



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Proyecto: Optimización de Procesos de Radicación FTTH – Huawei

Juan Manuel Hernández Mendoza

Trabajo de Grado Para Optar el Título

Ingeniero en Telecomunicaciones.

Pedro Alejandro Mancera

Director De Trabajo De Grado o Tesis

Carrera de Ing. Telecomunicaciones

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia, diciembre del 2025

Resumen:

Este documento detalla el proceso completo, implementado, para radicar proyectos de fibra óptica FTTH en el área de pasantía en Huawei. La tarea principal es el cambio de clústeres MDU que en español se traduce como “Unidad de Vivienda Múltiple” los cuales son los encargados de los permisos a los conjuntos residenciales u centro comerciales que posean el servicio de Claro a SDU que en español se traduce como “Unidad de Vivienda Unifamiliar” el cual es el área encargada de los permisos de barrios abiertos en otras palabras quien se encarga que todo los elementos externos como los postes o cámaras sean viables para implementar la fibra óptica, preparar la documentación técnica, realizar un documento con el registro fotográfico de los postes y cámaras, radicación en JOIN AS, Umbrella, ISDP, y llevar el control interno del proyecto. Todo esto sigue las reglas técnicas, normativas y operativas de Huawei, Claro y Enel.

El proceso arranca al recibir el diseño del clúster de ingeniería. Usando esto, se remueven los MDU dejando solo SDU porque esto es para casas individuales. Después, chequeamos que la fibra óptica siga su camino, vemos por dónde van los postes, asegurando una continuidad lógica y técnica, La capacitación que se ofrece busca mejorar la planeación, la ejecución y el registro de los proyectos FTTH, reforzando las habilidades de los ingenieros en telecomunicaciones.

Con el propósito de esto, se impartirá formación en la construcción y difusión de redes de fibra óptica. Esta cubrirá desde la instalación de "feeders" y "subfeeders" hasta las uniones y la repartición en domicilios. Además, las macros en Excel se optimizarán, para así simplificar la creación de archivos CSV, esto mejora la gestión del registro fotográfico.

El programa formativo incluye la creación de documentación técnica exigida por compañías de electricidad como Enel, ENSA, ESSA, EEP y CHECK. De la misma forma, se utilizarán herramientas especializadas como QGIS, AutoCAD y OneBox. Asimismo, se indagará en la automatización del cambio de nombre de imágenes con el fin de mejorar la organización del registro fotográfico, y a su vez mejorar la trazabilidad del proyecto.

Finalmente, el objeto de este trabajo es organizar la información para preparar a los ingenieros para gestionar proyectos de telecomunicaciones con mayor eficiencia, precisión y coordinación, garantizando una ejecución más veloz y una entrega de documentación completa y ordenada, cumpliendo los estándares del sector.

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1 CONTAR RESUMIDO QUE PROBLEMAS HABIAN.....	6
2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	7
2.1 Justificación Técnicas	7
3 OBJETIVOS	8
3.1. Objetivo General.....	8
3.2. Objetivos Específicos.....	8
4 INTRODUCCIÓN	9
4.1. Identificación de problemas operativos y operacionales en la radicación de proyectos FTTH.....	9
4.1.1 Tiempos Prolongados En Registros Fotográficos	9
4.1.2 Deficiencias En Conocimientos Técnicos Especializados.....	10
4.2. procedimiento técnico uniforme para la elaboración y presentación de documentos FTTH	10
4.2.1. Normativas Aplicables Para Manuales Pedagógicos Empresariales	10
4.2.2. Normas ISO Específicas para Telecomunicaciones.....	11
4.2.3. Normas Técnicas Complementarias.....	11
4.2.4 Requisitos Específicos para Documentación Técnica	12
4.2.5 Marco Teórico: Gestión De Permisos En Proyectos FTTH.....	13
4.2.6. Fundamentación Teórica	13
4.2.7. Marco Conceptual Específico	15
4.2.8 Marco Normativo y Regulatorio	16
4.2.9 Metodología de Gestión de Permisos	16
4.2.10 Tecnologías de Información Aplicadas	17
4.2.11 Análisis de Impacto Organizacional.....	18
4.2.12 Métricas y KPIs Técnicos	19
4.2.13 Impacto Estratégico y Competitivo	19
4.2.13.1.....	19
4.2.13.2.....	19
4.3. instrumentos digitales especializados:	20
5. IMPACTO ESPERADO	21
5.1 Indicadores De Éxito.....	21

5.2 Beneficios Organizacionales.....	21
6. PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN Y RADICACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS FTTH.....	22
6.1. Obtención y limpieza del clúster.....	23
6.2. Identificación de región y segmentación del clúster.....	23
6.3. Descarga de imágenes de referencia	24
6.4. Uso de AutoCAD y georreferenciación	24
6.5. Elaboración de la cartera (CSV)	25
6.6. Registro fotográfico técnico.....	25
6.6.1: Automatización del registro fotografico	27
6.7. Radicación del proyecto en plataforma JOIN AS	28
6.8. Registro del ID y actualización de plataformas internas	29
6.9. Actualización de ISDP y gestión de resultados.....	29
6.10. Plan de Transferencia de conocimiento y capacitación	29
6.10.1: Cronograma y Modalidad	29
6.10.3: Módulos de contenido.....	30
6.10.4: Público objetivo	30
6.10.5: Metodología	30
6.11 Consideraciones finales.....	31
7. Conclusión	32
8. Referencias.....	34

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de flujo del procedimiento de realización de proyectos en el área de SDU.....	22
Ilustración 2 Diseño de Cluster general segmentado por feeder, subfeeder y distribución.	23
Ilustración 3. Diseño de segmentación por feeder, subfeeder y distribución.....	24
Ilustración 4. Diseño de georreferenciación entre AutoCAD y Google Earth.....	25
Ilustración 5. Plantilla del registro fotográfico para envío de documentación	26
Ilustración 6. Diagrama de flujo del procedimiento para utilizar el aplicativo del registro fotográfico.....	27
Ilustración 7 Plataforma de Enel para carga de documentación.	29

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante la pasantía en Huawei en el área de permisos de SDU, se identificaron falencias en el proceso de radicación de proyectos de fibra óptica, a partir de la experiencia y del dialogo con los jefes directos, que generaban retrasos criticos.

1.1 CONTAR RESUMIDO QUE PROBLEMAS HABIAN

A la hora de iniciar mis pasantías pude evidenciar una amplia carencia de conocimientos en el equipo ya que siempre detenían sus labores para tener que preguntarles a los jefes cualquier mínimo detalle, además de eso se evidencio una taza de rechazo muy grande en la documentación del registro fotográfico pedido por el cliente, y un tiempo prolongado a mas de un día para el renombramiento de las imágenes y la realización de dicho documento con la marca de agua especifica

2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

2.1 Justificación Técnicas

Con las problemáticas vistas en la empresa cobro sentido crear y poner en acción manuales técnicos para operaciones, como una manera clara y organizada de abordar los problemas que he visto al planificar y establecer proyectos FTTH con Huawei Retrasos en el momento del establecimiento, alta dependencia de procesos manuales, La falta de normalización documental y las lagunas en los conocimientos técnicos demostraron la necesidad de directrices claras, oficiales y reproducibles para orientar al personal en cada etapa del proceso.

Los manuales permitieron convertir las actividades dispersas sobre la marcha en un proceso técnico claro, verificable. Dividiendo el trabajo en pasos claros como limpiar los clústeres, mapear en AutoCAD y Google Earth, crear carteras en CSV y tomar fotos de construcción.

Los manuales realmente ayudaron a estandarizar el proceso, definiendo criterios uniformes para el nombre de archivos, la estructura de carpetas, campos obligatorios y validaciones antes de archivar, Los procesos se redujeron y la tasa de aprobación de proyectos en primera instancia aumentó ante plataformas como JOIN AS y entidades de infraestructura eléctrica como ENEL.

Los manuales también sirvieron como medio para transmitir conocimientos técnicos, ayudando a solucionar las deficiencias en el manejo de equipos especializados. se reforzaron las competencias del personal operativo, garantizando una mayor precisión técnica y trazabilidad de la información presentada. Desde un punto de vista técnico, la sistematización de estos procedimientos permitió integrar buenas prácticas industriales, directrices normativas y herramientas de automatización en un único organismo documental, alineado con los estándares de calidad y gestión de la información. Al hacer esto, los manuales no sólo fijaron las cuestiones actuales, sino que también establecieron una base técnica sólida para la implementación de futuros proyectos FTTH, reduciendo los riesgos, acelerando el proceso y minimizando errores.

3 OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Elaborar una estrategia de capacitación a través de manuales para optimización en la radicación de proyectos FTTH en Huawei, incorporando herramientas digitales y buenas prácticas operativas.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los problemas operativos y documentales que existen en la planificación, ejecución y radicación de proyectos FTTH en Huawei, determinando las limitaciones más significativas relacionadas con el tiempo, la estandarización y el manejo de información.
- Diseñar un procedimiento técnico uniforme para la elaboración y presentación de documentos FTTH, que incluya las fases de limpieza de clústeres, georreferenciación, confección de carteras, registro fotográfico y presentación en plataformas digitales.
- Incorporar y mejorar la utilización de instrumentos digitales especializados (Google Earth, AutoCAD, JOIN AS, One Box, Umbrella e ISDP), añadiendo componentes de automatización que posibiliten disminuir los errores manuales, los retrasos en la ejecución y las repeticiones innecesarias.
- Consolidar los procedimientos técnicos elaborados y las estrategias de incorporación de instrumentos digitales especializados en manuales técnicos que serán entregados al área de permisos de SDU.

4 INTRODUCCIÓN

En el área de permisos de SDU normalmente trabajábamos en permisos de barrio abierto lo que significaba el trabajar con la gestión tanto de los postes como de las cámaras existentes en un barrio, dicha gestión se realizaba con varios documentos de los cuales era necesario el envío al cliente que es ENEL, dichos documentos contaban con una cartera CSV la cual llevaba las coordenadas de los elementos necesarios en el proyecto, la altura de los postes, la distancia que tenían entre elementos, y por último la observación de que si este poseía algún elemento telemático y los consecutivos de los siguientes proyectos, es necesario un registro fotográfico donde se evidencie todos los elementos que tienen el proyecto, un archivo de coordenadas las cuales tenemos que arreglar de manera manual gracias a Google Earth ya que podían salir desfasada del plano que nos entregaban los ingenieros de diseño, y por ordenes del cliente no podía existir un desfase mayor de 5 metros, y por ultimo era necesario el plano del proyecto con consecutivo al siguiente proyecto y si se tenía planeado implementar un dispositivo al poste o a la cámara ponerlo en el plano.

A la hora de la realización de toda la documentación anteriormente explicada evidencie un problema en la tasa de errores por la falta de conocimientos en la documentación y un retraso a la hora de entregar los proyectos por el registro fotográfico, por dichos problemas tome la decisión de realizar una serie de manuales los cuales tenían la información pertinente para la documentación, y con ayuda de los ingenieros de IT en México para la realización de un aplicativo el cual realizara el registro fotográfico de una manera más eficiente y rápida, de dicho aplicativo también se realizó un manual para que el equipo de trabajo lo pudiera utilizar de buena manera, de dichos manuales se hicieron varias capacitaciones para el equipo ya que no tenían el conocimiento de cómo utilizarlo.

4.1. Identificación de problemas operativos y operacionales en la radicación de proyectos

FTTH

4.1.1 Tiempos Prolongados En Registros Fotográficos

La tarea manual del registro con fotos y la poca uniformidad al hacer cosas como situar en el mapa, crear carpetas y arreglar documentos causaron un problema que frenó el trabajo en los proyectos FTTH, haciendo que registrar las cosas tomara mucho más tiempo. Esto dañó lo bien que trabajaba el equipo e hizo que se tardara en poner al día sitios como JOIN AS, One Box, Umbrella e ISDP, poniendo en riesgo que se cumplieran los tiempos que exige la ley y que el trabajo en la calle saliera adelante. Por ello, hubo fallos que se repetían, trabajo que había que corregir y documentos que no funcionaban, afectando a todo lo que se hace para instalar redes de fibra óptica y para atender a los clientes y a las empresas de electricidad.

4.1.2 Deficiencias En Conocimientos Técnicos Especializados

Se notó una falta grande en las capacidades técnicas del equipo que trabaja en los proyectos FTTH, sobre todo al usar herramientas como AutoCAD la cual la utilizamos para la limpieza del cluster que los chicos de diseño nos brindaba, también para crear el plano de los proyectos por separado que eran necesarios en la documentación, también servía para poder tomar los datos de las coordenadas de los postes y las cámaras necesarias en los proyectos, al pasar información a Google Earth para los procesos de georreferenciación, utilizábamos esta aplicación para corregir de manera manual las coordenadas ya que por política del cliente no podía superar los tres metros. Este problema hizo más difícil hacer diseños técnicos según el ID de postes, ajustar bien las coordenadas geográficas y crear los planos técnicos que se piden para los documentos, lo cual afectó que la información fuera igual, precisa y fácil de rastrear, y puso en peligro la calidad técnica de los proyectos mostrados.

4.2. procedimiento técnico uniforme para la elaboración y presentación de documentos

FTTH

4.2.1. Normativas Aplicables Para Manuales Pedagógicos Empresariales

ISO 9001:2015 - Sistema de Gestión de Calidad

La ISO 9001:2015 pone las reglas del juego para un sistema de gestión de calidad; e igualmente, precisa documentos específicos. Eso, si, la cantidad de documentación debe ir acorde al tamaño y rubro económico de la organización (ISO 2015) esta norma exige:

Documentación obligatoria:

- Política de calidad y objetivos de calidad
- Alcance del sistema de gestión de calidad
- Procedimientos documentados requeridos por la norma
- Documentos necesarios para la planificación, operación y control efectivo de procesos
- Registros requeridos por la norma

Estructura documental recomendada: Según la norma ISO 10013:2021, la estructura

documental debe incluir manuales maestros, procedimientos operativos e instrucciones

detailladas (ISO, 2021). Existen tres niveles básicos de documentación para sistemas de gestión:

- **Nivel 1:** Manual de calidad (documento maestro)

- **Nivel 2:** Procedimientos operacionales específicos
- **Nivel 3:** Instrucciones de trabajo detalladas

ISO 10013:2021 - Directrices para la Documentación de Sistemas de Gestión de Calidad

Esta norma específica proporciona las directrices para desarrollar y mantener la documentación necesaria para asegurar un sistema de gestión de calidad efectivo (ISO, 2021). Esto incluye:

Requisitos para manuales técnicos:

- Estructura jerárquica clara
- Procedimientos paso a paso
- Responsabilidades definidas
- Criterios de aceptación
- Métodos de verificación y validación

4.2.2. Normas ISO Específicas para Telecomunicaciones

ISO 27011:2024 - Seguridad de la Información para Telecomunicaciones

La ISO 27011:2024 es la actualización más reciente que establece directrices para la seguridad de la información en telecomunicaciones, basada en la ISO 27002, diseñada para garantizar que las organizaciones del sector cumplan con los requisitos de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI).

Aplicaciones para manuales pedagógicos:

- Protocolos de seguridad en documentación técnica
- Clasificación de información sensible
- Controles de acceso a procedimientos críticos
- Gestión de cambios en documentación técnica

ISO 27002 - Controles de Seguridad de la Información

Define procedimientos y políticas para proteger la información que se va a transmitir, considerando todos los aspectos, donde las medidas de seguridad se definen en función de la naturaleza del remitente, el destinatario y los soportes utilizados.

4.2.3. Normas Técnicas Complementarias

ISO 15288 - Ingeniería de Sistemas y Software

Define un marco común para los procesos de ciclo de vida del software y establece estándares para la evaluación de la capacidad de los procesos.

ISO 12207 - Procesos de Ciclo de Vida del Software

Establece estándares para los procesos de desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software.

4.2.4 Requisitos Específicos para Documentación Técnica

Estructura Normativa Mínima:

1. Portada y control documental

- Título del manual
- Versión y fecha
- Responsables de elaboración y aprobación
- Control de cambios

2. Índice y navegación

- Estructura jerárquica clara
- Referencias cruzadas
- Glosario de términos técnicos

3. Objetivos y alcance

- Propósito del manual
- Usuarios objetivo
- Limitaciones y exclusiones

4. Procedimientos detallados

- Secuencia lógica de actividades
- Responsabilidades específicas
- Criterios de decisión
- Puntos de control

5. Anexos técnicos

- Formularios y plantillas
- Diagramas de flujo
- Referencias normativas
- Herramientas de soporte

4.2.5 Marco Teórico: Gestión De Permisos En Proyectos FTTH

A la hora de realizar el marco teórico pude notar que este brinda las bases conceptuales, técnicas y normativas precisas para una administración eficaz de los permisos en proyectos FTTH, ya que este unía cada uno de los principios de las redes de telecomunicaciones, la transmisión por fibra óptica y la arquitectura de red con los procesos de diseño, documentación e implementación de infraestructura. La idea de este marco teórico es abarcar los estándares internacionales vinculados con la gestión de la calidad, la documentación técnica y la seguridad de la información, así como la normativa nacional actual que controla el uso de la infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones, para así asegurar la trazabilidad, la coherencia técnica y el cumplimiento regulatorio exigido por el cliente. Con lo anterior, se propuso la creación de una base teórico-práctica que apoya la estandarización de procedimientos, la transferencia de conocimientos y la automatización de tareas críticas, haciendo que la radicación y ejecución de proyectos FTTH se hicieran de una manera sistemática acorde con las mejores prácticas del equipo de permisos de SDU.

4.2.6. Fundamentación Teórica

4.2.6.1. Teoría de Redes de Telecomunicaciones

Las redes FTTH, o sea, la Fibra Hasta el Hogar, personifican un salto tecnológico, encaminado a la distribución de servicios de banda ancha directamente a los domicilios, usando fibra óptica. Esta tecnología, ¡es la caña!, se basa en principios de transmisión óptica, lo cual posibilita gigantescas capacidades de datos, baja latencia y, ¡vaya!, una estabilidad mucho más afinada, sostenidas por infraestructuras pasivas y activas, creadas para asegurar eficiencia, confiabilidad y la habilidad de escalar en la entrega del servicio.

Principios de Transmisión por Fibra Óptica:

La fibra óptica funciona esencialmente con la luz, usando ella para transmitir datos a través de medios no conductivos. Explorado a profundidad en publicaciones sobre telecomunicaciones (Keiser, 2011; Senior & Jamro, 2009), esta tecnología se fundamenta en señales de luz y pulsos dentro de un núcleo óptico, una tecnología importante. Las reglas internacionales, incluyendo las de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T G. 652, G. 657) y del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, 2020), también cubren esta área

Principios fundamentales:

- Propagación de señales luminosas a través de medios dieléctricos (Keiser, 2011).
- Multiplexación por división de longitud de onda WDM (ITU-T G.694.1).
- Arquitecturas de red pasiva PON – Passive Optical Network (IEEE 802.3).
- Topologías punto-multipunto con uso de splitters ópticos para distribución (Senior & Jamro, 2009).

Arquitectura de Red FTTH

Las redes FTTH se organizan, en segmentos funcionales; todo ello habilita la repartición del servicio desde la central, hasta el usuario final. Según la literatura técnica, así como, los lineamientos de redes ópticas, claro está (ITU-T G. 984, IEEE 802), la arquitectura se divide principalmente en:

- **Feeder:** tramo troncal que conecta la central con nodos de distribución.
- **Subfeeder:** segmento intermedio entre feeder y distribución.
- **Distribución:** enlace final hacia las unidades habitacionales (SDU).

Estas definiciones son ampliamente adoptadas en implementaciones comerciales de fibra óptica y manuales de diseño de operadores (Huawei, 2023a; Google Fiber, 2020).

4.2.6.2. Teoría de Gestión de Proyectos de Infraestructura

Manejo permisos proyectos FTTH, basados en lo propuesto por el Project Management Institute. Este, dicta prácticas idóneas para la dirección de proyectos, utilizando el PMBOK (PMI, 2021). Implementarlo en infraestructuras críticas asegura control documental, cumplimiento normativo y coordinación actoral.

Modelo PMI aplicado:

- Gestión de *stakeholders* (alcaldías, electrificadoras, clientes).
- Gestión del riesgo regulatorio y técnico.
- Cadena de suministro documental para permisos.
- Control de calidad y validación de entregables (PMI, 2021).

Teoría General de Sistemas Aplicada:

El diseño, los permisos y la ejecución, todo integrado, se entiende desde la Teoría General de Sistemas, que explica cómo los procesos y subsistemas de un proyecto están interconectados (Bertalanffy, 1968), Su aplicación permite comprender:

- Interconexión entre subsistemas (diseño–permisos–implementación).
- Retroalimentación continua para mejora.
- Optimización de flujo de información.
- Control de complejidad operacional.

4.2.7. Marco Conceptual Específico

4.2.7.1 Elementos Técnicos Fundamentales

Los componentes de la red FTTH se categorizan en infraestructura pasiva y de soporte, siguiendo estándares de telecomunicaciones y guías operativas detalladas (ITU-T, 2022; Huawei, 2023c).

Infraestructura Pasiva:

- **NAP (Network Access Point):** punto de acceso y terminación de fibras ópticas.
- **LOS (Line of Sight):** zona destinada a empalmes y continuidad de red.
- **HUB Box:** equipos para distribución a múltiples derivaciones.
- **Splitters:** dispositivos ópticos pasivos para división de señal (ITU-T G.984).

Infraestructura de Soporte:

- Postes eléctricos para tendido aéreo (RETIE, 2021).
- Ductos subterráneos para canales de fibra.
- Fachadas para fijación cuando aplique.
- Franja telemática autorizada para telecomunicaciones (CRC, 2017).

4.2.7.2 Procesos de Georreferenciación y Cartografía Digital

Sistemas de Información Geográfica (GIS):

- Análisis espacial de rutas de fibra óptica
- Optimización de trayectorias basada en algoritmos de shortest path
- Gestión de inventarios de infraestructura georreferenciada
- Análisis de proximidad y buffer zones

Herramientas de Modelado:

- **AutoCAD:** Diseño asistido por computadora para planos técnicos (Autodesk, 2023)
- **Google Earth:** Plataforma de visualización cartográfica y ajuste de coordenadas (Google, 2023)
- **eSurvey:** Herramientas especializadas de levantamiento topográfico (eSurveying Softech, 2022)
- **iTSC:** Sistemas de captura y procesamiento de registros fotográficos (iTSC Technologies, 2022)

Integración multidisciplinaria:

Combinación de conocimientos en ingeniería de telecomunicaciones, gestión de proyectos, aspectos regulatorios y tecnologías de información.

Estandarización de procesos:

Desarrollo de metodologías replicables y escalables que permitan eficiencia operacional.

4.2.8 Marco Normativo y Regulatorio

4.2.8.1. Normativas de Telecomunicaciones en Colombia

- La **Resolución CRC 5050 de 2016** protege los derechos de los usuarios de servicios de comunicaciones (CRC, 2016).
- La **Resolución CRC 5111 de 2017** establece las condiciones de acceso y uso de la infraestructura (CRC, 2017). **Decreto 1078 de 2015:** Reglamento del sector TIC
- En Colombia, la **Ley 1341 de 2009** regula el acceso, uso y apropiación de las TIC como motor de inclusión social (Congreso de Colombia, 2009).

4.2.8.2 Normativas de Seguridad Industrial

- El **RETIE**, actualizado en 2021, establece condiciones de seguridad en instalaciones eléctricas, aplicables a redes de telecomunicaciones (Ministerio de Minas y Energía, 2021).
- Las **normas NTC** regulan aspectos técnicos locales como postes, cables, cámaras o elementos de distribución (ICONTEC, 2020).
- **Códigos de distribución eléctrica:** Normativas específicas de cada operador de red eléctrica

4.2.9 Metodología de Gestión de Permisos

4.2.9.1 Modelo de Proceso Secuencial

Fase 1: Análisis y Preparación

- Obtención y depuración de datos de diseño
- Identificación de infraestructura existente
- Segmentación por criterios normativos y operacionales

Fase 2: Levantamiento de Información

- Captura de imágenes satelitales y urbanas
- Identificación de elementos de infraestructura
- Georreferenciación y ajuste de coordenadas

Fase 3: Documentación Técnica

- Elaboración de carteras de proyecto (formato CSV)
- Generación de planos técnicos
- Creación de registros fotográficos documentados

Fase 4: Validación y Radicación

- Validación técnica de factibilidad
- Presentación ante entidades reguladoras
- Seguimiento de aprobaciones

4.2.9.2 Análisis de Carga y Saturación

Metodología de Árbol de Cargas:

- Cálculo de capacidad de carga mecánica en postes
- Análisis de saturación de infraestructura existente
- Justificación técnica para nuevas instalaciones
- Evaluación de impacto estructural

4.2.10 Tecnologías de Información Aplicadas

4.2.10.1. Plataformas de Gestión Digital

JOIN AS: Sistema de radicación electrónica de proyectos

- Interface con entidades de infraestructura eléctrica
- Gestión documental automatizada
- Seguimiento de estados de aprobación
- Generación de reportes de gestión

ISDP (Infrastructure Strategic Development Platform):

- Consolidación estadística de proyectos
- Dashboard ejecutivo para toma de decisiones
- Métricas de rendimiento operativo
- Integración con sistemas corporativos

4.2.10.2. Herramientas de Productividad

One Box: Sistema colaborativo de seguimiento (Huawei, 2023d)

- Compartición de información entre equipos
- Control de versiones documentales
- Notificaciones automáticas de cambios
- Integración con Umbrella para reporte a cliente

Macro y Query Processing:

- Automatización de procesamiento de datos CSV
- Generación automática de documentación
- Validación de consistencia de datos
- Optimización de tiempos de procesamiento

4.2.11 Análisis de Impacto Organizacional

La puesta en marcha del plan formativo y unificación de métodos FTTH mejora la realización de la documentación, bajando los plazos de envío y las correcciones en la documentación. Igualmente, mejora las habilidades del equipo en el manejo de los aplicativos, disminuye la necesidad de hacer las cosas a mano. En resumen, la idea de los manuales lleva a tener un manejo más fácil, bueno y adaptable, reforzando la eficacia del equipo de permisos de SDU para extender redes FTTH en barrio abierto.

4.2.11.1. Gestión del Cambio en Procesos Técnicos

Factores Críticos de Éxito:

- Especialización técnica del capital humano
- Estandarización de procesos operacionales
- Cultura de cumplimiento normativo
- Integración entre áreas funcionales

Barreras Identificadas:

- Complejidad burocrática institucional
- Dependencia de actores externos no controlables
- Variabilidad en normativas locales
- Limitaciones en herramientas de automatización

4.2.11.2. Optimización de Procesos Técnicos

Oportunidades de Mejora:

- Implementación de Business Intelligence para análisis predictivo
- Desarrollo de APIs para integración de sistemas
- Automatización mediante algoritmos de Machine Learning
- Adopción de estándares internacionales (ITU-T, IEEE)

4.2.12 Métricas y KPIs Técnicos

4.2.12.1. Indicadores de Eficiencia Operacional

- **Tiempo promedio de radicación por proyecto:** Días hábiles desde recepción hasta presentación
- **Tasa de aprobación primera vez:** Porcentaje de proyectos aprobados sin observaciones
- **Índice de completitud documental:** Porcentaje de documentos completos vs. requerimientos
- **Eficiencia de georreferenciación:** Precisión de coordenadas vs. estándares geodésicos

4.2.12.2. Indicadores de Calidad Técnica

- **Exactitud de diseño:** Concordancia entre diseño teórico y implementación real
- **Índice de saturación de infraestructura:** Relación carga instalada vs. capacidad disponible
- **Tasa de rechazo por aspectos técnicos:** Proyectos rechazados por deficiencias técnicas
- **Tiempo de resolución de observaciones:** Días promedio para corrección de observaciones

4.2.13 Impacto Estratégico y Competitivo

4.2.13.1. Ventaja Competitiva en el Sector

La eficiencia en la gestión de permisos se traduce en:

- **Reducción de time-to-market** para nuevos servicios
- **Optimización de costos operacionales** mediante automatización
- **Mejora en la satisfacción del cliente final** por menor tiempo de despliegue
- **Cumplimiento regulatorio proactivo** que evita sanciones

4.2.13.2 Escalabilidad y Sostenibilidad

Modelo de Crecimiento:

- Replicabilidad del proceso en diferentes regiones
- Adaptabilidad a cambios normativos
- Integración con nuevas tecnologías (5G, IoT, Edge Computing)
- Sostenibilidad ambiental mediante reducción de papel y desplazamientos

4.3. instrumentos digitales especializados:

Los elementos que evidencie necesarios a la hora de la realización de las documentaciones eran:

- **ESurvey:** en el cual el equipo de trabajo podía descargar los exceles con imágenes necesarios para la documentación del registro fotográfico y para poder ubicar de manera satelital todos los postes y cámaras, además de tener todos los datos de los elementos.
- **Google Earth:** Con la aplicación podemos corregir las coordenadas que nos daba el Survey ya que muy pocas veces las coordenadas eran correctas y por petición del cliente las coordenadas no pueden ir desfasadas más de 5 metros.
- **Excel:** Utilizamos Excel para la creación de las carteras CSV las cuales poseían los datos tantos de coordenadas tanto de los postes y de las cámaras, la distancia que hay entre los elementos, además utilizamos el Excel para hacer la documentación de las coordenadas arregladas con ayuda del Google Earth.
- **Herramienta IT México:** este nuevo aplicativo lo utilizamos para la creación de la documentación del registro fotográfico, con el cual podemos utilizar el Excel con imágenes anteriormente descargado en Survey para realizar la documentación pertinente para la radicación de los proyectos.

5. IMPACTO ESPERADO

5.1 Indicadores De Éxito

Definiré cómo se medirá el triunfo del programa mediante la disminución de tiempos, junto con las mejoras en las aprobaciones, la finalización completa de la documentación y, también, la precisión en la georreferenciación; estos son criterios muy claros para evaluar.

- Reducción del tiempo promedio de radicación por proyecto
- Incremento en la tasa de aprobación en primera instancia de los proyectos presentados
- Mejora en el índice de completitud documental
- Optimización de la eficiencia de georreferenciación

5.2 Beneficios Organizacionales

Analicemos los efectos benéficos para la institución: la normativa se cumple con más rigor, las áreas trabajan más unidas, conseguimos una clara ventaja para competir, y apoyamos el crecimiento estratégico de Huawei.

- Fortalecimiento de la cultura de cumplimiento normativo
- Mejora en la integración entre áreas funcionales
- Desarrollo de ventajas competitivas sostenibles
- Contribución al crecimiento estratégico de la organización

6. PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN Y RADICACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS FTTH

Tratando de aclarar el proceso paso a paso para establecer los pasos necesarios para los proyectos FTTH de una manera clara, se busca uniformar cada una de las etapas del proceso, desde recibir y limpiar el clúster de diseño hasta actualizar las plataformas internas y de seguimiento, garantizando la coherencia técnica, la trazabilidad de la información y el cumplimiento de los requisitos reglamentarios exigidos por los operadores y reguladores. Siguiendo constantemente este método, se logró agilizar el tiempo de configuración, reducir los errores para así asegurar que el funcionamiento de los manuales era efectivo a la hora de radicar los proyectos al no tener ninguna devolución de tipo documental.

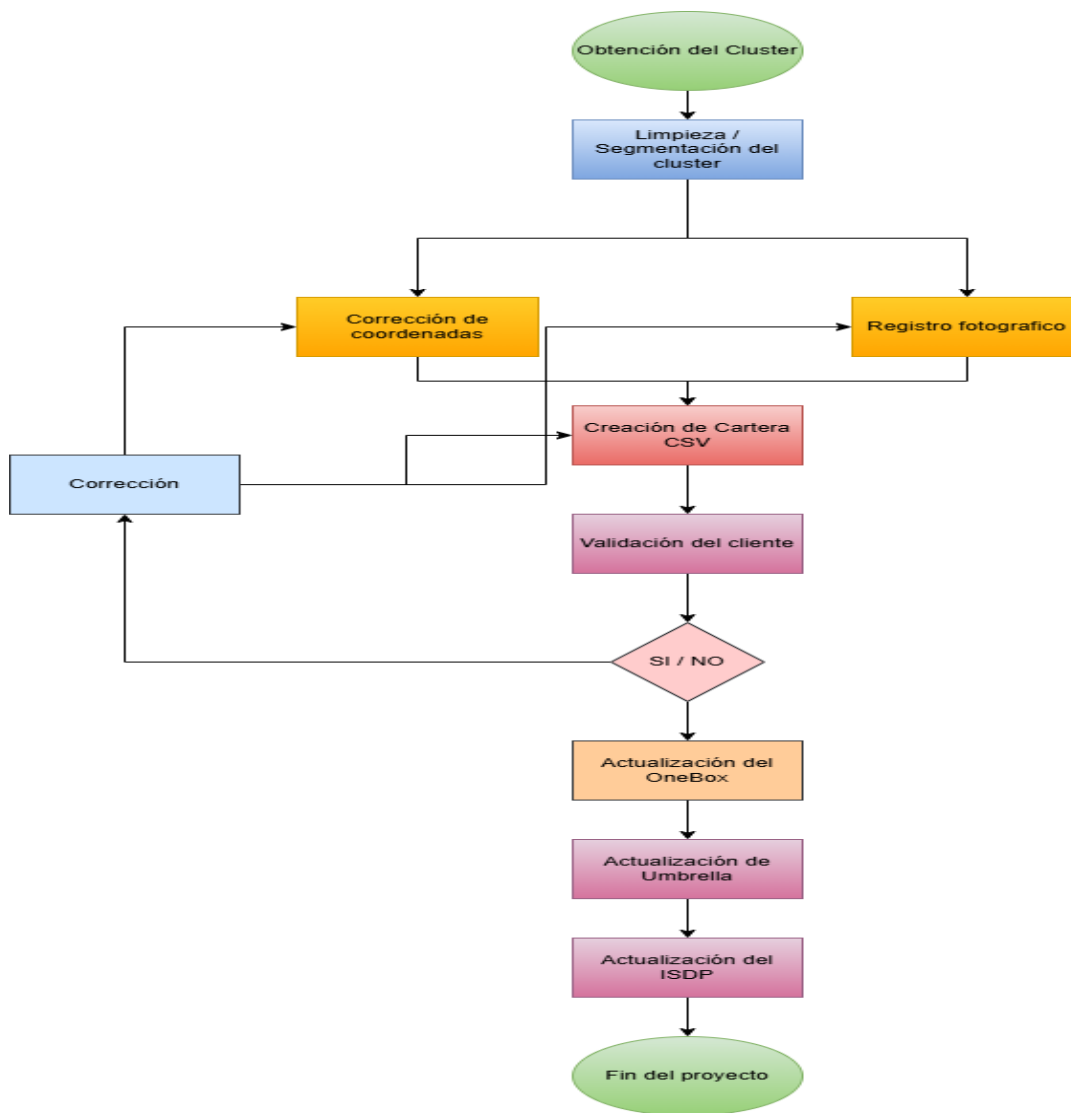


Ilustración 1. Diagrama de flujo del procedimiento de realización de proyectos en el área de SDU.

6.1. Obtención y limpieza del clúster

- Se inicia el proceso obteniendo el clúster de diseño, proporcionado por el equipo de ingeniería.
- Se depuran los MDU, dejando exclusivamente los SDU para este tipo de proyecto.
- Se verifica la continuidad de la fibra óptica, identificando los postes por los que pasa la red y validando que tengan continuidad lógica y técnica. La continuidad se puede evidenciar en la ilustración 1.



Ilustración 2 Diseño de Cluster general segmentado por feeder, subfeeder y distribución.

6.2. Identificación de región y segmentación del clúster

- Una vez limpio el plano, se identifica la **regional del proyecto**:
- **Región Centro**: Se debe dividir el clúster en: Feeder, subfeeder y distribución
- Esta segmentación se realiza respetando el límite de 15 postes por distribución, según normativas locales, dicha segmentación se puede evidenciar en la ilustración 2.
 - **Otras regiones**: Se radica el clúster completo sin necesidad de segmentar por subproyectos.

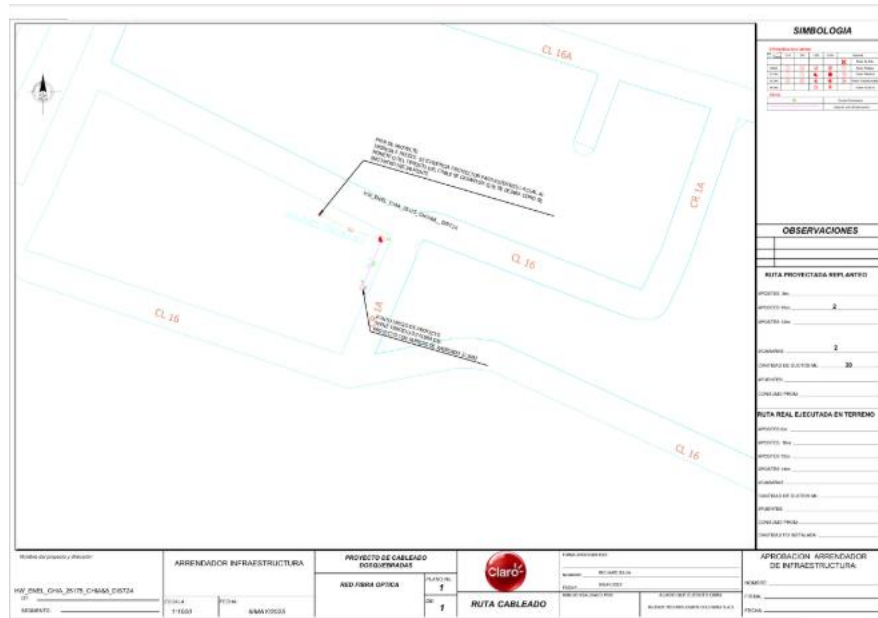


Ilustración 3. Diseño de segmentación por feeder, subfeeder y distribución.

6.3. Descarga de imágenes de referencia

- Se descargan las **imágenes satelitales y urbanas** del clúster, utilizando las zonas definidas por el equipo de diseño.
- Con dichas imágenes se obtiene el **ID de los postes**, esencial para la trazabilidad del proyecto.

6.4. Uso de AutoCAD y georreferenciación

- Se realiza el **attout en AutoCAD** con base en los ID de postes.
- La información se exporta a **Google Earth** para realizar el **ajuste de coordenadas geográficas**.
- Estas coordenadas se utilizan posteriormente en la documentación requerida para la radicación (formatos CSV y planos). En base a lo anterior el diseño se realiza tomando las coordenadas de cada poste en el AutoCAD para luego colocarlas en el Google Earh como se muestra en la ilustración 3.

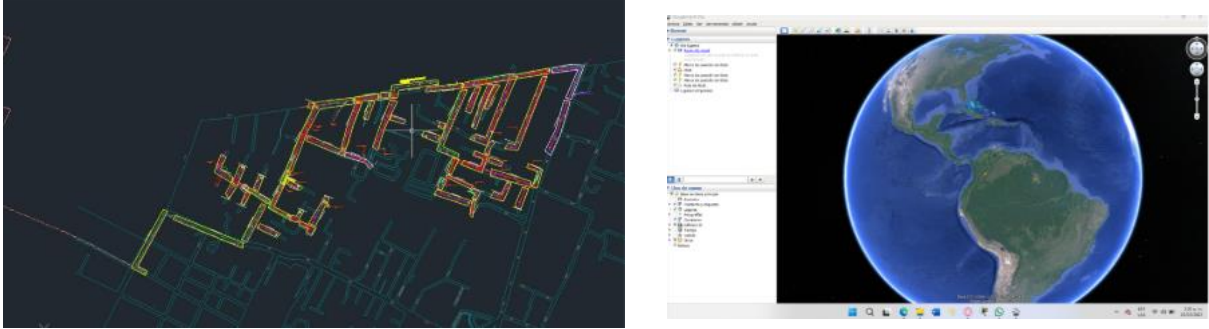


Ilustración 4. Diseño de georreferenciación entre AutoCAD y Google Earth.




6.5. Elaboración de la cartera (CSV)

- Con los postes identificados y coordenadas ajustadas, se elabora la **cartera del proyecto** (formato CSV).
 - Por cada tramo de distribución se deben indicar:
 - Instalación de elementos pasivos: NAPs, LOS (lugares de empalme), y HUB Box.
 - Se especifica si el poste es apto para instalar elementos, según imágenes y normativa.
 - Observaciones técnicas adicionales por distribución, como saturación o accesibilidad.

6.6. Registro fotográfico técnico

- Se genera un registro fotográfico por poste, incluyendo:
 - Imagen panorámica del poste completo.
 - Imagen detallando la franja telemática.
 - Imagen con vista al poste consecutivo (si aplica).
 - Cada imagen incluye:
 - Coordenadas GPS
 - Localidad
 - Dirección
 - Fecha
 - Logos de Claro y Enel, cumpliendo con requerimientos de electrificadoras.
 - Las imágenes se consolidan en un documento PDF, un ejemplo de este se observa en la ilustración 4.

enel		REGISTROS FOTOGRAFICOS DE TRABAJOS		RGE3-POS174 Version 2 30/09/2021	
Empresa Colaboradora	N° de Contrato	Responsable de Ejecucion	ID	MM	AA
CLARO		HUAWEI			
TECNICO DE CAMPO	CASO		EMPRESA		
			HUAWEI		
MOTIVO	OBSERVACION		TIPO INFRAESTRUCTURA		
INSTALACION FO			ALDIA		
LOCALIDAD/MUNICIPIO	DIRECCION		VEREDA BARRIO		
CHIA	CARRERA LA NUMERO 16 55				

	<table border="1"> <tr><th>OBSERVACIONES</th></tr> <tr><td>FOTO COMPLETA DEL POSTE P1</td></tr> </table>	OBSERVACIONES	FOTO COMPLETA DEL POSTE P1
OBSERVACIONES			
FOTO COMPLETA DEL POSTE P1			
	<table border="1"> <tr><th>OBSERVACIONES</th></tr> <tr><td>FOTO DE LA ZONA DE TELEMATICOS EN POSTE P1</td></tr> </table>	OBSERVACIONES	FOTO DE LA ZONA DE TELEMATICOS EN POSTE P1
OBSERVACIONES			
FOTO DE LA ZONA DE TELEMATICOS EN POSTE P1			
	<table border="1"> <tr><th>OBSERVACIONES</th></tr> <tr><td>FOTO DEL POSTE P1 EN DIRECCION P2</td></tr> </table>	OBSERVACIONES	FOTO DEL POSTE P1 EN DIRECCION P2
OBSERVACIONES			
FOTO DEL POSTE P1 EN DIRECCION P2			

La información contenida en este documento es propiedad del grupo Enel y debe ser usada solo para los fines para los que fue emitida. No se permite copiar o divulgar en ningún caso sin la autorización explícita del Grupo Enel

Ilustración 5. Plantilla del registro fotográfico para envío de documentación

6.6.1: Automatización del registro fotografico

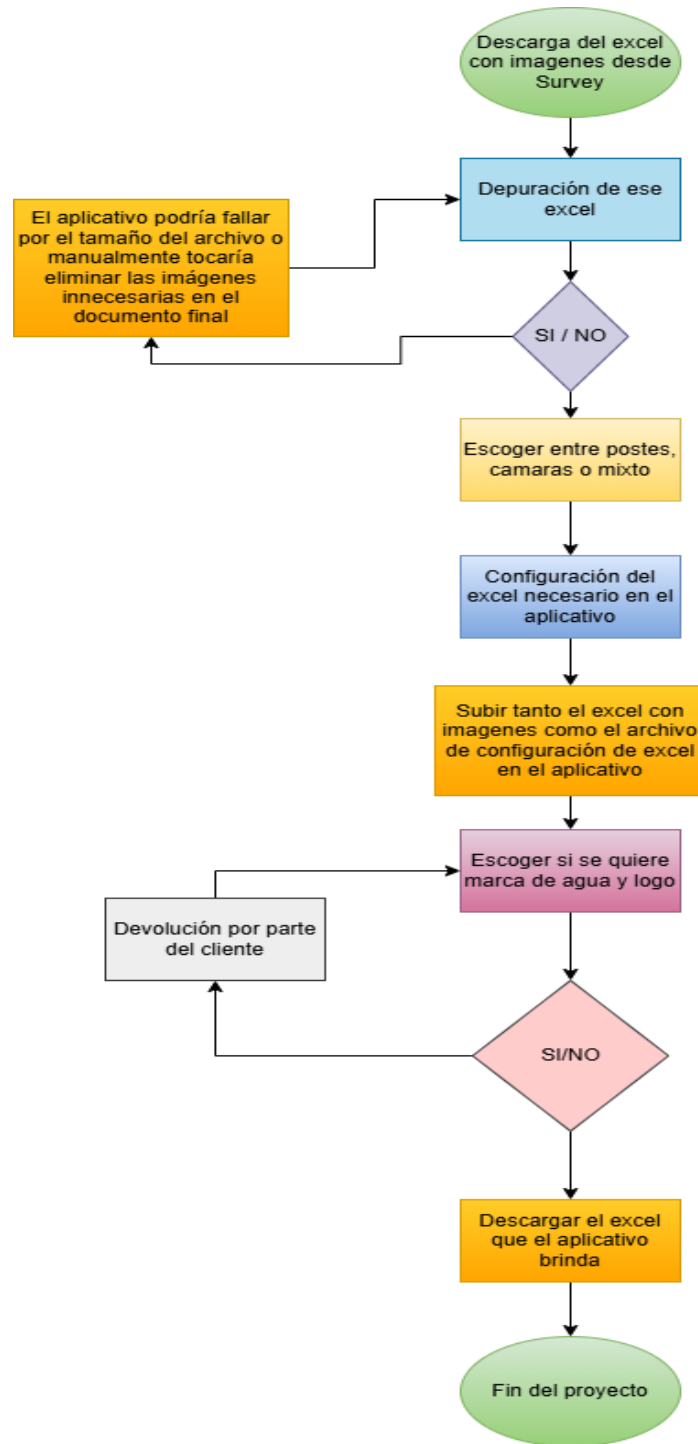


Ilustración 6. Diagrama de flujo del procedimiento para utilizar el aplicativo del registro fotografico.

Para la automatización de la documentación la cual visualizamos que tenía mayor tasa de error a la hora de la revisión por parte del cliente, se dio la idea de que los ingenieros de IT de México realizaran una herramienta que nos pudiera dar ya el documento de manera rápida y sin ningún error.

Para el uso de esta herramienta solo era necesario el Excel que descargábamos desde el Survey con las imágenes tanto de los postes como de las cámaras que tenían los proyectos del cluster, además de ese Excel necesitábamos otra hoja de cálculo brindada por los chicos de IT donde solo era necesario, colocar el nombre del proyecto, poner si necesitábamos las imágenes de una cámara o de un poste o ambos ya que con las actualizaciones que pedíamos se logró que la herramienta sacara registros mixtos ya que en algunos proyectos teníamos tanto postes como cámaras, necesitábamos el ID que poseía la imagen ya que la herramienta buscaba las imágenes que correspondían a ese ID, la fecha que necesitábamos que apareciera en la marca de agua, y por último el nombre que queríamos que saliera en la hoja de cálculo cuando la herramienta terminara su ejecución.

Con este proceso un trabajo que tomaba todo un día en renombrar imágenes solo nos tomaba 5 minutos si ya teníamos el Excel descargado y el archivo de configuración con los datos necesarios por proyectos, y ya que no era necesario que nosotros hicieramos a mano la marca de agua necesaria en el registro fotográfico ya que la herramienta se encargaba de esto la tasa de errores se vio disminuida drásticamente en un 85% no fue del 100% ya que muchas veces por error humano escogíamos las imágenes que no nos funcionaba o el cliente cambiaba las reglas a último momento cuando se referían al registro fotográfico.

6.7. Radicación del proyecto en plataforma JOIN AS

- Se realiza la radicación cargando:
 - Cartera (CSV)
 - Plano del proyecto (PDF)
 - Coordenadas
 - Registro fotográfico (PDF)
 - La documentación anterior debe ser cargada a la plataforma de Enel, cuya página de inicio se puede contemplar en la ilustración 5.
 - Si se detecta un poste saturado, se elabora un árbol de cargas justificando técnicamente la instalación del elemento pasivo proyectado.

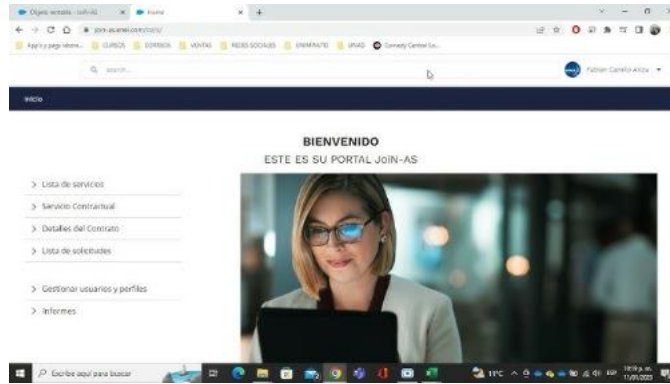


Ilustración 7 Plataforma de Enel para carga de documentación.

6.8. Registro del ID y actualización de plataformas internas

- Al finalizar la radicación, se recibe un **número de radicado**, que funciona como **ID del proyecto**.
- Con este ID se actualizan:
 - **One Box** compartido con el equipo de diseño y supervisores.
 - **Plataforma Umbrella** para informar a Claro del avance y estado en campo del proyecto.

6.9. Actualización de ISDP y gestión de resultados

- Por solicitud del equipo directivo de origen chino, se actualiza la plataforma **ISDP** la cuál centraliza estadísticas para la toma de decisiones gerenciales (Huawei, 2023c) con:
 - Cantidad de proyectos radicados por clúster
 - Número total de postes
 - Cantidad de cámaras proyectadas o existentes
 - Estado del proyecto: rechazado o aprobado
 - Esto permite la consolidación de estadísticas y la toma de decisiones estratégicas.

6.10. Plan de Transferencia de conocimiento y capacitación

6.10.1: Cronograma y Modalidad

En base a la creación y al uso de los manuales se logró observar que con solo una capacitación de 2 horas explicando el contenido de los manuales y al entregarlo al equipo de trabajo se visualizó que en un día completo haciendo la documentación y a la vez revisando el documento se pudo la culminación de un máximo de 4 proyectos por clúster, a los días siguientes se vio una

mejoría en el rendimiento de los proyectos con una tasa mínima de rechazo, y a la semana se vio que los rechazos ya no eran de carácter documental sino por cuestiones de terrenos.

6.10.3: Módulos de contenido

- Modulo 1: Limpieza de clúster: 2/3 horas
- Modulo 2: Ajuste de coordenadas: 3 horas
- Modulo 3: Creación de la cartera CSV: 6 minutos (por proyecto)
- Modulo 4: Creación del registro fotográfico (con la herramienta): 5 minutos (por proyecto)
- Modulo 5: Radicación de proyectos: 4 minutos (por proyectos)
- Modulo 6: Validación de criterios Enel: 14 horas (ya que Enel se demora ese tiempo para dar la viabilidad en los proyectos)
- Modulo 7: Actualización de plataformas: 2 minutos (ya que solo es actualizar los números de radicados de los proyectos)
- Modulo 8: Correcciones de proyectos: 8/15 minutos (dependiendo de las correcciones que Enel haya pedido)

6.10.4: Público objetivo

El público al que me dirigí a la hora de la creación de los manuales fue todo el equipo del área de permisos de SDU ya que son el equipo encargado de entablar esa comunicación con el cliente Enel a la hora del envío de toda la documentación pertinente para poder realizar el tendido de FTTH en toda la área externa de un clúster, al ver la tasa de error tan alta en la primera semana de mis pasantías, me dedique a la creación de los manuales para poder mitigar dichos errores, ya que sin los permisos por parte de los clientes las demás áreas se frenaban en la implementación de la fibra óptica.

6.10.5: Metodología

El plan de transferencia de saberes y formación se creó usando una forma ordenada y gradual empezando con el análisis de los fallos técnicos en el grupo de trabajo y se continuo al dar a conocer los manuales técnicos y al explicar bien el modo de presentar proyectos FTTH ante las electricadoras. Este plan usa una idea teórica y práctica, con las tareas que realizábamos día a día con: la limpieza de clústeres, la georreferenciación, la creación de carteras CSV, el registro fotográfico y la presentación en la plataforma digital del cliente.

El proceso se basó en cosas como manuales operativos, guías rápidas, plantillas fijas, ejemplos de proyectos aceptados y medios digitales para mirar, lo que hace más fácil entender lo que se explica, baja errores al operar y asegura que los modos fijados se usen siempre igual.

6.11 Consideraciones finales.

En mis días de pasantía aprendí de todas las áreas un poco, pude conocer las mecánicas de diferentes áreas y el como cada una de ellas se complementaban con otras áreas de la empresa.

Fue un desafío muy grande ya que Huawei es una empresa muy competitiva, aprendí el manejo de varias herramientas digitales como lo eran Excel y Google Earth, pude brindar mis ideas para la mejora de la documentación, y fue gratificante ver que mis lideres chinos les gustaban mis ideas y las materializaban.

El uso del segundo idioma a la hora de realizar mi defense para quedarme en la empresa fue un desafío muy grande ya que no estoy muy acostumbrado a mantener una conversación en segunda lengua, y fue muy satisfactorio poder mantener esa conversación con gente extranjera.

En resumidas palabras las pasantías en Huawei fueron y esta siendo una experiencia muy buena ya que cada día es un desafío nuevo y me impulsa a ser un buen ingeniero.

7. Conclusión

La aplicación de la técnica estandarizada y el empleo de herramientas digitales que se detallan en este trabajo hicieron posible observar avances medibles en la calidad del proceso de radicación de proyectos FTTH dentro de Huawei, así como en la eficiencia operativa. Se lograron los resultados a continuación, utilizando tanto las estimaciones basadas en la operación diaria como las mediciones directas durante la implementación del procedimiento:

Debido a la automatización de la organización, el renombrado y la consolidación de pruebas fotográficas, se ha conseguido que el tiempo de procesamiento del registro fotográfico se reduzca alrededor del 99%, pasando de una jornada laboral completa (alrededor de 8 horas) a una duración media aproximada de 5 minutos por cartera.

Según cálculos de mi jefe haciendo un análisis entre proyectos anteriores a la capacitación y los actuales se pudo visualizar que, gracias a la mejora en la georreferenciación, la estandarización de formatos y la estabilidad del registro fotográfico, se logró una reducción superior al 85% en el índice de rechazo de proyectos durante su radicación. Esto resultó en un incremento notable en el porcentaje de aprobación inicial en la plataforma JOIN AS.

Con la implementación de macros y métodos sistemáticos para la validación y captura de datos, se visualizó una disminución aproximada del 92% en el tiempo necesario para crear la cartera del proyecto (en formato CSV), reduciendo el promedio de medio día laborable (cerca de 4 horas) a aproximadamente 20 minutos por proyecto.

La supresión de reprocesos, la disminución de errores manuales y la incorporación efectiva de instrumentos digitales han llevado a una estimada reducción del 35% en el ciclo completo de radicación de proyectos FTTH. Este cálculo incluye todas las fases, desde que se recibe el clúster hasta que se actualizan las plataformas internas.

Mejoría de más del 95% en la integridad y estabilidad de la documentación técnica, gracias a que se estandarizó el proceso y se ajustó a las exigencias normativas de entidades reguladoras y operadores.

La viabilidad técnica y operativa de la solución sugerida, así como los efectos importantes que su implementación tiene sobre la eficiencia, la calidad y la trazabilidad del procedimiento de radicación de proyectos FTTH, son evidenciados por estos indicadores numéricos. Esto confirma

el cumplimiento del Objetivo Específico 4 y fortalece el aporte que el trabajo hace a la mejora de los procesos internos de Huawei.

8. Referencias

- Autodesk. (2023). *AutoCAD user guide*. <https://www.autodesk.com/>
- Bertalanffy, L. von. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*. George Braziller.
- Congreso de Colombia. (2009). *Ley 1341 de 2009*. <https://www.funcionpublica.gov.co>
- CRC. (2016). *Resolución 5050 de 2016 – Régimen de protección de los usuarios de servicios de comunicaciones*. Comisión de Regulación de Comunicaciones. <https://www.crc.com.gov.co>
- CRC. (2017). *Resolución 5111 de 2017 – Condiciones de acceso y uso de infraestructura*. Comisión de Regulación de Comunicaciones. <https://www.crc.com.gov.co>
- eSurveying Softech. (2022). *eSurvey CAD & GIS tools manual*. <https://www.esurveying.net/>
- Google. (2023). *Google Earth Pro user guide*. <https://earth.google.com/>
- Huawei. (2023a). *JOIN AS platform documentation*. Huawei Technologies.
- Huawei. (2023b). *Umbrella system overview*. Huawei Technologies.
- Huawei. (2023c). *Infrastructure Strategic Development Platform (ISDP) user guide*. Huawei Technologies.
- Huawei. (2023d). *One Box collaborative platform guide*. Huawei Technologies.
- ICONTEC. (2020). *Normas Técnicas Colombianas – Catálogo general*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015 – Quality management systems – Requirements*. <https://www.iso.org>
- ISO. (2015b). *ISO/IEC/IEEE 15288:2015 – Systems and software engineering — System life cycle processes*. <https://www.iso.org>
- ISO. (2017). *ISO/IEC 12207:2017 – Software life cycle processes*. <https://www.iso.org>
- ISO. (2021). *ISO 10013:2021 – Quality management systems – Guidance for documented information*. <https://www.iso.org>
- ISO. (2022). *ISO/IEC 27002:2022 – Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security controls*. <https://www.iso.org>

- ISO. (2024). *ISO/IEC 27011:2024 – Information security management guidelines for telecommunications organizations*. <https://www.iso.org>
- iTSC Technologies. (2022). *Registro fotográfico georreferenciado con iTSC Tools*. <https://www.itsc-tech.com/>
- Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)*. <https://www.minenergia.gov.co>
- Ministerio TIC. (2015). *Decreto 1078 de 2015 – Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. <https://www.mintic.gov.co>
- PMI. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.)*. Project Management Institute.