. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10054381>

Deming, W. E. (1986). Out of the crisis. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262541152/out-of-the-crisis/>

Herrera-Garcia, J., et al. (2022). A Survey on Zero Touch Network and Service Management (ZSM) for 5G and Beyond Networks. Journal of Network and Computer Applications, 103362. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85079587457&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&sid=b370d277829ca5d14765a6f7353b103b>

Hoyle, D. (2017). ISO 9000 Quality Systems Handbook (7th ed.): Using the standards as a framework for business improvement. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315200097>

IEEE. (2025). Next generation 5G wireless networks: A comprehensive survey. IEEE Journals & Magazine. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7414384>

IEEE 802.3. (2022). Ethernet standard. <https://standards.ieee.org/ieee/802.3/6210/>

International Organization for Standardization. (2017). ISO/IEC 11801-1: Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements. ISO. <https://www.iso.org/standard/69395.html>

ISO/IEC 11801. (2019). International telecommunications standard. <https://www.iso.org/standard/69372.html>

ISO/IEC 27001. (2021). Information security management. <https://www.iso.org/isoiec-27001-information-security.html>

ITU. (2019). Telecommunications standardization. <https://www.itu.int/en/ITU-T>

Juran, J. M. (1992). Juran on quality by design: The new steps for planning quality into goods and services. Free Press. <https://archive.org/details/juranonqualityby0000jura>

Khan, M., Alhumaima, R. S., & Al-Raweshidy, H. S. (2015). Quality of service aware dynamic BBU-RRH mapping in cloud radio access network. 2015 International Conference on Emerging Technologies (ICET), IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICET.2015.7389101>

Khan, M., Sabir, F. A., & Al-Raweshidy, H. S. (2017). Load balancing by dynamic BBU-RRH mapping in a self-optimised cloud radio access network. 2017 24th International Conference on Telecommunications (ICT), IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICT.2017.7998272>

Márquez, M., & Mejías, A. (2013). Dimensiones de la calidad del servicio ofrecido por el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNET. Universidad, Ciencia y Tecnología, 17(67), 68–74. [https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-48212013000200002&script=sci\\_abstract](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-48212013000200002&script=sci_abstract)

Nayak, J., et al. (2018). Nature inspired optimizations in cloud computing: Applications and challenges. En Cloud computing for optimization: Foundations, applications, and challenges (pp. 1–26). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-69889-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69889-2_1)

Paixão, E. A. R., et al. (2018). Optimized load balancing by dynamic BBU-RRH mapping in C-RAN architecture. 2018 Third International Conference on Fog and Mobile Edge Computing (FMEC), IEEE. <https://doi.org/10.1109/FMEC.2018.8364042>

Pyzdek, T., & Keller, P. (2018). The Six Sigma handbook. McGraw-Hill Education. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781259643607>

QuEST Forum. (2016). TL 9000 Quality Management System Measurements Handbook Release 5.5. <https://tl9000.org/handbooks.html>

QuEST Forum. (2020). TL 9000 quality management standard. <https://tl9000.org/>

Sallis, E. (2014). Total Quality Management in Education (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315843522>

SERDAN. (2024a). Portafolio de servicios. Recuperado el 17 de marzo de 2025, de <https://www.serdan.com.co/portafolio>

SERDAN. (2024b). Telecomunicaciones. Recuperado el 17 de marzo de 2025, de <https://www.serdan.com.co/telecomunicaciones.html>

Smith, L., & Johnson, R. (2021). Innovation in quality control. Scopus. [Acceso institucional: <https://www.scopus.com>]

Waleed, S., et al. (2021). Resource allocation of 5G network by exploiting particle swarm optimization. Iran Journal of Computer Science, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s42044-021-00089-4>

Wang, C.-X., You, X., Gao, X., Zhu, X., Li, Z., & Zhang, C. (2023). Control de calidad en infraestructura 5G: Desafíos y soluciones. IEEE Xplore. [Buscar publicación relacionada en: <https://ieeexplore.ieee.org>]

Yin, H., & Alamouti, S. (2021). OFDMA: A broadband wireless access technology. IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/4534773>