

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN
OPERATIVA DE CUADRILLAS TÉCNICAS PARA
LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA
DE FIBRA EN CASA EN ALAJUELA, DURANTE EL
SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2025.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR EL BACHILLERATO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL.

ALDRICH DANIEL FONSECA MOREIRA

MANUEL ALEJANDRO MÉNDEZ FLORES

ALAJUELA, 2025

ACTA DE APROBACIÓN

Contenido

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	1
1.1 Descripción general del proyecto.....	2
1.2 Identificación de la organización	2
1.2.1 Descripción general de la organización	3
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa	6
1.3 Planteamiento del problema	7
1.3.1 Definición y medición del problema	8
1.3.2 Justificación del proyecto.....	12
1.4 Objetivos del proyecto.....	13
1.4.1 Objetivo general.....	14
1.4.2 Objetivos específicos	14
1.5 Alcances y limitaciones.....	15
1.5.1 Alcances	15
1.5.2 Limitaciones	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera	19
2.1.1 Conceptos y conocimientos teóricos de ingeniería.....	19
2.1.2 Conceptos teóricos y prácticos que sustentan el proyecto	21
2.1.3 Ramas de la ingeniería industrial vinculadas al proyecto	22
2.1.4 Conceptos técnicos relativos al problema	22
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	22
2.2.1 Definir	23
2.2.2 Medir.....	23

2.2.3 Analizar.....	24
2.2.4 Mejorar.....	24
2.2.5 Controlar.....	24
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto.....	25
2.3.1 Impactos en el corto plazo.....	25
2.3.2 Impactos en el mediano plazo.....	25
2.3.3 Impactos en el largo plazo.....	26
2.3.4 Sustento metodológico del impacto.....	26
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.....	26
2.4.1 Opiniones y conclusiones de otros autores.....	26
2.4.2 Investigaciones similares y resultados obtenidos.....	27
2.4.3 Resultados más importantes en la actualidad.....	27
2.4.4 Experiencias nacionales.....	27
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	29
3.1 Metodología para la definición del problema.....	30
3.1.1 Proceso de selección metodológica.....	30
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.....	36
3.2.1 Enfoque metodológico de la medición.....	37
3.2.2 Definición del sistema de medición.....	37
3.2.3 Metodología de recopilación y procesamiento de datos.....	38
3.2.4 Metodología de análisis y respaldo estadístico.....	38
3.2.5 Definición de defectos y criterios de desempeño.....	39
3.2.6 Control de calidad de la medición.....	39
3.2.7 Relación entre objetivos, variables e instrumentos.....	40
3.3 Metodología para la propuesta de mejora.....	43

3.4 Metodología para la implementación del proyecto	47
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	50
3.5.1 Proceso de verificación de resultados y entregables	51
3.5.2 Instrumentos metodológicos para la verificación	51
3.5.3 Organización del proceso de verificación	52
3.5.4 Responsables del aseguramiento de la solución	52
3.5.5 Sistema de control y seguimiento de resultados.....	53
3.5.6 Indicadores de seguimiento y control	53
3.5.7 Identificación y mitigación de riesgos	53
3.5.8 Consolidación de la solución en el tiempo	54
3.5.9 Prevención de la regresión al estado inicial.....	54
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ	58
4.1 Introducción	59
4.2 Análisis de capacidad operativa diaria.....	61
4.3 Identificación de los factores que contribuyen al problema.....	62
4.4 Aplicación de herramientas de medición y análisis.....	67
4.4.1 Mapa del proceso operativo de gestión de órdenes de trabajo	67
4.4.2 SIPOC del proceso actual de atención de órdenes de trabajo de Fibra en Casa	70
4.4.3 Aplicación de la metodología 5S.....	71
4.4.4 Análisis de Pareto aplicado a las causas del incumplimiento del SLA.....	73
4.4.5 Diagrama de causas raíz del incumplimiento del SLA en el proceso de atención de órdenes de trabajo, tipo Ishikawa	74
4.5 Diagnóstico integral y discusión de resultados	76
4.6 Conclusiones de la situación actual	79

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	80
5.1 Diseño de la propuesta de mejora	81
5.1.1 Clasificación operativa de eventos	82
5.1.2 Estandarización de la duración de los eventos.....	83
5.1.3 Agrupamiento geográfico y reducción del tiempo de desplazamiento	84
5.1.4 Modelo de capacidad operativa diaria por cuadrilla	85
5.1.5 Reglas operativas del SAOP	86
5.2 Análisis de escenarios de la propuesta.....	86
5.2.2 Descripción de los escenarios simulados	87
5.2.3 Figuras de análisis de escenarios propuestos	89
5.2.4 Subanálisis comparativo de escenarios.....	93
5.2.5 Aporte del análisis a la propuesta del proyecto	93
5.3 Implementación de la solución.....	94
5.3.1 Preparación	94
5.3.2 Configuración.....	94
5.3.3 Piloto.....	94
5.3.4 Implementación total.....	95
5.4 Impacto esperado de la propuesta	96
5.5 Control, seguimiento y sostenibilidad.....	96
5.6 Análisis de riesgos	97
5.7 Análisis costo–beneficio de la propuesta	97
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
6.1 Resultados, productos, efectos e impactos del proyecto	101
6.2 Aportes del proyecto a la empresa	101
6.3 Beneficiarios del proyecto	102

6.4 Cumplimiento de los objetivos del proyecto	102
6.5 Análisis económico del proyecto	103
6.6 Conclusiones sobre la solución propuesta.....	103
6.7 Conclusiones generales.....	104
6.8 Recomendaciones	104
BIBLIOGRAFÍA	106
APÉNDICES	109
GLOSARIO	112
ANEXOS	116

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Prevención de la regresión al estado inicial	57
Tabla 2. Matriz de operacionalización.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.. Análisis de riesgos	97

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Análisis cuantitativo de la situación actual	9
Figura 2. Comparativa SLA	62
Figura 3. Comparativa de zonas respecto a tiempos de respuesta: GAM	64
Figura 4. Comparativa de zonas respecto a tiempos de respuesta: Caribe Sur	65
Figura 5. Comparativa de zonas respecto a tiempos de respuesta: Pacífico Sur	66
Figura 6. Mapa del proceso operativo de gestión de órdenes de trabajo	67

Figura 7. SIPOC del proceso actual de atención de órdenes de trabajo de Fibra en Casa	70
Figura 8. Análisis de Pareto aplicado a las causas del incumplimiento del SLA	73
Figura 9. Diagrama de causas raíz del incumplimiento del SLA en el proceso de atención de órdenes de trabajo, tipo Ishikawa.....	75
Figura 10. Escenario 1: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.....	89
Figura 11. Escenario 1: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.....	90
Figura 12. Escenario 1: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.....	91

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

BPM

Business Process Management.

Enfoque sistemático para modelar, analizar y mejorar procesos de negocio.

BPMN

Business Process Model and Notation

Notación estándar para la representación gráfica de procesos operativos.

CTQ

Critical To Quality (Crítico para la calidad)

Variables clave que influyen directamente en la satisfacción del cliente y en el desempeño del proceso.

DMAIC

Definir, medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Metodología estructurada de Six Sigma utilizada para la mejora continua de procesos.

ISO

International Organization for Standardization.

Organización internacional que desarrolla normas para la gestión de calidad y procesos.

ISO 9001

Norma internacional para sistemas de gestión de la calidad, orientada a la mejora continua y satisfacción del cliente.

KPI

Key Performance Indicator(Indicador Clave de Desempeño)

Métrica utilizada para evaluar el rendimiento de procesos y operaciones.

Lean

Filosofía de gestión enfocada en la eliminación de desperdicios y en la maximización del valor para el cliente.

PDCA

Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

Ciclo de mejora continua utilizado para el control y estandarización de procesos.

RACI**Responsible, Accountable, Consulted, Informed.**

Matriz utilizada para definir roles y responsabilidades en la ejecución y control de procesos.

SAOP**Sistema de Asignación y Optimización Prioritaria**

Modelo metodológico propuesto en el proyecto para planificar, priorizar, agrupar geográficamente y asignar órdenes de trabajo a cuadrillas técnicas, considerando capacidad operativa y cumplimiento del SLA.

SIPOC**Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers.**

Herramienta de alto nivel utilizada para describir los elementos clave de un proceso.

Six Sigma

Metodología de mejora continua orientada a la reducción de la variabilidad y defectos en los procesos.

SLA

Service Level Agreement (Acuerdo de Nivel de Servicio).

Compromiso que establece los tiempos máximos permitidos para la atención de servicios o incidencias.

SPC

Statistical Process Control (Control Estadístico de Procesos).

Conjunto de técnicas estadísticas utilizadas para monitorear y controlar la variabilidad de un proceso.

SUTEL

Superintendencia de Telecomunicaciones.

Entidad reguladora del sector telecomunicaciones en Costa Rica.

VOC

Voice of the Customer (Voz del Cliente).

Método para capturar y analizar las necesidades y expectativas del cliente respecto al servicio.

RESUMEN EJECUTIVO

Fonseca, A. (2026). Propuesta de mejora en los procesos operativos del departamento de operaciones para la reducción de los tiempos de respuesta en la atención de averías e instalaciones en la empresa Fibra en Casa. Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana. Profesor asesor: Manuel Alejandro Méndez Flores

El presente proyecto aborda la problemática de los altos tiempos de respuesta en la atención de averías e instalaciones en la empresa Fibra en Casa, los cuales afectan el cumplimiento del SLA, incrementan el backlog operativo y disminuyen la satisfacción del cliente. El objetivo fue proponer mejoras en los procesos operativos para optimizar la gestión de las cuadrillas técnicas y reducir los tiempos de atención, considerando como alcance el análisis del proceso de asignación y ejecución de órdenes de trabajo. Como limitación principal, la propuesta fue validada mediante análisis técnico sin implementación total en campo.

El estudio se desarrolló bajo la metodología DMAIC, integrando herramientas como entrevistas, observación directa, SIPOC, diagramas de flujo, análisis de datos históricos, Pareto e Ishikawa. A partir de este análisis, se identificaron como causas raíz la baja capacidad operativa por cuadrilla, la planificación reactiva, la ausencia de criterios de priorización y los tiempos elevados de desplazamiento.

Como solución se diseñó el Sistema de Asignación y Optimización Prioritaria (SAOP), basado en la priorización de eventos, estandarización de tiempos y agrupamiento geográfico. El análisis de escenarios evidenció que es posible incrementar la productividad diaria de 3 a 4–5 eventos por cuadrilla, mejorar el cumplimiento del SLA y reducir el backlog, sin requerir recursos adicionales.

Se plantea una implementación por etapas (preparación, piloto e implementación total) con seguimiento mediante indicadores de desempeño. Se concluye que la propuesta es viable y sostenible, permitiendo mejorar la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta del departamento de operaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 Descripción general del proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad Diseñar una propuesta de mejora en los procesos operativos del departamento de operaciones de la empresa Fibra en Casa, dedicada a la prestación de servicios de telecomunicaciones por medio de fibra óptica. Actualmente, se presenta una problemática relacionada con los altos tiempos de respuesta ante averías e instalaciones, debido a limitaciones en la capacidad operativa de las cuadrillas técnicas, falta de planificación en las rutas de atención y ausencia de herramientas de gestión en tiempo real.

Con el fin de abordar esta situación, el proyecto aplica la metodología DMAIC para identificar las causas raíz del problema y proponer soluciones concretas que impacten directamente en la eficiencia y calidad del servicio. Entre las principales estrategias destacan la implementación de un sistema digital para la asignación y seguimiento de tareas, la reestructuración de zonas de cobertura con base en criterios geográficos y logísticos, y la capacitación del personal técnico con miras a estandarizar procesos y reducir los tiempos de atención.

1.2 Identificación de la organización

La presente sección tiene como propósito describir de manera integral la organización objeto de estudio, con el fin de contextualizar el entorno en el que se desarrolla el proyecto de mejora. Para ello, se detallan aspectos clave como la información general de la empresa, su estructura organizativa, la distribución del recurso humano, así como los principales productos y servicios que ofrece. Asimismo, se incluye una descripción general de su proceso productivo, lo que permite comprender el funcionamiento operativo y la dinámica de sus actividades.

Esta caracterización resulta fundamental para identificar las condiciones actuales del sistema organizacional y facilitar el análisis del problema planteado en el proyecto.

1.2.1 Descripción general de la organización

Información general de la empresa

La empresa Fibra en Casa es una organización costarricense ubicada en Río Segundo, Alajuela, fundada en el año 2020. Desde su creación, se ha dedicado a ofrecer servicios de telecomunicaciones a nivel nacional, destacando por la provisión de internet mediante fibra óptica, televisión IP (IPTV), así como servicios de instalación y mantenimiento de redes.

Con más de cinco años de operación, la compañía se ha posicionado en el mercado local como un proveedor confiable que atiende tanto a clientes residenciales como corporativos, ofreciendo cobertura en zonas urbanas y rurales. Esta estrategia le ha permitido contribuir a reducir la brecha digital y mejorar la calidad de vida de comunidades alejadas de los principales centros urbanos.

Fibra en Casa se caracteriza por su enfoque en la calidad del servicio, la cercanía con los usuarios y la agilidad en la atención, lo que le ha permitido diferenciarse en un sector altamente competitivo.

Misión y visión

- **Misión:** Brindar servicios de telecomunicaciones confiables y de alta calidad mediante fibra óptica, internet y televisión IP, garantizando conectividad accesible y un soporte técnico ágil para clientes residenciales y corporativos en todo el país.
- **Visión:** Ser reconocidos como una empresa líder en Costa Rica en soluciones de telecomunicaciones, destacando por la innovación, la excelencia en el servicio y la contribución a la inclusión digital en comunidades urbanas y rurales.

Fuente: Fuente: Fibra en Casa (2025).

Estructura organizativa

La organización presenta una estructura organizativa simple y funcional, propia de una empresa pequeña, que permite mantener procesos ágiles y cercanos con el cliente. De manera general, la estructura se distribuye en las siguientes áreas principales:

- **Dirección General:** Encargada de la toma de decisiones estratégicas, planificación, control administrativo y relación con proveedores.
- **Área de Operaciones / Técnicos:** Responsable de la instalación, mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica, así como de la atención en campo a las incidencias reportadas por los clientes.
- **Área de Servicio al Cliente:** Atiende consultas, reclamos, solicitudes de información y gestiona los reportes de incidencias, sirviendo de enlace entre el cliente y los técnicos.
- **Área de Ventas y Comercialización:** Encargada de la prospección de clientes, la gestión de contratos, la promoción de planes de internet y televisión IP, así como la atención de clientes corporativos y residenciales.
- **Área Administrativa y Financiera:** Maneja los recursos económicos de la empresa, realiza labores de facturación, pagos y gestión contable.

Esta estructura permite a la organización responder de manera flexible a las demandas del mercado y mantener una comunicación fluida entre las diferentes áreas.

Fuente: Fibra en Casa (2025).

Número de empleados y distribución por área

Fibra en Casa cuenta con una plantilla de menos de 50 colaboradores, distribuidos de forma general en los siguientes departamentos y funciones:

- **Dirección General:** 1 persona.
- **Área Administrativa y Financiera:** 4 colaboradores.
- **Área de Servicio al Cliente:** 4 colaboradores.
- **Área de Ventas y Comercialización:** 6 colaboradores.
- **Área de Operaciones / Técnicos:** 6 colaboradores.

La distribución del recurso humano refleja el enfoque de la empresa en la operación técnica y la gestión comercial, sin descuidar la atención al cliente como un elemento diferenciador.

Fuente: Fibra en Casa (2025).

Productos y servicios de la organización

La empresa ofrece principalmente los siguientes servicios:

- **Internet mediante fibra óptica:** Planes residenciales y corporativos con diferentes velocidades de navegación.
- **Televisión IP (IPTV):** Acceso a programación digital de calidad, integrando opciones de entretenimiento para clientes residenciales.
- **Instalación de redes de fibra óptica:** Servicio especializado de instalación para hogares y empresas.
- **Mantenimiento preventivo y correctivo:** Soporte técnico para garantizar la continuidad del servicio y la satisfacción del cliente.

Fuente: Fibra en Casa (2025).

Estos servicios se caracterizan por su alta calidad, estabilidad de conexión y atención personalizada, lo que ha permitido a la empresa consolidar una cartera diversificada de clientes.

Descripción general del proceso productivo

El proceso productivo de Fibra en Casa, orientado a la prestación de servicios de telecomunicaciones, puede describirse de forma general en las siguientes etapas:

1. **Recepción de la solicitud:** El cliente se comunica con el área de ventas o servicio al cliente para solicitar un plan de internet o televisión IP.
2. **Gestión comercial y administrativa:** Se formaliza la contratación, se registran los datos del cliente y se programan las visitas técnicas.
3. **Planificación y asignación de recursos:** El área de servicio al cliente programa la visita y asigna técnicos según disponibilidad.

4. **Instalación y configuración:** El equipo técnico realiza la instalación de la red de fibra óptica y, en caso de requerirse, del servicio de IPTV.
5. **Pruebas de calidad y entrega al cliente:** Se verifican los niveles de conexión y funcionamiento de los equipos.
6. **Soporte y mantenimiento:** Posterior a la instalación, el área técnica brinda soporte preventivo y correctivo ante incidencias reportadas.

Fuente: Fibra en Casa (2025).

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa

Fibra en Casa es una empresa costarricense ubicada en Río Segundo, Alajuela, fundada en el año 2020 con el propósito de atender la creciente demanda de servicios de telecomunicaciones en el país. Su creación coincidió con un contexto nacional marcado por la transformación digital acelerada y la necesidad de conectividad confiable en hogares y empresas, derivada en gran medida de la pandemia por COVID-19.

En sus primeros años de operación, la empresa centró su estrategia en la instalación y mantenimiento de redes de fibra óptica para clientes residenciales en zonas urbanas. Posteriormente, amplió su cobertura hacia comunidades rurales, convirtiéndose en un actor relevante en la reducción de la brecha digital que afecta a regiones alejadas del Gran Área Metropolitana.

Evolución de los servicios

A lo largo de su trayectoria, Fibra en Casa ha diversificado sus servicios:

- **2020 – 2021:** Instalación de fibra óptica e internet residencial como su servicio principal.
- **2021 – 2022:** Inclusión del servicio a clientes corporativos, con planes adaptados a pequeñas y medianas empresas.
- **2022 – 2023:** Ampliación de la cobertura a zonas rurales, integrando soluciones para comunidades con limitado acceso a telecomunicaciones.

- **2023 – 2024:** Lanzamiento del servicio de televisión IP (IPTV), incorporando una oferta de entretenimiento digital junto a los paquetes de internet.
- **2024 en adelante:** Consolidación de su modelo de negocio mediante la integración de servicios combinados (internet + TV IP), junto con mejoras en su capacidad técnica y en la calidad de atención al cliente.

Fuente: Fibra en Casa (2025).

Características generales

El desarrollo de Fibra en Casa evidencia una estrategia de crecimiento progresiva, basada en tres ejes principales:

1. **Calidad técnica del servicio**, mediante el uso de infraestructura de fibra óptica de última generación.
2. **Diversificación de la oferta**, pasando de un único servicio de internet residencial a un portafolio que incluye internet corporativo, mantenimiento técnico y televisión IP.
3. **Atención personalizada**, característica de empresas de tamaño pequeño, que le permite mantener cercanía con los clientes y rapidez en los tiempos de respuesta.

De esta manera, la empresa ha logrado posicionarse en un mercado competitivo, diferenciándose por su enfoque en la calidad y la confianza, factores que le han permitido consolidar una base sólida de clientes tanto en áreas urbanas como rurales.

Fuente: Fibra en Casa (2025).

1.3 Planteamiento del problema

El presente apartado tiene como finalidad describir de manera clara y estructurada la problemática identificada en la organización, la cual constituye el eje central del proyecto de graduación. Para ello, se realiza una caracterización detallada del problema, considerando su contexto operativo, su alcance, los actores involucrados y los efectos que genera tanto a nivel organizacional como en la satisfacción del cliente.

Asimismo, se incluye un análisis basado en datos que permite sustentar la existencia del problema y evidenciar la brecha entre el desempeño actual del proceso y los niveles de servicio esperados. Esta base analítica resulta fundamental para orientar las etapas posteriores del estudio dentro del enfoque metodológico DMAIC.

1.3.1 Definición y medición del problema

El problema se desarrolla dentro del proceso operativo del área técnica de Fibra en Casa, específicamente en la gestión de averías e instalaciones de fibra óptica. Este proceso involucra la recepción de tiquetes de incidencias, la asignación de cuadrillas técnicas por zona (Caribe, GAM y Pacífico) y el cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA) establecidos con los clientes.

Momento y alcance del problema

El problema se manifiesta durante la fase de atención operativa, es decir, desde la asignación del tiquete hasta su resolución, impactando directamente el cumplimiento del SLA proyectado, la satisfacción del cliente, y el ingreso recurrente mensual (MRR).

Los datos analizados corresponden al periodo enero a abril 2025, con un comparativo respecto al año 2024, permitiendo observar una tendencia negativa en la capacidad de respuesta.

La empresa cuenta con tres cuadrillas, cada una compuesta por dos técnicos, y distribuidas por zonas geográficas: Pacífico Sur, GAM y Caribe Sur. Cada cuadrilla solo es capaz de atender 3 eventos por día, mientras que la meta establecida por la empresa es de 6 eventos diarios. Además, el tiempo de atención por evento (sea avería o instalación) es de 2 horas en promedio, lo que limita la cantidad de tareas que pueden ser realizadas en un solo día. Esta situación dificulta cumplir con los tiempos de respuesta esperados: 48 horas para averías e instalaciones.

Afectados

- Clientes, que experimentan demoras e insatisfacción con el servicio.
- Departamento de servicio al cliente: Recibe un alto volumen de quejas y solicitudes de seguimiento por parte de los usuarios insatisfechos.
- Departamento de operaciones, que enfrenta presión operativa, desorganización y posibles horas extras no planificadas.
- La empresa, que ve comprometida su imagen, pierde oportunidades comerciales y puede incurrir en costos adicionales por falta de eficiencia.

Efectos del problema

- Incumplimiento en los tiempos de respuesta prometidos.
- Congestión de solicitudes acumuladas.
- Disminución del nivel de satisfacción del cliente.

Análisis cuantitativo de la situación actual

Con el propósito de sustentar objetivamente la problemática identificada, se presenta a continuación un análisis cuantitativo basado en los principales indicadores operativos de la empresa. Este análisis permite evaluar el desempeño actual del proceso de atención de incidencias e instalaciones, considerando variables clave como el cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA), el volumen de tiquetes gestionados y el impacto económico reflejado en el ingreso recurrente mensual (MRR).

La información analizada corresponde al periodo comprendido entre enero y abril de 2025, e incluye un comparativo con el año 2024, lo que permite identificar tendencias, variaciones en el desempeño y posibles desviaciones respecto a los objetivos operativos establecidos.

Figura 1. Análisis cuantitativo de la situación actual

Promedio de SLA				
Zona	Enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025	Abril 2025
CARIBE	4	3	4	3
GAM	4	4	3	5
PACÍFICO	3	6	4	7

Zona	Enero 2025		Febrero 2025		Marzo 2025		Abril 2025	
	Tiquetes	MRR	Tiquetes	MRR	Cuenta de TKT #	Suma de MRR	Cuenta de TKT #	Suma de MRR
CARIBE	88	\$5,674.00	73	\$4,714.42	68	\$4,196.55	62	\$3,953.70
GAM	35	\$1,669.81	36	\$2,082.22	37	\$1,817.16	34	\$1,814.61
PACÍFICO	49	\$3,490.01	44	\$3,283.95	52	\$3,518.10	56	\$3,894.26
Grand Total	172	\$10,833.82	153	\$10,080.58	157	\$9,531.81	152	\$9,662.57

Zona	2024		2025	
	Tiquetes	MRR	Tiquetes	MRR
CARIBE	350	\$24,343.96	291	\$18,538.66
GAM	145	\$7,638.65	142	\$7,383.80
PACÍFICO	220	\$15,507.93	201	\$14,186.33
Total general	715	\$47,490.54	634	\$40,108.79

2-may							
	Cuadrillas Proyectadas	Averías	B.I Instalaciones	B.I Pending Other Service	SLA Proyectado Averia	SLA Proyectado Intalaciones	SLA Proyectado Pending Other Service
GAM	1	4	2	5	4 Días	5 Días	5 Días
CARIBE	1	2	3	7	4 Días	7 Días	7 Días
PACÍFICO	1	13	1	2	6 Días	7 Días	7 Días
TOTAL	3	19	6	14			

Fuente: Fibra en Casa (2025).

a. Variable 1: Cumplimiento del SLA

En promedio, los tiempos de resolución han mostrado un incremento progresivo en la mayoría de las zonas:

- Caribe: Estable entre 3-4 días.
- GAM: Incremento de 3 a 5 días (marzo–abril).
- Pacífico: Incremento más notorio, de 3 a 7 días.

Esto evidencia una pérdida de eficiencia en los tiempos de atención, especialmente en Pacífico, lo que sugiere una sobrecarga operativa o limitación en la capacidad de cuadrillas.

b. Variable 2: Volumen de tiquetes

- En promedio, se gestionan entre 150 y 170 tiquetes mensuales, mostrando una alta carga operativa constante.

- En comparación con 2024, los tickets disminuyen (715 → 634), pero los tiempos de atención aumentan, lo que indica que la productividad por cuadrilla ha disminuido.
- El desequilibrio entre demanda y capacidad podría estar afectando directamente el cumplimiento de los SLA.

c. Variable 3: Impacto económico (MRR)

- El MRR total disminuye de \$47,490.54 (2024) a \$40,108.79 (2025), equivalente a una reducción del 15.5 %.
- Esta caída refleja el impacto económico del problema operativo: cada día de atraso en las instalaciones o resolución de averías retrasa el inicio de facturación, afectando los ingresos proyectados.

Diagnóstico preliminar

El análisis de los datos sugiere que el problema no radica únicamente en la cantidad de trabajo, sino en la eficiencia operativa del proceso de asignación y resolución de tickets.

A pesar de que las cuadrillas permanecen en sus zonas, los tiempos de resolución aumentan, lo que evidencia fallas en la planificación de carga de trabajo, seguimiento de casos o recursos técnicos.

Esto provoca:

- Incumplimiento de SLA y aumento del backlog (pendientes).
- Reducción del MRR mensual.
- Aumento del descontento interno (horas extra, presión operativa).
- Insatisfacción del cliente (por demoras en atención).

Conclusión del diagnóstico

El problema principal evidenciado a partir de los datos es el incumplimiento creciente de los tiempos de respuesta (SLA) en las tres zonas operativas, con un impacto directo en los resultados financieros y la satisfacción del cliente.

Este diagnóstico cuantitativo valida la existencia de una brecha entre la capacidad operativa actual y la demanda real del servicio, lo cual justifica plenamente la implementación del proyecto de mejora.

1.3.2 Justificación del proyecto

La implementación del presente proyecto representa una oportunidad estratégica clave para mejorar la eficiencia operativa del departamento de operaciones de Fibra en Casa, mediante el rediseño de procesos que actualmente limitan su capacidad de respuesta. La resolución del problema identificado permitirá obtener beneficios tangibles en términos económicos, organizativos, tecnológicos y de satisfacción del cliente.

Desde una perspectiva económica, la ineficiencia actual genera costos ocultos importantes: pérdida de ingresos por cancelaciones, horas extra no planificadas, subutilización de recursos técnicos y desgaste del personal operativo y administrativo.

Al alcanzar los niveles de atención esperados (de 4 a 6 eventos diarios por cuadrilla), se mejora el retorno sobre la inversión en personal técnico y se incrementa la capacidad instalada para atender nuevas solicitudes, lo que abre la puerta al crecimiento comercial sin necesidad de ampliar de inmediato el equipo de trabajo.

Este proyecto tiene como fin último aumentar la competitividad y sostenibilidad de la empresa en un mercado donde la agilidad en la atención al cliente es un diferenciador clave. Aporta una estructura operativa más moderna y dinámica, que permite alinear las tareas técnicas con herramientas tecnológicas de gestión en tiempo real y con planificación eficiente de rutas. Asimismo, permite establecer estándares técnicos que reducen la variabilidad de los servicios brindados y aseguran una calidad uniforme.

Los principales beneficiados serán:

- Clientes, quienes recibirán servicios más rápidos, organizados y confiables.
- El departamento técnico, al contar con procesos más claros, mejor distribuidos y con menor sobrecarga operativa.
- El área de servicio al cliente, al disminuir el volumen de reclamos, lo que mejora su eficiencia y su clima laboral.
- La empresa, al mejorar su imagen, fidelizar usuarios y abrir posibilidades de expansión geográfica o de cartera de servicios.

Además, el proyecto contribuye al fortalecimiento tecnocientífico de la carrera de Ingeniería Industrial, al aplicar metodologías de mejora continua como DMAIC a un caso real y actual del sector telecomunicaciones. También promueve el desarrollo de un instrumento de análisis y reestructuración operativa replicable en otras empresas del sector o en diferentes contextos logísticos.

En términos estratégicos, esta investigación representa una ventana de oportunidad para consolidar el liderazgo de la empresa en zonas claves, donde la competencia y la demanda aumentan de forma sostenida. Al optimizar el recurso técnico disponible, se transforma una debilidad interna en una ventaja competitiva sostenible.

1.4 Objetivos del proyecto

El presente apartado define los objetivos que orientan el desarrollo del proyecto, estableciendo de manera clara los resultados que se pretenden alcanzar en función de la problemática identificada. Estos objetivos se estructuran en un objetivo general y un conjunto de objetivos específicos, los cuales se encuentran alineados con el enfoque metodológico DMAIC y permiten guiar de forma sistemática las etapas de análisis, diseño e implementación de la propuesta de mejora.

La formulación de los objetivos responde a la necesidad de mejorar la eficiencia operativa del departamento de operaciones, así como de optimizar los tiempos de respuesta en la atención de averías e instalaciones del servicio de fibra óptica.

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora en los procesos operativos del departamento de operaciones mediante la aplicación de la metodología DMAIC, orientadas a la reducción de los tiempos de respuesta en la atención de averías e instalaciones del servicio de fibra óptica, fortaleciendo la eficiencia operativa.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar las condiciones actuales de los procesos operativos del departamento de operaciones mediante la recopilación de datos, entrevistas al personal técnico y herramientas de diagnóstico, con el fin de delimitar el problema y su impacto en los tiempos de respuesta de averías e instalaciones.
2. Cuantificar el desempeño del proceso operativo mediante el análisis de datos históricos, tiempos de atención y cumplimiento del SLA, con el objetivo de establecer la línea base del problema y evidenciar las brechas existentes.
3. Analizar la información recolectada utilizando herramientas de diagnóstico como Pareto, Ishikawa y análisis de procesos, para determinar las causas raíz que afectan la eficiencia operativa y el cumplimiento del SLA.
4. Diseñar un conjunto de mejoras en los procesos operativos mediante la aplicación de la metodología DMAIC, orientadas a la optimización de la gestión del departamento y la reducción de los tiempos de respuesta en las atenciones técnicas.

5. Establecer mecanismos de control, seguimiento e indicadores de desempeño que permitan asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas y el cumplimiento continuo de los niveles de servicio establecidos.

1.5 Alcances y limitaciones

Con el propósito de delimitar el contexto de desarrollo del proyecto, en la presente sección se establecen los alcances y limitaciones que enmarcan la investigación. Estos elementos permiten definir con claridad el espacio de intervención, el periodo de análisis, los actores involucrados y las restricciones metodológicas u operativas que influyen en el desarrollo del estudio.

Asimismo, esta delimitación contribuye a contextualizar los resultados obtenidos, facilitando su correcta interpretación y evitando generalizaciones fuera del ámbito definido. A continuación, se detallan los alcances del proyecto y, posteriormente, las principales limitaciones identificadas durante su ejecución.

1.5.1 Alcances

El proyecto se desarrolla dentro de las instalaciones y zonas de cobertura de la empresa Fibra en Casa, específicamente en el departamento de operaciones y las regiones asignadas a las cuadrillas técnicas: Pacífico Sur, Caribe Sur y el Gran Área Metropolitana (GAM). La intervención se centra en los procesos de gestión, planificación y ejecución de tareas técnicas relacionadas con la atención de averías e instalaciones de servicio de fibra óptica.

La ejecución del proyecto abarca el período comprendido entre el primer cuatrimestre del año 2025 y se extenderá hasta la presentación del informe final, considerando etapas de diagnóstico, análisis, diseño de soluciones, validación y propuesta de implementación.

En este contexto, la empresa espera que el desarrollo del presente proyecto de investigación contribuya a la identificación de oportunidades de mejora en la gestión operativa de las cuadrillas técnicas, permitiendo optimizar la asignación de recursos, reducir los tiempos de respuesta y fortalecer el cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA). Asimismo, se espera que los resultados del estudio faciliten la toma de decisiones estratégicas, mediante la propuesta de herramientas y metodologías que incrementen la eficiencia operativa y mejoren la satisfacción del cliente.

Durante el proceso se recopilaron y analizaron datos operativos que evidencian los tiempos actuales de atención y la capacidad instalada de cada cuadrilla, lo cual permitió identificar las variables clave del problema, tales como:

- Tiempo promedio de atención por evento
- Cantidad diaria de eventos atendidos por cuadrilla
- Porcentaje de cumplimiento del tiempo de respuesta meta
- Frecuencia de quejas recibidas por demoras

El análisis se complementó con información proveniente del departamento de servicio al cliente, que sirvió como insumo para medir el nivel de insatisfacción de los usuarios ante los retrasos actuales.

Los principales beneficiarios del proyecto son:

- Clientes actuales y potenciales de Fibra en Casa, quienes recibirán servicios más ágiles y de mejor calidad.
- Personal técnico del departamento de operaciones, al disponer de procesos más estructurados, herramientas de apoyo en tiempo real y una planificación optimizada de su trabajo diario.
- El departamento de servicio al cliente, al disminuir la cantidad de quejas y reclamos, lo que mejora su desempeño operativo.
- La empresa en su conjunto, al fortalecer su competitividad, eficiencia y capacidad de crecimiento comercial.

1.5.2 Limitaciones

Durante el desarrollo del proyecto se identificaron ciertas limitaciones metodológicas y operativas que, si bien no impidieron su ejecución, restringieron el alcance o la posibilidad de aplicar soluciones más amplias. Estas limitaciones se detallan a continuación:

- Capacidad operativa actual limitada a tres cuadrillas técnicas, cada una con solo dos técnicos, lo cual restringe el análisis de alternativas que impliquen una expansión inmediata de personal o cobertura sin aprobación presupuestaria o reestructuración organizacional.
- El proyecto se limitó a las zonas actualmente asignadas (Pacífico Sur, GAM y Caribe Sur), por lo que los análisis y propuestas de mejora no consideran otras áreas donde la empresa podría expandirse o tener cobertura futura.
- La empresa no cuenta con un sistema automatizado de gestión de tareas en tiempo real, por lo tanto, las propuestas relacionadas con esta tecnología se fundamentaron en estudios comparativos y simulaciones, pero no se implementaron ni probaron en ambiente real durante el desarrollo del proyecto.
- No se realizó una evaluación financiera detallada de la inversión necesaria para implementar todas las mejoras propuestas, debido a la confidencialidad de ciertos datos contables internos y decisiones estratégicas que dependen directamente de la gerencia.
- Los indicadores de desempeño operativos (tiempos de atención, cantidad de eventos, quejas del cliente) se obtuvieron a partir de registros manuales y reportes internos, lo cual pudo afectar la precisión y disponibilidad de algunos datos históricos requeridos para el análisis comparativo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

La ingeniería industrial se fundamenta en el diseño, mejora e implementación de sistemas integrados que involucran personas, materiales, información y tecnología, con el propósito de optimizar procesos y garantizar la eficiencia organizacional. En el contexto de los servicios de telecomunicaciones, estos principios resultan esenciales para enfrentar problemáticas como los altos tiempos de respuesta de cuadrillas técnicas, ya que permiten analizar el desempeño operativo desde una perspectiva sistémica y cuantitativa.

2.1.1 Conceptos y conocimientos teóricos de ingeniería

Los fundamentos de la ingeniería industrial incluyen la gestión de operaciones, la gestión de calidad, la logística y la ingeniería de procesos. La gestión de operaciones se centra en la planificación y control de recursos para asegurar que los servicios se presten de manera eficiente. La gestión de calidad, por su parte, busca reducir la variabilidad y garantizar el cumplimiento de estándares, apoyándose en metodologías como Lean Six Sigma y el ciclo DMAIC. Según Ticona Gregorio (2022), la aplicación de Lean Six Sigma en telecomunicaciones permite mejorar subprocesos críticos como la reparación de averías, reduciendo tiempos y aumentando la confiabilidad del servicio.

La ingeniería industrial es una disciplina que integra conocimientos de gestión, calidad, procesos, logística y tecnología para optimizar sistemas complejos. Su aplicación en telecomunicaciones resulta fundamental para abordar problemáticas como los altos tiempos de respuesta de cuadrillas técnicas en la atención de incidencias de fibra óptica.

Gestión de operaciones

La gestión de operaciones se centra en la planificación y control de recursos para garantizar eficiencia y productividad. En el contexto de cuadrillas técnicas, se relaciona

con la teoría de colas y la programación de tareas, que permiten modelar los tiempos de espera y asignar recursos de manera óptima (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2021).

Gestión de calidad

La calidad es un eje transversal en la ingeniería industrial. La aplicación de normas como ISO 9001:2015 asegura que los procesos cumplan con estándares internacionales. Además, el control estadístico de procesos (SPC) permite monitorear indicadores como el tiempo promedio de respuesta y la variabilidad en la atención de incidencias (ISO, 2020).

Logística y distribución

La logística aplicada a cuadrillas técnicas implica la optimización de rutas y la reducción de tiempos de desplazamiento. Modelos de transporte y teoría de redes permiten diseñar sistemas más eficientes, garantizando que los recursos lleguen al lugar de la incidencia en el menor tiempo posible (Ballou, 2020).

Ingeniería de procesos

El modelado de procesos mediante herramientas como BPM (Business Process Management) y simulación de procesos facilita la identificación de cuellos de botella y la propuesta de mejoras. En telecomunicaciones, esto se traduce en diagramas de flujo que representan la atención de incidencias desde la recepción del reporte hasta la solución final (Realyvásquez-Vargas et al., 2021).

Ergonomía y seguridad industrial

La ergonomía busca adaptar el trabajo a las capacidades humanas, reduciendo riesgos y aumentando la productividad. En cuadrillas técnicas, la ergonomía se relaciona con el diseño de herramientas, la seguridad en el trabajo de campo y la reducción de

fatiga, factores que impactan directamente en los tiempos de respuesta (Botti, Mora, & Regattieri, 2017).

Investigación de operaciones

La investigación de operaciones aporta modelos matemáticos para la asignación de recursos y la optimización de sistemas. Métodos como programación lineal y heurísticas de optimización se utilizan para distribuir cuadrillas de manera eficiente, reduciendo tiempos de espera y costos operativos (Hillier & Lieberman, 2020).

Innovación y sostenibilidad

La ingeniería industrial también se vincula con la innovación y la sostenibilidad. En telecomunicaciones, esto implica el uso de tecnologías digitales para la gestión de cuadrillas y la implementación de prácticas sostenibles en el despliegue de fibra óptica, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la eficiencia energética (Yan, 2022).

Estos conceptos técnicos son indispensables para que terceros comprendan la problemática y la relevancia de aplicar metodologías de mejora continua en el sector de telecomunicaciones.

2.1.2 Conceptos teóricos y prácticos que sustentan el proyecto

El proyecto se sustenta en la aplicación práctica de metodologías de mejora continua. El DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) constituye una hoja de ruta confiable para abordar problemas complejos y reducir defectos en procesos de servicios. En telecomunicaciones, estas fases permiten delimitar el problema de tiempos de respuesta, medir indicadores como el cumplimiento del SLA, analizar causas raíz mediante herramientas estadísticas, implementar mejoras en la gestión de cuadrillas y controlar la sostenibilidad de los resultados.

2.1.3 Ramas de la ingeniería industrial vinculadas al proyecto

Las ramas más directamente relacionadas con este estudio son:

- **Gestión de operaciones:** planificación de cuadrillas y asignación de recursos.
- **Gestión de calidad:** reducción de defectos y variabilidad en tiempos de atención.
- **Logística y distribución:** optimización de rutas y desplazamientos de técnicos.
- **Ingeniería de procesos:** modelado de flujos de trabajo y análisis de cuellos de botella.

Estas áreas permiten abordar el problema desde una perspectiva integral, garantizando que las soluciones propuestas respondan tanto a la eficiencia operativa como a la satisfacción del cliente.

2.1.4 Conceptos técnicos relativos al problema

El proyecto requiere comprender conceptos técnicos propios de la fibra óptica y de la gestión de servicios:

- **Atenuación óptica:** pérdida de potencia de la señal en el cable, que afecta la calidad del servicio.
- **Indicadores de desempeño:** tiempo promedio de respuesta, duración de instalación, porcentaje de cumplimiento del SLA.
- **Herramientas de análisis:** diagramas de Ishikawa, Pareto y control estadístico de procesos, que permiten identificar causas raíz y priorizar acciones correctivas.

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

El proyecto se fundamenta en la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), propia de Six Sigma, que ofrece un enfoque estructurado para la resolución de problemas y la mejora continua.

- **Definir:** delimitar el problema de los altos tiempos de respuesta y establecer objetivos claros.
- **Medir:** recolectar datos sobre tiempos de atención, desplazamientos y cumplimiento de SLA.
- **Analizar:** identificar causas raíz mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto.
- **Mejorar:** implementar soluciones como la optimización de rutas, la digitalización de órdenes de trabajo y la capacitación de cuadrillas.
- **Controlar:** establecer mecanismos de seguimiento y control estadístico para garantizar la sostenibilidad de las mejoras.

La literatura reciente confirma la aplicabilidad del DMAIC en proyectos de telecomunicaciones. Ticona Gregorio (2022) demostró que Lean Six Sigma puede mejorar subprocesos críticos de reparación de averías en enlaces de comunicación, reduciendo tiempos y aumentando la confiabilidad del servicio. De Mast y Lokkerbol (2021) señalan que el DMAIC debe entenderse como un método de resolución de problemas que integra análisis estadístico y pensamiento crítico, lo que lo convierte en una herramienta idónea para proyectos de mejora en servicios tecnológicos.

2.2.1 Definir

En la fase Definir, se establece con precisión el problema, su alcance y los objetivos del proyecto, identificando a los clientes internos y externos, así como sus necesidades. Esta etapa permite priorizar los esfuerzos de mejora y garantizar la alineación con los objetivos estratégicos de la organización.

2.2.2 Medir

Durante la etapa de Medir, se recopilan y validan los datos que reflejan el estado actual del proceso. A través de métricas clave como tiempos de respuesta, cumplimiento

del SLA y productividad operativa se busca cuantificar el desempeño y establecer una línea base para comparar mejoras futuras.

2.2.3 Analizar

En la fase de Analizar, se identifican las causas raíz del problema mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa, el análisis de Pareto, la estratificación de datos, entre otras. Este análisis permite comprender de manera objetiva las variables que inciden en las demoras operativas, eliminando la subjetividad en la toma de decisiones.

2.2.4 Mejorar

La etapa de Mejorar tiene como propósito diseñar e implementar soluciones sostenibles que optimicen el proceso, minimizando las causas detectadas y promoviendo la estandarización operativa. Para ello, se aplican herramientas como el rediseño de flujos de trabajo, las 5S, o la elaboración de nuevos procedimientos y rutas de atención.

2.2.5 Controlar

Finalmente, la fase de Controlar asegura la estabilidad y sostenibilidad de las mejoras implementadas mediante el uso de indicadores de desempeño (KPI), auditorías de procesos y mecanismos de retroalimentación continua. Este control evita la regresión a prácticas ineficientes y consolida la cultura de mejora continua dentro de la organización.

En síntesis, el enfoque metodológico adoptado permite abordar el problema planteado desde una perspectiva integral, combinando el rigor analítico de Six Sigma con los principios de la gestión de proyectos. Esto proporciona al proyecto un marco robusto para diseñar mejoras efectivas en los procesos operativos del departamento de

operaciones, orientadas a la reducción de los tiempos de respuesta y al aumento de la eficiencia técnica.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

El impacto de un proyecto de mejora en ingeniería industrial debe analizarse en términos cualitativos y cuantitativos, considerando los efectos en el corto, mediano y largo plazo. En el caso del presente estudio, orientado a la reducción de los tiempos de respuesta de cuadrillas técnicas en servicios de fibra óptica, los beneficios se reflejan en la eficiencia operativa, la satisfacción del cliente y la competitividad de la empresa en el sector de telecomunicaciones.

2.3.1 Impactos en el corto plazo

En el corto plazo, la aplicación de la metodología DMAIC permite identificar las causas raíz de los retrasos y generar mejoras inmediatas en la gestión de cuadrillas. Esto se traduce en una reducción de los tiempos de atención y en un incremento en el cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA). Según Ticona Gregorio (2022), la implementación de Lean Six Sigma en procesos de telecomunicaciones logra resultados rápidos en la disminución de defectos y en la confiabilidad del servicio.

2.3.2 Impactos en el mediano plazo

En el mediano plazo, los efectos del proyecto se consolidan en la estandarización de procesos y en la capacitación continua de los equipos técnicos. La mejora en la eficiencia operativa se refleja en indicadores sostenibles, como la reducción de la variabilidad en los tiempos de respuesta y la optimización de los recursos disponibles. De Mast y Lokkerbol (2021) destacan que el DMAIC debe entenderse como un método estructurado de resolución de problemas que permite mantener resultados consistentes en el tiempo.

2.3.3 Impactos en el largo plazo

En el largo plazo, el impacto del proyecto se manifiesta en la transformación organizacional hacia una cultura de mejora continua. La integración de sistemas de gestión de calidad, como los basados en la norma ISO 9001, fortalece la capacidad de la empresa para adaptarse a nuevas exigencias del mercado y mantener un servicio confiable. Además, la consolidación de prácticas de control estadístico y auditorías periódicas asegura que las mejoras implementadas se sostengan y evolucionen con el tiempo.

2.3.4 Sustento metodológico del impacto

El impacto del proyecto se fundamenta en metodologías de mejora continua y gestión de calidad que garantizan la sostenibilidad de los resultados. El DMAIC proporciona el marco para la identificación, análisis y solución de problemas, mientras que las normas internacionales de calidad respaldan la institucionalización de las mejoras. Este sustento teórico asegura que los impactos del proyecto se desarrollen de manera lógica y progresiva, alineados con los objetivos de la organización y con las demandas del sector de telecomunicaciones.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

El estado del arte constituye una revisión crítica de las investigaciones más recientes y relevantes relacionadas con el problema de estudio. En este caso, se analizan los aportes teóricos y prácticos vinculados a la reducción de tiempos de respuesta en cuadrillas técnicas de telecomunicaciones y la aplicación de metodologías de mejora continua como DMAIC en proyectos de fibra óptica.

2.4.1 Opiniones y conclusiones de otros autores

Diversos investigadores han coincidido en que los altos tiempos de respuesta en servicios de telecomunicaciones afectan directamente la satisfacción del cliente y la competitividad empresarial. Ticona Gregorio (2022) concluyó que la aplicación de Lean Six Sigma en procesos de reparación de averías permitió reducir significativamente los tiempos de atención y mejorar la confiabilidad del servicio. De Mast y Lokkerbol (2021) señalaron que el DMAIC es un método estructurado que facilita la identificación de causas raíz y la implementación de soluciones sostenibles.

2.4.2 Investigaciones similares y resultados obtenidos

A nivel internacional, Darwinsyah (2023) aplicó el DMAIC para analizar la atenuación en cables de fibra óptica, logrando una reducción en las pérdidas de señal y un incremento en la calidad técnica de la red. Bhargava, Bhardwaj y Rathore (2010) demostraron que la metodología Six Sigma aplicada al sector telecomunicaciones contribuye a disminuir defectos y mejorar la percepción del cliente. Estos resultados respaldan la pertinencia de aplicar metodologías de mejora continua en proyectos de telecomunicaciones.

2.4.3 Resultados más importantes en la actualidad

Los estudios recientes destacan tres resultados clave:

1. La reducción de tiempos de respuesta mediante la optimización de cuadrillas y rutas de atención.
2. La mejora en indicadores de calidad como el cumplimiento del SLA y la confiabilidad de la red.
3. La sostenibilidad de las mejoras gracias a la estandarización de procesos y la capacitación continua.

2.4.4 Experiencias nacionales

En Costa Rica, la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL) ha publicado informes anuales sobre la calidad de los servicios de telecomunicaciones, donde se evidencia que los tiempos de respuesta en incidencias de fibra óptica son un factor crítico para la satisfacción del usuario (SUTEL, 2021). Además, proyectos de graduación en universidades nacionales han abordado la eficiencia en la gestión de cuadrillas, proponiendo mejoras en la planificación y en la asignación de recursos.

Experiencias internacionales

En países como México y Perú, se han desarrollado investigaciones aplicando Lean Six Sigma en empresas de telecomunicaciones, con resultados positivos en la reducción de defectos y tiempos de atención. Estos antecedentes muestran que la problemática es común en la región y que las metodologías de mejora continua ofrecen soluciones replicables en distintos contextos.

Experiencias locales

En el ámbito local, empresas de telecomunicaciones han implementado sistemas de gestión de calidad basados en normas internacionales como ISO 9001, buscando mejorar la eficiencia en la atención de incidencias. Aunque no existen publicaciones específicas sobre la aplicación del DMAIC en cuadrillas de fibra óptica en Costa Rica, los informes regulatorios y proyectos académicos evidencian la necesidad de abordar el problema desde una perspectiva ingenieril.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Metodología para la definición del problema

La presente sección describió la metodología empleada para la definición objetiva del problema abordado en el proyecto de graduación, correspondiente a la fase definir del ciclo DMAIC. Esta etapa tuvo como finalidad establecer con claridad el problema central, su alcance, relevancia organizacional y alineación con los objetivos estratégicos de la empresa, constituyendo el punto de partida formal para el desarrollo del estudio.

Las metodologías y herramientas seleccionadas en esta fase se alinearon con los objetivos específicos del proyecto, cuya relación con las variables analizadas y los instrumentos utilizados se encuentra detallada en la matriz metodológica consolidada del capítulo.

3.1.1 Proceso de selección metodológica

El proceso de selección metodológica se realizó a partir del análisis del tipo de problema identificado en el departamento de operaciones de la empresa Fibra en Casa, el cual se relacionó con los elevados tiempos de respuesta de las cuadrillas técnicas de fibra óptica ante incidencias e instalaciones. Dado que se trató de un problema operativo, recurrente y medible, se determinó que la metodología DMAIC era la más adecuada para su abordaje, al permitir una definición estructurada, objetiva y alineada a la mejora continua.

La fase Definir fue privilegiada como primer paso metodológico debido a la necesidad de delimitar el problema sin recurrir a supuestos, opiniones o interpretaciones subjetivas. Para ello, se seleccionaron herramientas propias de la ingeniería industrial que permitieron capturar la voz de los actores involucrados, comprender el proceso actual y establecer criterios claros de impacto y prioridad.

3.1.2 Metodologías utilizadas para la definición del problema

Para descifrar el problema y documentarlo de manera objetiva, se aplicaron de forma secuencial diversas metodologías complementarias. En primer lugar, se recurrió a la voz del cliente interno y externo, mediante entrevistas semiestructuradas a personal operativo, supervisores y personal administrativo, con el fin de identificar percepciones recurrentes relacionadas con los tiempos de atención y la carga operativa.

Posteriormente, se utilizó la observación directa del proceso de atención de incidencias e instalaciones, lo cual permitió contrastar la información obtenida en las entrevistas con la realidad operativa del trabajo de campo. Esta técnica facilitó la identificación preliminar de demoras, reprocesos y puntos críticos dentro del flujo del servicio.

Como herramienta de estructuración inicial, se realizó un análisis de delimitación del problema y alcance del estudio, el cual permitió formalizar el problema, definir el alcance del proyecto, identificar a los interesados clave y establecer los objetivos generales y específicos. Este estudio sirvió como marco de referencia para asegurar la alineación del proyecto con las necesidades de la organización.

De forma complementaria, se desarrolló un SIPOC, con el objetivo de visualizar el proceso de atención desde una perspectiva macro, identificando proveedores, entradas, actividades principales, salidas y clientes. Esta herramienta permitió delimitar el proceso bajo estudio y evitar la inclusión de actividades fuera del alcance del proyecto.

Asimismo, se construyeron diagramas de flujo del proceso bajo el enfoque BPM, los cuales facilitaron la representación gráfica de la secuencia de actividades realizadas por las cuadrillas técnicas. Esta representación permitió identificar puntos de espera, decisiones críticas y posibles cuellos de botella que incidían en los tiempos de respuesta.

3.1.3 Metodologías para justificar la relevancia del problema

La relevancia del problema para la organización fue sustentada mediante el uso de herramientas de priorización y análisis. Se aplicó un análisis de Pareto, basado en la frecuencia de incidencias y tipos de eventos atendidos, con el fin de identificar cuáles situaciones concentraban el mayor impacto operativo.

Adicionalmente, se definieron CTQ (Critical to Quality) relacionados con el tiempo de respuesta y la duración de los eventos, los cuales permitieron traducir las necesidades del cliente en variables medibles. Esta identificación fue clave para establecer la importancia del problema desde una perspectiva de calidad y servicio.

El uso combinado de estas herramientas permitió demostrar que el problema seleccionado no era aislado ni circunstancial, sino que representaba una condición crítica y recurrente que afectaba directamente la eficiencia operativa y el cumplimiento de los niveles de servicio establecidos por la empresa.

3.1.4 Respaldo metodológico y justificación de la selección

El respaldo metodológico para dar inicio al desarrollo del problema se fundamentó en la aplicación sistemática de herramientas reconocidas en la ingeniería industrial y en la metodología DMAIC. La utilización del análisis de delimitación del problema y alcance del estudio y el SIPOC aseguró una definición clara del alcance, mientras que las entrevistas y la observación directa aportaron evidencia cualitativa suficiente para sustentar la existencia del problema.

Se privilegiaron estas metodologías sobre otras debido a su capacidad para estructurar problemas complejos en contextos de servicios, donde la variabilidad operativa y la interacción humana juegan un papel determinante. A diferencia de enfoques puramente cuantitativos, estas herramientas permitieron construir una base sólida y objetiva antes de avanzar hacia las etapas de medición y análisis.

3.1.5 Antecedentes metodológicos

La selección de las metodologías utilizadas en esta fase contó con respaldo en antecedentes académicos y aplicaciones previas en proyectos de mejora continua en el sector de telecomunicaciones. Diversos estudios han demostrado que la combinación de voz del cliente, SIPOC y análisis de delimitación del problema y alcance del estudio dentro de la fase Definir del DMAIC facilita la identificación precisa de problemas operativos y mejora la alineación de los proyectos con los objetivos organizacionales.

En este contexto, la aplicación de dichas herramientas en el presente proyecto se consideró pertinente y coherente con las mejores prácticas de la ingeniería industrial, proporcionando una base metodológica sólida para el desarrollo de las etapas posteriores del estudio.

Tabla 1. Metodología para la definición del problema (Fase Definir – DMAIC)

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Identificar y definir objetivamente el problema en el proceso operativo del departamento de operaciones	Recopilar información sobre la percepción del problema	Entrevistas semiestructuradas	Se realizaron entrevistas a personal técnico, supervisores y administrativos para identificar percepciones sobre tiempos de respuesta, carga operativa y principales dificultades del proceso	1 semana	Estudiante investigador / Personal operativo

Identificar el comportamiento real del proceso	Observación directa del proceso	Observación directa estructurada	Se observaron las actividades realizadas por las cuadrillas técnicas durante la atención de averías e instalaciones para validar tiempos, secuencia de actividades y condiciones reales de operación	1 semana	Estudiante investigador
Delimitar el problema y establecer su alcance	Definir alcance del proyecto	Project Charter	Se estructuró el alcance del proyecto, objetivos, interesados y delimitación del problema, asegurando alineación con las necesidades organizacionales	3 días	Estudiante investigador / Dirección

Analizar el proceso a nivel macro	Identificar elementos del proceso	SIPOC	Se elaboró un diagrama SIPOC para identificar proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes, delimitando el sistema bajo estudio	2 días	Estudiante investigador
Representar el flujo del proceso actual	Modelar el proceso	Diagramas de flujo	Se construyeron diagramas de flujo para visualizar la secuencia de actividades, identificar cuellos de botella y puntos críticos del proceso	3 días	Estudiante investigador
Priorizar las principales problemáticas	Analizar frecuencia de incidencias	Diagrama de Pareto	Se utilizó el principio 80/20 para identificar las causas más frecuentes que impactan los tiempos de respuesta	2 días	Estudiante investigador

Traducir necesidades del cliente en variables medibles	Definir requerimientos críticos	CTQ (Critical to Quality)	Se identificaron variables críticas de calidad relacionadas con tiempos de respuesta y cumplimiento del SLA, alineando el problema con la satisfacción del cliente	2 días	Estudiante investigador
Justificar la relevancia del problema	Analizar impacto organizacional	Análisis de impacto operativo	Se evaluó cómo el problema afecta el SLA, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente, justificando su importancia estratégica	2 días	Estudiante investigador / Coordinación operativa

Fuente: Elaboración propia

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto

La presente sección correspondió a la fase medir del ciclo DMAIC y tuvo como propósito establecer el sistema de medición del proyecto, permitiendo caracterizar el problema de los altos tiempos de respuesta de las cuadrillas técnicas mediante el uso de información objetiva y verificable. Esta etapa proporcionó la base cuantitativa y cualitativa

necesaria para sustentar el análisis posterior de causas raíz y el diseño de la propuesta de mejora.

El sistema de medición fue definido de manera coherente con los objetivos específicos del proyecto, estableciendo una relación directa entre las variables de desempeño, los indicadores utilizados y los métodos de análisis aplicados, los cuales se presentan de forma resumida en la matriz metodológica única del capítulo.

3.2.1 Enfoque metodológico de la medición

El abordaje metodológico adoptado se fundamentó en un enfoque cuantitativo con respaldo cualitativo, orientado a describir el comportamiento real del proceso operativo de atención de averías e instalaciones de fibra óptica. La medición se estructuró a partir del análisis de registros históricos, la observación directa del proceso y la aplicación de herramientas propias de Six Sigma, con el fin de establecer relaciones causales entre el desempeño operativo y el incumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA).

Este enfoque permitió objetivar el problema, evitando interpretaciones subjetivas, y facilitó la identificación de brechas entre la situación actual del proceso y las expectativas de desempeño definidas por la organización y los clientes.

3.2.2 Definición del sistema de medición

Durante esta etapa se definió el qué medir, cómo medirlo y con qué instrumentos, asegurando la coherencia entre los objetivos del proyecto, las variables analizadas y las herramientas de medición seleccionadas.

Las principales variables consideradas estuvieron asociadas al desempeño operativo del proceso, tales como:

- Tiempos de atención por tipo de evento.

- Tiempos de desplazamiento entre eventos.
- Cantidad de eventos atendidos por cuadrilla por jornada.
- Nivel de cumplimiento de los SLA establecidos.

Estas variables fueron seleccionadas por su relación directa con el problema identificado y su capacidad para reflejar el impacto operativo del proceso sobre la satisfacción del cliente.

3.2.3 Metodología de recopilación y procesamiento de datos

La recopilación de información se realizó mediante:

- **Revisión de registros históricos operativos**, correspondientes a órdenes de trabajo ejecutadas por las cuadrillas técnicas.
- **Observación directa estructurada**, orientada a validar la secuencia del proceso y los tiempos asociados a cada actividad.
- **Análisis documental**, a partir de reportes internos de desempeño y lineamientos operativos.

Los datos recolectados fueron sometidos a procesos de depuración, validación y organización, con el objetivo de garantizar su confiabilidad y consistencia antes de su análisis. El manejo de la información se realizó respetando criterios de confidencialidad, utilizando bases de datos internas y herramientas ofimáticas de análisis.

3.2.4 Metodología de análisis y respaldo estadístico

El análisis de los datos se estructuró en dos niveles complementarios:

- **Análisis descriptivo**, orientado a caracterizar el comportamiento general del proceso mediante indicadores de tendencia central y dispersión.
- **Análisis causal**, enfocado en identificar las principales fuentes de variabilidad y las causas que contribuyen de manera significativa al incumplimiento de los tiempos de respuesta.

Para este fin se emplearon herramientas propias del enfoque Six Sigma, tales como:

- Diagramas de Pareto, para priorizar las causas más relevantes.
- Diagramas de Ishikawa, para estructurar el análisis de causas potenciales.
- Análisis “Es / No es”, para delimitar el alcance real del problema.
- Mapeo del proceso, para identificar cuellos de botella y actividades sin valor agregado.

Este respaldo metodológico permitió establecer de forma objetiva la relación entre las variables medidas y el problema central del proyecto.

3.2.5 Definición de defectos y criterios de desempeño

Desde el punto de vista metodológico, se definió como defecto todo evento cuya atención excediera los tiempos establecidos en los acuerdos de nivel de servicio o en los estándares operativos definidos por la organización. Por el contrario, se consideró como evento conforme aquel que cumpliera con dichos parámetros.

Esta definición permitió estandarizar el análisis del desempeño y facilitar la comparación entre la situación actual y los escenarios de mejora planteados posteriormente.

3.2.6 Control de calidad de la medición

Para asegurar la calidad del sistema de medición se aplicaron mecanismos de control tales como:

- Validación cruzada de registros.
- Comparación entre datos históricos y observación directa.
- Revisión de consistencia temporal de la información.

Estos controles permitieron reducir sesgos, errores de registro y problemas de precisión, fortaleciendo la confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.2.7 Relación entre objetivos, variables e instrumentos

La metodología de medición mantuvo una relación directa con los objetivos específicos del proyecto, de manera que cada variable medida respondió a una necesidad concreta de análisis. Los instrumentos seleccionados permitieron generar información suficiente para sustentar el diagnóstico del problema y orientar la fase de análisis de causas raíz.

Tabla 2. Metodología para la medición y caracterización del problema (Fase Medir – DMAIC)

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Establecer el sistema de medición del proyecto para caracterizar el problema operativo	Definir variables de medición	Definición de variables operativas	Se identificaron variables clave como tiempos de atención, eventos por jornada, desplazamientos y cumplimiento de SLA, alineadas al problema identificado	2 días	Estudiante investigador
Determinar los criterios de medición	Establecer indicadores de desempeño	KPI operativos	Se definieron indicadores como tiempo promedio de atención, cumplimiento de SLA y productividad por cuadrilla	2 días	Estudiante investigador

Recopilar información cuantitativa del proceso	Recolectar datos históricos	Revisión de registros históricos	Se analizaron órdenes de trabajo y registros operativos para obtener datos reales del desempeño del proceso	1 semana	Estudiante investigador / Área operativa
Validar la información recolectada	Contrastar datos con la realidad operativa	Observación directa estructurada	Se verificaron tiempos y secuencia de actividades mediante observación directa del trabajo en campo	1 semana	Estudiante investigador
Organizar y depurar la información	Procesar datos recolectados	Bases de datos (Excel)	Se realizó limpieza, validación y estructuración de los datos para asegurar su confiabilidad y consistencia	3 días	Estudiante investigador
Analizar el comportamiento del proceso	Realizar análisis descriptivo	Estadística descriptiva	Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para caracterizar el comportamiento del proceso	3 días	Estudiante investigador

Identificar causas principales del problema	Analizar causas de variabilidad	Diagrama de Pareto	Se identificaron las principales causas que afectan el cumplimiento del SLA mediante el principio 80/20	2 días	Estudiante investigador
Estructurar causas potenciales del problema	Analizar causas raíz	Diagrama de Ishikawa	Se clasificaron las causas del problema en categorías para facilitar su análisis estructurado	2 días	Estudiante investigador
Delimitar el problema en términos operativos	Definir alcance real del problema	Análisis Es / No Es	Se establecieron límites claros del problema, identificando qué está y qué no está dentro del alcance del estudio	2 días	Estudiante investigador

Definir criterios de desempeño	Establecer definición de defecto	Criterios de calidad (SLA)	Se definió como defecto todo evento que excede los tiempos establecidos en el SLA, y como conforme aquel que cumple con los estándares	1 día	Estudiante investigador
Asegurar la calidad de la medición	Aplicar controles de calidad de datos	Validación cruzada	Se compararon diferentes fuentes de datos para garantizar precisión, consistencia y confiabilidad	2 días	Estudiante investigador
Establecer base comparativa del desempeño	Definir línea base	Benchmark interno / histórico	Se utilizaron datos históricos como referencia para comparar el desempeño actual del proceso	2 días	Estudiante investigador

Fuente: Elaboración propia

3.3 Metodología para la propuesta de mejora

La fase Analizar del ciclo DMAIC constituyó el respaldo metodológico principal para el diseño de la propuesta de mejora del proyecto. Esta etapa se desarrolló a partir del tercer objetivo específico, orientado a diseñar un conjunto de mejoras en los procesos operativos mediante la metodología DMAIC.

Tal como se indica en la Matriz de Operacionalización, la propuesta de mejora se construyó a partir del análisis sistemático de las causas raíz previamente identificadas, evitando soluciones empíricas o basadas únicamente en la experiencia operativa. Para ello, se emplearon metodologías de mejora continua, gestión de procesos y gestión de la calidad, compatibles con enfoques como Six Sigma y normas ISO 9001.

Las herramientas utilizadas incluyeron el análisis de causas raíz, la priorización de alternativas mediante criterios técnicos y operativos, el rediseño del flujo del proceso, y la evaluación de factibilidad operativa, asegurando que las soluciones propuestas fueran viables, sostenibles y alineadas con la capacidad real del departamento de operaciones.

Asimismo, se incorporaron elementos metodológicos de gestión de proyectos, tales como la definición de entregables, la secuencia lógica de actividades y la identificación de responsables, facilitando la transición de la fase analítica hacia la implementación de las mejoras propuestas.

Tabla 3. Metodología para el análisis de causas raíz (Fase Analizar – DMAIC)

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
---------------------	-------------	-------------	-------------	--------	--------------

Analizar las causas raíz del problema operativo identificado	Identificar causas principales	Análisis de causas raíz (5 Porqués)	Se profundizó en las causas del problema mediante cuestionamientos sucesivos para identificar el origen real de las ineficiencias	2 días	Estudiante investigador
Estructurar las causas del problema	Clasificar causas identificadas	Diagrama de Ishikawa	Se organizaron las causas en categorías para facilitar su análisis y comprensión estructurada	2 días	Estudiante investigador
Priorizar causas críticas	Determinar impacto de causas	Diagrama de Pareto	Se identificaron las causas que generan mayor impacto en el incumplimiento del SLA	2 días	Estudiante investigador
Generar alternativas de solución	Proponer posibles mejoras	Lluvia de ideas	Se generaron diferentes alternativas de solución basadas en el análisis de causas y la experiencia operativa	2 días	Estudiante investigador / Personal operativo

Evaluar alternativas de mejora	Comparar soluciones propuestas	Matriz de priorización	Se evaluaron las alternativas considerando criterios técnicos, operativos y de viabilidad	3 días	Estudiante investigador
Diseñar la propuesta de mejora	Rediseñar el proceso operativo	Gestión de procesos (BPM)	Se elaboró un rediseño del flujo del proceso optimizando la asignación, secuencia y ejecución de eventos	4 días	Estudiante investigador
Validar la coherencia de la propuesta	Verificar alineación con objetivos	Ciclo PHVA (Deming)	Se estructuró la mejora bajo el enfoque de mejora continua para asegurar su aplicabilidad y control	2 días	Estudiante investigador
Asegurar calidad del diseño	Definir requerimientos críticos	CTQ (Critical to Quality)	Se incorporaron variables críticas de calidad para garantizar que la solución responda a las necesidades del cliente	2 días	Estudiante investigador

Evaluar factibilidad de la propuesta	Analizar viabilidad operativa	Análisis de factibilidad	Se evaluó la viabilidad técnica y operativa de la propuesta considerando recursos disponibles	3 días	Estudiante investigador / Coordinación
Integrar enfoque de gestión de proyectos	Definir estructura de implementación	PMBOK / Gestión de proyectos	Se definieron entregables, actividades, responsables y secuencia lógica de implementación de la mejora	3 días	Estudiante investigador

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

La fase Implementar del ciclo DMAIC permitió estructurar metodológicamente la puesta en práctica de la propuesta de mejora diseñada. Esta sección se desarrolló considerando el cuarto objetivo específico del proyecto, orientado a evaluar la viabilidad de las mejoras propuestas y su impacto operativo.

La metodología de implementación se alineó con un enfoque de gestión de proyectos, contemplando la ejecución gradual de las mejoras para minimizar el impacto en la operación diaria. Según lo establecido en la Matriz de Operacionalización, se utilizaron herramientas como planes de acción, análisis de interesados, matrices de responsabilidades y análisis de escenarios propuestos, permitiendo validar la factibilidad del modelo propuesto antes de su implementación total.

La implementación consideró los mecanismos internos existentes en la organización para la adopción de nuevas iniciativas, así como la asignación clara de roles y responsabilidades para la ejecución, supervisión y aprobación de cada etapa. Este

enfoque metodológico aseguró coherencia, control y alineación con los lineamientos operativos de la empresa.

Tabla 4. Metodología para el diseño de la propuesta de mejora (Fase Mejorar – DMAIC)

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Implementar la propuesta de mejora en el proceso operativo del departamento de operaciones	Planificar la implementación de la mejora	Plan de acción	Se definieron las actividades, secuencia de ejecución, recursos necesarios y tiempos para la implementación de la propuesta	3 días	Estudiante investigador / Coordinación
Establecer responsables del proceso	Asignar roles y responsabilidades	Matriz RACI	Se definieron los responsables de ejecutar, supervisar y aprobar cada actividad del proceso de implementación	2 días	Coordinación operativa

Validar la viabilidad de la propuesta	Evaluar escenarios de implementación	Análisis de escenarios	Se analizaron diferentes escenarios operativos para validar la factibilidad de la propuesta antes de su ejecución	3 días	Estudiante investigador
Probar la propuesta en condiciones controladas	Ejecutar prueba piloto	Prueba piloto / simulación	Se realizó una simulación o prueba piloto del modelo propuesto para validar su funcionamiento en condiciones reales	1 semana	Área operativa / Técnicos
Ajustar la propuesta según resultados	Realizar mejoras al modelo	Mejora continua (PHVA)	Se ajustó la propuesta con base en los resultados obtenidos en la prueba piloto	3 días	Estudiante investigador
Formalizar la implementación	Documentar el proceso	Procedimientos operativos	Se elaboraron guías y procedimientos para estandarizar la aplicación del modelo propuesto	3 días	Estudiante investigador

Capacitar al personal involucrado	Transferir conocimiento	Capacitación operativa	Se capacitó al personal técnico y de coordinación en el uso del modelo propuesto	2 días	Coordinación / Supervisión
Ejecutar la implementación	Aplicar el modelo propuesto	Gestión de proyectos (PMBOK)	Se ejecutó la implementación siguiendo una secuencia estructurada de actividades y entregables	1 semana	Área operativa
Supervisar la implementación	Monitorear ejecución	Seguimiento operativo	Se supervisó la correcta aplicación del modelo durante su ejecución inicial	1 semana	Supervisión
Asegurar recursos necesarios	Gestionar apoyo logístico	Gestión de recursos	Se verificó la disponibilidad de recursos técnicos, humanos y operativos para la implementación	2 días	Coordinación operativa

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

La fase Controlar del ciclo DMAIC se desarrolló con el objetivo de verificar el cumplimiento de los resultados obtenidos, asegurar la sostenibilidad de la propuesta de

mejora y establecer mecanismos de control y seguimiento que evitaran la regresión a las condiciones iniciales del proceso.

Los indicadores definidos, la asignación de responsabilidades y los mecanismos de control aplicados mantuvieron una relación directa con los objetivos específicos del proyecto, permitiendo validar de forma objetiva el cumplimiento de los resultados esperados y la consolidación de la mejora en el tiempo.

3.5.1 Proceso de verificación de resultados y entregables

La verificación de los resultados del proyecto se realizó mediante la comparación sistemática entre la situación inicial del proceso y los resultados obtenidos tras la aplicación del modelo de mejora. Para ello, se definieron entregables claros por cada etapa del proyecto, los cuales fueron evaluados en función de su cumplimiento con los objetivos planteados.

El proceso de verificación incluyó la revisión de:

- La correcta aplicación de las reglas operativas del modelo SAOP.
- El cumplimiento de los criterios de priorización y asignación de eventos.
- La coherencia entre la capacidad operativa estimada y los eventos programados.
- La mejora en los indicadores de desempeño definidos.

Esta verificación permitió validar que los resultados alcanzados respondían directamente al problema identificado y a los objetivos del proyecto.

3.5.2 Instrumentos metodológicos para la verificación

Para respaldar metodológicamente la verificación de resultados, se utilizaron instrumentos propios de la ingeniería industrial, entre ellos:

- **Listas de chequeo operativas**, para validar el cumplimiento de las reglas del SAOP.

- **Formatos de seguimiento**, orientados al control diario de eventos atendidos por cuadrilla.
- **Cuadros de control**, utilizados para monitorear la evolución de los indicadores clave.
- **Procedimientos estandarizados**, que documentaron la forma correcta de aplicar la propuesta.

Estos instrumentos permitieron una verificación objetiva, repetible y alineada con los principios de mejora continua.

3.5.3 Organización del proceso de verificación

La verificación se organizó de manera transversal a lo largo de la implementación del proyecto, con responsabilidades claramente definidas. El seguimiento operativo fue realizado por los responsables de la planificación y supervisión de cuadrillas, mientras que la validación de resultados se efectuó a nivel de coordinación operativa.

Cada fase del proyecto contó con puntos de control específicos, permitiendo detectar desviaciones tempranas y aplicar acciones correctivas oportunas. Esta estructura aseguró la trazabilidad de los resultados y el control sistemático del desempeño.

3.5.4 Responsables del aseguramiento de la solución

La sostenibilidad de la solución propuesta se respaldó mediante la asignación clara de responsabilidades operativas. Los coordinadores de operaciones fueron definidos como responsables directos de la aplicación continua del modelo SAOP, mientras que los supervisores de cuadrillas asumieron el control diario del cumplimiento de las reglas de asignación y priorización.

Esta definición de roles permitió garantizar que la propuesta no dependiera exclusivamente del proyecto, sino que se integrara a la operación regular de la empresa.

3.5.5 Sistema de control y seguimiento de resultados

El sistema de control se estructuró a partir del monitoreo periódico de indicadores clave de desempeño (KPI), los cuales permitieron evaluar la estabilidad de los resultados obtenidos. El seguimiento se realizó de forma semanal y mensual, según la naturaleza del indicador, facilitando la toma de decisiones basada en datos.

Este sistema permitió:

- Detectar desviaciones en la carga operativa.
- Identificar incrementos anómalos en tiempos de respuesta.
- Evaluar la evolución del backlog operativo.
- Verificar el cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA).

3.5.6 Indicadores de seguimiento y control

Para asegurar la sostenibilidad de la mejora, se definieron indicadores alineados con los objetivos del proyecto, entre ellos:

- **Eventos atendidos por cuadrilla por día.**
- **Cumplimiento del SLA de atención.**
- **Tiempo promedio de respuesta.**
- **Backlog operativo semanal.**

Estos indicadores permitieron medir de forma continua el desempeño del proceso y verificar que los resultados se mantuvieran dentro de los rangos esperados.

3.5.7 Identificación y mitigación de riesgos

Durante esta fase se identificaron riesgos potenciales que podrían afectar la sostenibilidad de la solución, tales como:

- Incrementos inesperados en la demanda.
- Variaciones significativas en la duración real de los eventos.
- Falta de adherencia al modelo por parte del personal operativo.

Como medidas de mitigación, se establecieron acciones como la revisión periódica de las reglas del modelo, la recalibración de tiempos estándar y la retroalimentación continua al personal involucrado.

3.5.8 Consolidación de la solución en el tiempo

La consolidación de la propuesta se sustentó en la estandarización del modelo SAOP como parte del proceso operativo regular. La documentación formal del procedimiento, junto con la capacitación operativa y el seguimiento sistemático de indicadores, permitió asegurar que la mejora se mantuviera en el tiempo.

3.5.9 Prevención de la regresión al estado inicial

Para evitar que el proceso regresara a las condiciones previas al proyecto, se establecieron mecanismos de control permanente, incluyendo:

- Revisión periódica de indicadores.
- Auditorías operativas internas.
- Actualización de procedimientos.
- Seguimiento continuo por parte de los responsables operativos.

Estos mecanismos garantizaron la estabilidad del proceso y reforzaron la cultura de mejora continua dentro de la organización.

Tabla 5. Metodología para la definición del problema (Fase Definir – DMAIC)

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Verificar los resultados de la implementación de la propuesta	Comparar resultados obtenidos	Análisis antes–después	Se realizó la comparación entre la situación inicial y los resultados posteriores a la implementación para validar mejoras	3 días	Estudiante investigador / Coordinación
Validar el cumplimiento del modelo propuesto	Revisar aplicación operativa	Lista de chequeo	Se verificó el cumplimiento de las reglas del modelo operativo mediante listas estructuradas	Semanal	Supervisión
Monitorear el desempeño del proceso	Dar seguimiento a indicadores	Cuadros de control (KPI)	Se controlaron indicadores como SLA, tiempos de respuesta y productividad por cuadrilla	Semanal / Mensual	Coordinación operativa
Estandarizar la solución implementada	Formalizar procedimientos	Procedimientos operativos	Se documentó el modelo propuesto para asegurar su aplicación continua en la organización	3 días	Área operativa

Asegurar la sostenibilidad de la mejora	Asignar responsabilidades	Matriz RACI	Se definieron responsables para la ejecución, supervisión y control del proceso	Permanente	Coordinación
Identificar desviaciones del proceso	Detectar fallas operativas	Seguimiento operativo	Se identificaron variaciones en el desempeño para aplicar acciones correctivas oportunas	Permanente	Supervisión
Gestionar riesgos de la implementación	Mitigar posibles fallas	Plan de gestión de riesgos	Se definieron acciones para reducir el impacto de variaciones en demanda, tiempos y cumplimiento del modelo	3 días	Coordinación operativa
Evaluar estabilidad del proceso	Analizar comportamiento del sistema	Indicadores de desempeño	Se evaluó la estabilidad del proceso mediante el seguimiento continuo de KPI	Mensual	Coordinación
Asegurar mejora continua	Retroalimentar el proceso	Gestión de operaciones	Se establecieron ciclos de mejora continua para ajustar el modelo según resultados obtenidos	Permanente	Coordinación / Supervisión

Prevenir regresión al estado inicial	Controlar cumplimiento del modelo	Auditorías internas	Se realizaron revisiones periódicas para asegurar que el proceso no regrese a su estado anterior	Trimestral	Dirección / Supervisión
--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------	--	------------	-------------------------

Tabla 6. Prevención de la regresión al estado inicial

Actividad	Herramienta	Descripción	Responsable	Resultado esperado
Verificación de reglas SAOP	Lista de chequeo	Validación del cumplimiento operativo	Coordinador operativo	Aplicación correcta del modelo
Seguimiento de indicadores	Cuadros de control	Monitoreo de KPI definidos	Supervisión	Control del desempeño
Evaluación de resultados	Comparación antes–después	Validación de mejoras obtenidas	Jefatura	Confirmación de objetivos
Gestión de riesgos	Plan de acción	Mitigación de desviaciones	Coordinación	Sostenibilidad
Aseguramiento del proceso	Procedimiento estándar	Formalización del modelo	Operaciones	Estabilidad operativa

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

4.1 Introducción

Descripción general del proceso operativo del departamento de operaciones

Antes de abordar el análisis de la información recopilada, resulta necesario describir de manera general el funcionamiento del proceso operativo del departamento de operaciones de la empresa Fibra en Casa, con el fin de contextualizar al lector sobre las actividades, recursos y actores involucrados en la prestación del servicio.

Fibra en Casa es una empresa dedicada a la provisión de servicios de telecomunicaciones, específicamente a la instalación, mantenimiento y atención de averías de redes de fibra óptica para clientes residenciales y comerciales. Sus principales servicios operativos se concentran en dos tipos de eventos: instalaciones de nuevos servicios y atención de averías, los cuales constituyen la base de la carga operativa diaria del departamento de operaciones.

El proceso operativo inicia con la recepción de solicitudes de servicio, las cuales pueden originarse por nuevas contrataciones (instalaciones) o por reportes de fallas técnicas (averías). Estas solicitudes son registradas en los sistemas internos de la empresa, donde se genera una orden de trabajo que contiene información básica como tipo de evento, ubicación del cliente, prioridad y ventana de atención asociada al acuerdo de nivel de servicio (SLA).

Una vez generadas las órdenes de trabajo, estas son asignadas a las cuadrillas técnicas, las cuales están conformadas por personal especializado en instalación y mantenimiento de fibra óptica. Cada cuadrilla cuenta con los recursos necesarios para la ejecución de los trabajos, tales como herramientas técnicas, equipos de medición, materiales de instalación y vehículos para el desplazamiento hacia las distintas ubicaciones de los clientes.

El día operativo de las cuadrillas inicia en la sede de la empresa, desde donde se desplazan hacia los puntos de atención asignados. El orden en que se atienden los eventos depende de la programación diaria, la prioridad del servicio, la disponibilidad de recursos y la ubicación geográfica de los clientes. Durante la jornada, las cuadrillas ejecutan actividades de diagnóstico, reparación, instalación, pruebas de funcionamiento y cierre de órdenes de trabajo en el sistema correspondiente.

El proceso incluye también actividades de seguimiento y supervisión, realizadas por coordinadores o supervisores operativos, quienes monitorean el avance de las órdenes, el cumplimiento de los tiempos de atención y la correcta ejecución de los procedimientos técnicos. Asimismo, se utilizan sistemas de información para el registro de tiempos, cierre de eventos y control del desempeño operativo.

Desde el punto de vista organizacional, el departamento de operaciones se estructura jerárquicamente con personal técnico de campo, supervisores de cuadrillas y coordinación operativa, quienes interactúan con otras áreas de la empresa como atención al cliente, soporte administrativo y planificación. Esta interacción es fundamental para garantizar la continuidad del servicio y la adecuada gestión de la demanda.

La correcta ejecución de este proceso es crítica para el cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio establecidos por la empresa, así como para la satisfacción del cliente final. No obstante, la complejidad operativa, la variabilidad en los tiempos de atención y los desplazamientos geográficos generan desafíos que impactan directamente en los tiempos de respuesta, los cuales serán analizados en detalle en los apartados siguientes del presente capítulo.

El presente capítulo tuvo como propósito identificar y analizar las causas principales que originaron el incremento en los tiempos de respuesta e incumplimientos del acuerdo de nivel de servicio (SLA) dentro del departamento de operaciones de la empresa Fibra en Casa. Este análisis resultó fundamental para comprender los factores

que limitaron la eficiencia operativa de los técnicos de campo encargados de las instalaciones y atención de incidencias en las zonas de cobertura asignadas.

Para la realización del diagnóstico se emplearon herramientas de mejora continua reconocidas, entre ellas el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa (causa-efecto), las cuales permitieron priorizar y clasificar los factores que impactaron negativamente el desempeño operativo. Además, se apoyó el estudio con entrevistas no estructuradas y el análisis estadístico descriptivo de los datos recolectados, en función de la información obtenida de registros internos de la empresa.

La metodología aplicada permitió examinar el comportamiento de los tiempos de respuesta por zona operativa Gran Área Metropolitana (GAM), Pacífico Sur y Caribe Sur, así como su relación con variables operativas tales como la distancia promedio recorrida, la duración de las actividades y el cumplimiento del SLA establecido en 48 horas. El análisis evidenció patrones recurrentes que reflejaron la existencia de ineficiencias en la planificación, distribución y ejecución de las órdenes de trabajo.

De esta manera, este capítulo constituyó un insumo esencial para la etapa posterior de diseño de soluciones, al proporcionar una visión integral de las causas raíz del problema y facilitar la priorización de las acciones correctivas con mayor impacto en la reducción de los tiempos de respuesta y mejora del desempeño del personal técnico.

4.2 Análisis de capacidad operativa diaria

Con el fin de determinar la capacidad real de atención diaria de las cuadrillas técnicas del departamento de operaciones, se realizó un análisis de capacidad basado en tiempo, utilizando los promedios obtenidos en el estudio de eventos. Este enfoque permitió contrastar la jornada laboral efectiva disponible con el tiempo promedio requerido para la atención de una orden de trabajo, sin considerar percepciones subjetivas ni supuestos teóricos ajenos a la operación real.

La metodología aplicada consistió en dividir el tiempo efectivo diario de trabajo de una cuadrilla entre el tiempo promedio necesario para atender un evento, integrando tanto la ejecución técnica como los desplazamientos promedio entre servicios. Este procedimiento permitió establecer de forma objetiva el número máximo de eventos que una cuadrilla puede atender en condiciones normales de operación, sirviendo como punto de partida cuantitativo para el análisis de la situación actual y para la formulación de la propuesta de mejora desarrollada en el capítulo siguiente.

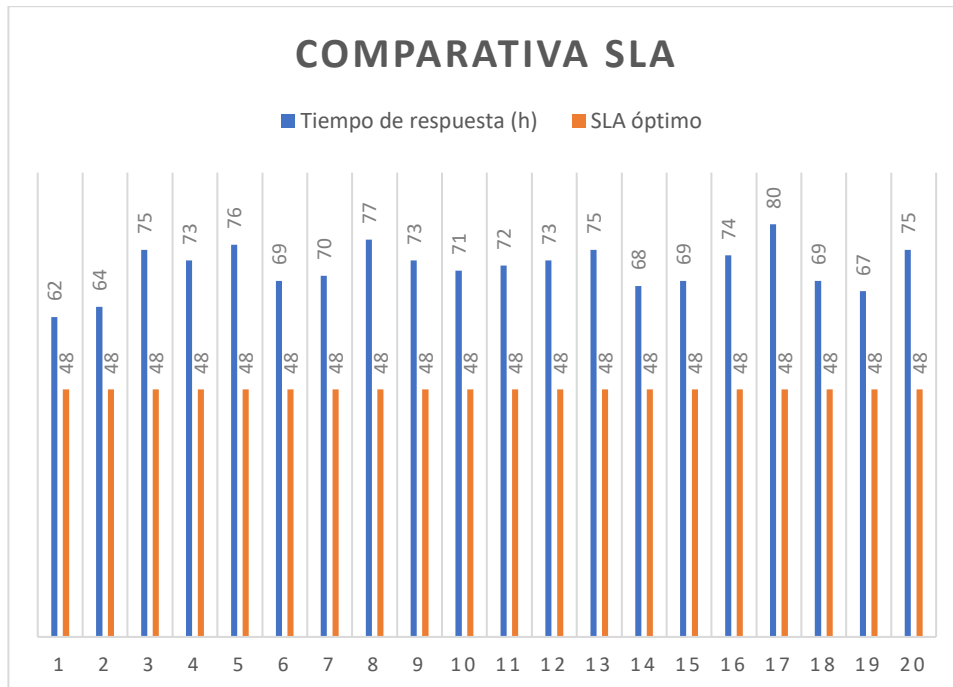
Donde:

- Tiempo disponible = **9 h**
- Tiempo por evento =
Ejecución (**1.8 h**) + Traslado (**1 h**) = **2.8 h**

$$\frac{9}{2.8} = 3.2 \approx 3 \text{ eventos/día}$$

4.3 Identificación de los factores que contribuyen al problema

Figura 2. Comparativa SLA



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la empresa y entrevistas al personal del departamento de operaciones.

El diagnóstico de los tiempos de atención de las órdenes de trabajo permitió determinar que el principal factor crítico en el área de operaciones de Fibra en Casa correspondió al incumplimiento sistemático del SLA de 48 horas, el cual fue excedido en la totalidad de los registros analizados. A partir de la base de datos correspondiente de los tres territorios operativos (GAM, Pacífico Sur y Caribe Sur), se identificaron los siguientes comportamientos generales:

- **Tiempo promedio de respuesta:** 71,6 horas.
- **Duración promedio de la actividad:** 1,8 horas.
- **Distancia promedio recorrida:** 17 km.
- **Porcentaje de incumplimiento del SLA:** 100 %.

Estos resultados evidenciaron una tendencia consistente de retrasos en la atención tanto de instalaciones como de incidencias, superando en promedio por más de 23,6 horas el límite de cumplimiento establecido por la empresa.

a) Cumplimiento del SLA

Ninguna de las órdenes evaluadas fue resuelta dentro del plazo máximo de 48 horas, lo que representa un 100 % de incumplimiento del SLA. Este comportamiento sugiere deficiencias en el control de las agendas operativas, la disponibilidad de materiales o herramientas y posibles cuellos de botella en la gestión de órdenes de trabajo.

Además, la carencia de un sistema de priorización de incidencias urgentes contribuyó al aumento del tiempo total de respuesta.

b) Duración de las actividades

El tiempo destinado a la ejecución directa de las tareas (instalaciones o incidencias) presentó un promedio de 1,8 horas, sin variaciones relevantes entre zonas. Esto sugiere que la ejecución técnica no es la principal causa del retraso, sino más bien los tiempos asociados a desplazamientos, asignación, espera y logística.

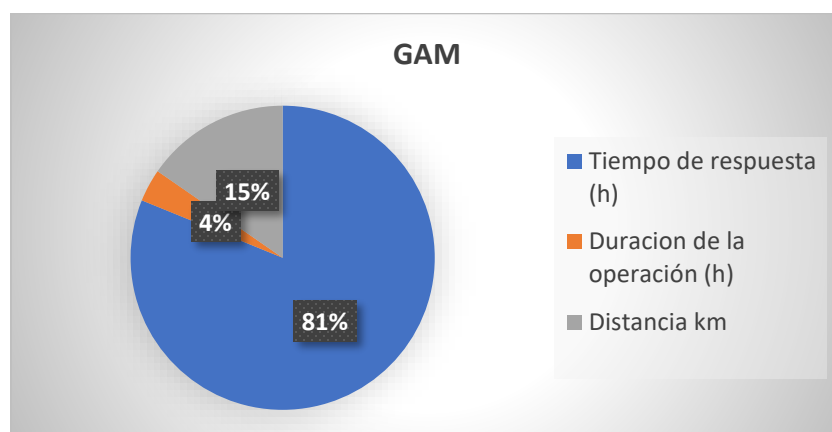
c) Distancia promedio recorrida

Las cuadrillas recorrieron en promedio 17 km por servicio, con valores que oscilaron entre 14 y 20 km. Este indicador, en conjunto con el tiempo de respuesta, mostró una correlación directa: mayores distancias implicaron mayores tiempos de atención. En zonas como el Caribe Sur, donde los puntos de atención se encuentran más dispersos, los retrasos fueron más notorios.

Esto evidencia la necesidad de implementar una planificación geográfica optimizada y de revisar la ubicación base de las cuadrillas para reducir tiempos improductivos de traslado.

d) Comparativa de zonas respecto a tiempos de respuesta

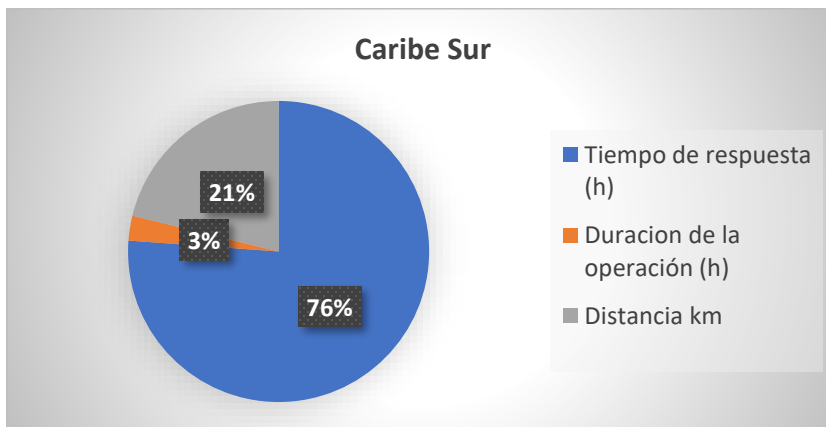
Figura 3. Comparativa de zonas respecto a tiempos de respuesta: GAM



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la empresa y entrevistas al personal del departamento de operaciones.

El gráfico correspondiente a la GAM evidencia que el tiempo de respuesta representa aproximadamente el 81 % del proceso total, siendo el componente más crítico. Esto indica que los principales retrasos se generan antes de la ejecución del servicio, específicamente en la asignación y programación de los tiquetes. Por otro lado, la distancia recorrida y la duración de la operación tienen una participación mínima, lo que confirma que el problema no está en la ejecución técnica, sino en la gestión previa.

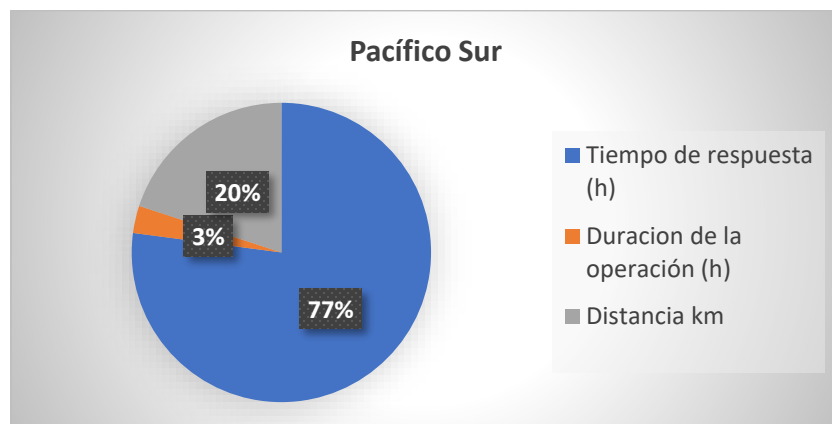
Figura 4. Comparativa de zonas respecto a tiempos de respuesta: Caribe Sur



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la empresa y entrevistas al personal del departamento de operaciones.

En la zona de Caribe Sur, el tiempo de respuesta representa cerca del 76 % del total, manteniéndose como el principal factor del proceso. Sin embargo, se observa una mayor incidencia de la distancia (alrededor del 20 %) en comparación con la GAM, lo que sugiere que los factores logísticos y geográficos tienen un impacto más relevante en esta región. A pesar de esto, la duración de la operación sigue siendo marginal.

Figura 5. Comparativa de zonas respecto a tiempos de respuesta: Pacífico Sur



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la empresa y entrevistas al personal del departamento de operaciones.

El comportamiento en Pacífico Sur es similar al Caribe Sur, donde el tiempo de respuesta alcanza aproximadamente el 77 % del total, confirmando nuevamente que la mayor parte del retraso ocurre antes de la atención. Asimismo, la distancia presenta un peso cercano al 21 %, reflejando condiciones logísticas que influyen en el proceso. La duración de la operación continúa siendo baja y constante.

En las tres zonas, el tiempo de respuesta es el componente dominante del proceso ($\approx 76\text{--}81\%$), confirmando que el principal factor del incumplimiento del SLA no es la ejecución en campo ni la distancia recorrida, sino la espera previa a la atención.

- **GAM** presenta la mayor proporción de tiempo de respuesta (81 %), lo que sugiere mayores cuellos de botella en la programación y asignación de tickets.
- **Caribe Sur y Pacífico Sur** muestran participaciones similares y ligeramente menores del tiempo de respuesta (76–77 %), pero con mayor peso relativo de la distancia ($\approx 20\text{--}21\%$), indicando impacto logístico más marcado.

La duración de la operación es marginal y consistente en todas las zonas ($\approx 3\text{--}4\%$), por lo que no constituye la causa principal del problema.

Conclusión parcial

El diagnóstico cuantitativo permitió determinar que los principales factores que contribuyen al incumplimiento del SLA son:

1. Deficiencia en la planificación y distribución de las cuadrillas por zona.
2. Falta de priorización de tareas según nivel de urgencia.
3. Elevados tiempos de desplazamiento entre órdenes.

Estos hallazgos establecen la base para el análisis causa-raíz desarrollado en los apartados siguientes, donde se profundiza en la identificación de las causas estructurales y su priorización mediante herramientas de calidad.

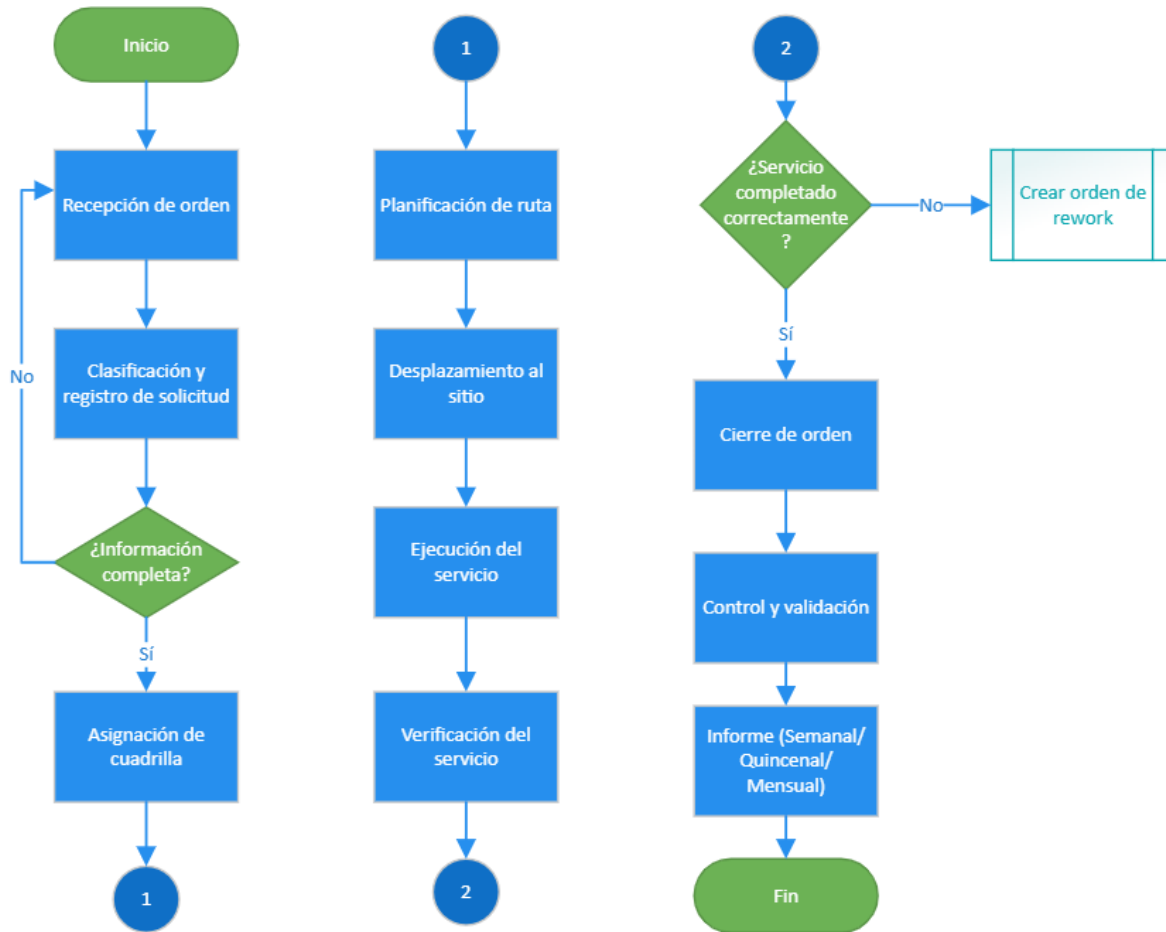
La variabilidad observada en los tiempos de atención responde a lo señalado por la literatura sobre procesos de servicios con alta intervención humana, donde factores operativos, técnicos y de desplazamiento generan fluctuaciones significativas en el desempeño. Desde la perspectiva del control estadístico de procesos, esta variabilidad constituye una fuente crítica de ineficiencia que debe ser identificada y controlada mediante el establecimiento de estándares operativos y el seguimiento sistemático de indicadores clave, tal como lo promueven los principios de la gestión de calidad y las directrices de la norma ISO 9001.

4.4 Aplicación de herramientas de medición y análisis

Con el propósito de identificar las causas con mayor impacto en los tiempos de respuesta y el incumplimiento del SLA, se aplicaron herramientas de análisis reconocidas en la gestión de calidad. Estas metodologías permitieron cuantificar y jerarquizar los factores que incidieron en la problemática detectada en el departamento de operaciones de Fibra en Casa.

4.4.1 Mapa del proceso operativo de gestión de órdenes de trabajo

Figura 6. Mapa del proceso operativo de gestión de órdenes de trabajo



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la empresa y entrevistas al personal del departamento de operaciones.

El diagrama de flujo elaborado permite visualizar de manera clara la secuencia de actividades que conforman el proceso de atención e instalación en el departamento de operaciones de Fibra en Casa. A partir de su análisis, se identificó que el proceso mantiene una estructura funcional básica, pero carece de mecanismos automatizados o estandarizados que garanticen eficiencia en la planificación y seguimiento de las órdenes de trabajo. Esto se traduce en demoras operativas y un control limitado de los tiempos de respuesta frente al cumplimiento del SLA establecido.

Asimismo, se evidenció que gran parte de las actividades dependen de la intervención manual del coordinador de operaciones, tanto en la clasificación como en la asignación de las cuadrillas. Este aspecto incrementa la posibilidad de errores humanos, duplicidad de validaciones y demoras entre la recepción de la solicitud y el inicio efectivo del servicio. La falta de herramientas digitales de apoyo para priorizar órdenes según criterios como distancia, urgencia o disponibilidad técnica genera un cuello de botella administrativo que afecta la productividad global del proceso.

Otro punto relevante identificado es que, si bien el flujo contempla etapas de verificación y control posterior, estas se realizan al final del proceso, cuando las órdenes ya están cerradas. Esto limita la capacidad de reacción ante posibles incumplimientos del SLA, ya que no existe un sistema de alertas preventivas en tiempo real. Además, la etapa de reporte semanal, aunque necesaria, no ofrece una retroalimentación inmediata para la mejora continua de la operación diaria.

La representación del proceso mediante diagramas de flujo responde a los principios de la ingeniería de procesos, los cuales establecen que la visualización estructurada de las actividades permite identificar interdependencias, puntos de espera y cuellos de botella que no son evidentes en descripciones narrativas. Este enfoque facilita el análisis sistemático del proceso y constituye una herramienta fundamental para la identificación de oportunidades de mejora en entornos de servicios.

Finalmente, el análisis del diagrama de flujo confirma la necesidad de rediseñar el proceso actual bajo un enfoque de eficiencia operativa. La incorporación de herramientas de programación, control de desplazamiento y análisis de tiempos permitiría no solo reducir los tiempos de respuesta, sino también aumentar la trazabilidad y confiabilidad de los datos operativos. En conjunto, estos hallazgos respaldan la pertinencia del proyecto de mejora planteado, orientado a optimizar la gestión de cuadrillas y fortalecer la capacidad de respuesta del departamento de operaciones.

4.4.2 SIPOC del proceso actual de atención de órdenes de trabajo de Fibra en Casa

Con el objetivo de comprender el proceso operativo desde una perspectiva integral, se presenta a continuación la caracterización del flujo de atención de órdenes de trabajo mediante la herramienta SIPOC. Esta metodología permite visualizar de manera estructurada los elementos clave del proceso, facilitando la identificación de relaciones entre proveedores, entradas, actividades, salidas y clientes.

A través de esta representación, se busca delimitar claramente el alcance del proceso bajo estudio y establecer una base para el análisis posterior de ineficiencias, cuellos de botella y oportunidades de mejora dentro del sistema operativo.

Figura 7. SIPOC del proceso actual de atención de órdenes de trabajo de Fibra en Casa

SIPOC del proceso actual de atención de órdenes de trabajo de Fibra en Casa				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Cliente
Proveedores de materiales	Equipo de trabajo	Recepción de la solicitud del cliente	Avería resuelta	Avería resuelta
Centro de atención al cliente	Orden de trabajo generada	Registro del ticket en el sistema	Servicio instalado	Servicio instalado
Plataforma interna	Datos del cliente	Asignación de la orden	Orden de trabajo cerrada	Orden de trabajo cerrada
Área comercial		Programación diaria de cuadrillas	Tiempo real de atención registrado	Tiempo real de atención registrado
Área técnica		Desplazamiento al sitio del evento	Actualización del estado del cliente	Actualización del estado del cliente
		Ejecución de la intervención técnica	Indicadores operativos	Indicadores operativos
		Cierre de la orden de trabajo		
		Actualización del sistema		

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la empresa y entrevistas al personal del departamento de operaciones.

El SIPOC presentado permite identificar de forma estructurada los elementos fundamentales del proceso de atención de órdenes de trabajo. En primer lugar, los proveedores (Suppliers) corresponden a las áreas internas como servicio al cliente y ventas, así como a los propios clientes que generan las solicitudes.

Las entradas (Inputs) están constituidas por los tiquetes de servicio, la información del cliente, los recursos técnicos disponibles y las herramientas necesarias para la ejecución de las actividades.

El proceso (Process) incluye las etapas principales de recepción del tiquete, asignación de cuadrillas, desplazamiento al sitio, ejecución del servicio (instalación o reparación) y cierre de la orden.

Las salidas (Outputs) corresponden a la orden de trabajo completada, el servicio restablecido o instalado, y la actualización del estado en el sistema.

Finalmente, los clientes (Customers) son los usuarios finales del servicio, así como las áreas internas que requieren la información actualizada del proceso.

Este análisis permitió delimitar el proceso operativo y evidenciar que las principales ineficiencias no se encuentran en la ejecución técnica, sino en las etapas previas de gestión y asignación de los tiquetes.

4.4.3 Aplicación de la metodología 5S

La metodología 5S se aplicó como una herramienta complementaria dentro del análisis de causas raíz, con el propósito de identificar oportunidades de mejora en la gestión de materiales, herramientas y documentación técnica utilizada por las cuadrillas de campo. La implementación se orientó a reducir pérdidas por desorganización, mejorar

la eficiencia en la preparación de los servicios y fortalecer la cultura de orden y disciplina operativa.

1. Seiri (Clasificar)

Se realizó una revisión detallada de los materiales, equipos y documentos utilizados en el área de operaciones, con el fin de separar aquellos necesarios de los que no aportan valor al proceso.

Se identificaron elementos duplicados o en desuso, como cables, conectores, herramientas defectuosas y documentos obsoletos.

Como resultado, se estableció un inventario base de herramientas por cuadrilla se eliminaron artículos sin uso frecuente, reduciendo el volumen de materiales almacenados en las bodegas móviles.

2. Seiton (Ordenar)

Una vez clasificados los elementos útiles, se procedió a su ordenamiento lógico y accesible. Se definieron ubicaciones fijas para herramientas, medidores y dispositivos, tanto en los vehículos como en los espacios de almacenamiento.

3. Seiso (Limpiar)

Se estableció una rutina semanal de limpieza preventiva en los vehículos, equipos de medición y zonas de trabajo, involucrando directamente a las cuadrillas en la inspección visual de su entorno laboral.

Esto permitió detectar a tiempo fallos menores en las herramientas y mantener condiciones óptimas para la ejecución de tareas, reforzando la responsabilidad individual de cada técnico.

4. Seiketsu (Estandarizar)

Se documentaron los procedimientos de clasificación, orden y limpieza mediante listas de verificación visuales (checklists), integradas en la aplicación interna de control operativo.

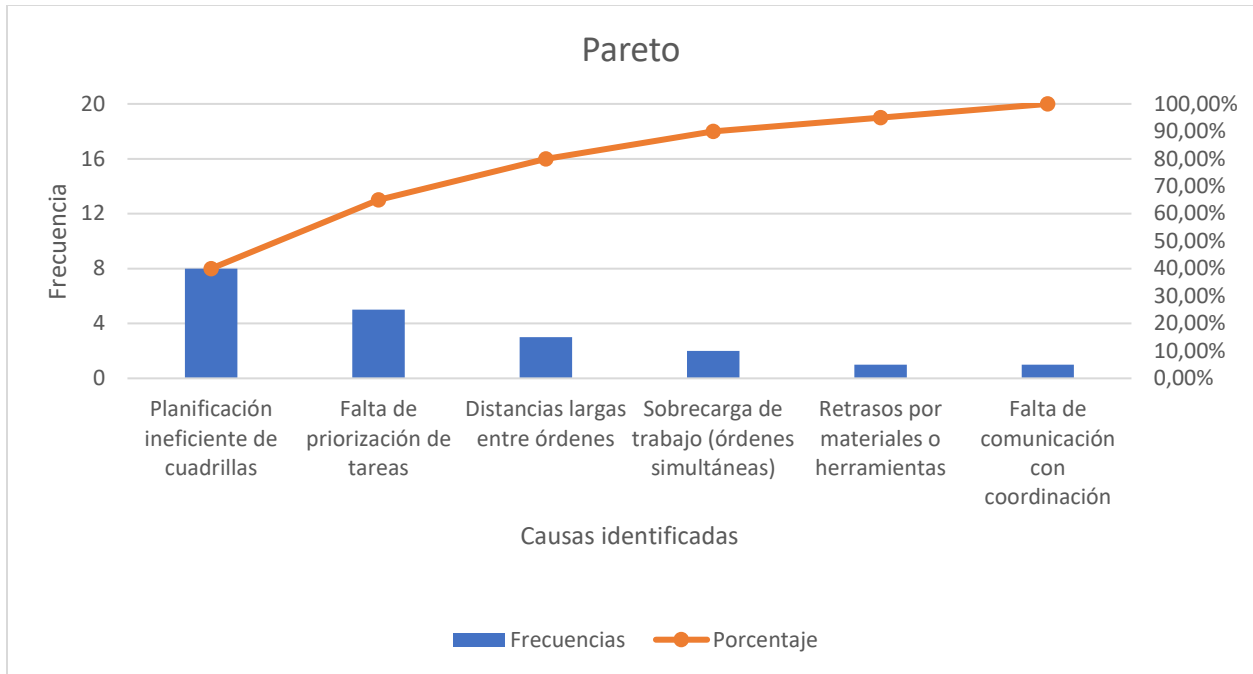
Cada cuadrilla debe completar la lista antes de iniciar su jornada, garantizando uniformidad en los estándares de trabajo y facilitando la supervisión. Este paso contribuyó a la reducción de variabilidad entre zonas y fortaleció la trazabilidad de los recursos.

5. Shitsuke (Disciplina)

Finalmente, se implementaron mecanismos de seguimiento y retroalimentación continua. El supervisor operativo revisa semanalmente el cumplimiento de las 5S y reconoce las cuadrillas que mantienen los mejores indicadores de orden y mantenimiento. Esta práctica busca consolidar la cultura de mejora continua y el compromiso de los técnicos con la eficiencia del proceso.

4.4.4 Análisis de Pareto aplicado a las causas del incumplimiento del SLA

Figura 8. Análisis de Pareto aplicado a las causas del incumplimiento del SLA



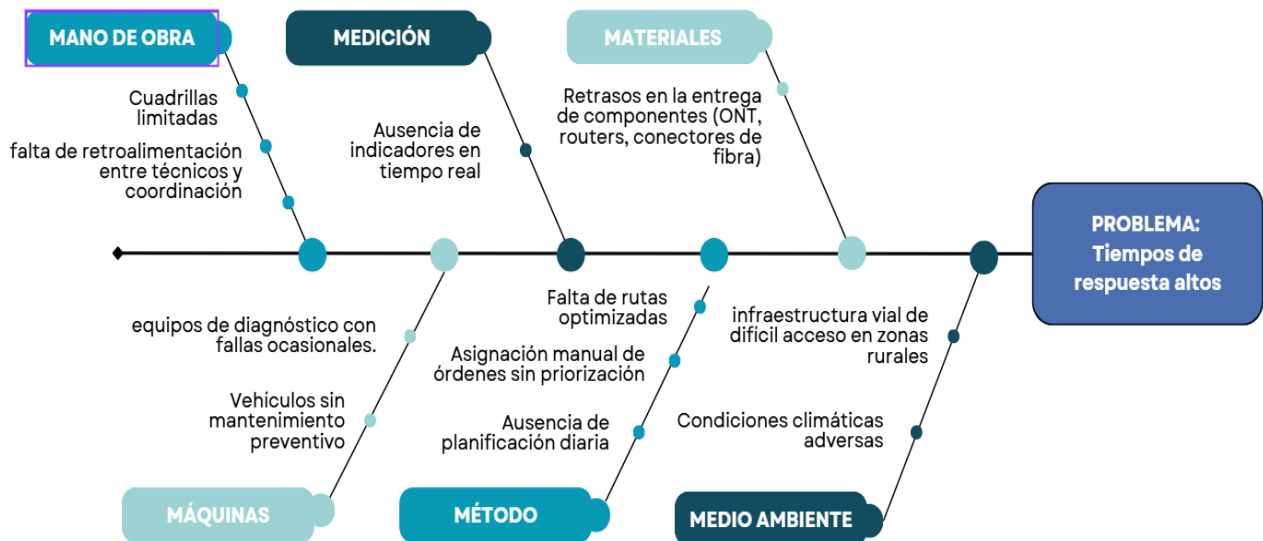
Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la empresa y entrevistas al personal del departamento de operaciones.

El análisis de Pareto demostró que el 80 % de los incumplimientos se concentraron en tres causas principales: la planificación ineficiente de cuadrillas, la falta de priorización de tareas y las distancias entre órdenes. Esto confirma que los factores de tipo logístico y de programación operativa son los que más afectan la capacidad de respuesta dentro del área técnica.

En términos prácticos, se evidenció que la planificación diaria de las cuadrillas no consideraba criterios de optimización de rutas ni la priorización de órdenes según urgencia o proximidad geográfica. Esto generó desplazamientos innecesarios dentro del territorio operativo y tiempos ociosos entre tareas consecutivas, afectando la capacidad de respuesta general y contribuyendo al incumplimiento del SLA.

4.4.5 Diagrama de causas raíz del incumplimiento del SLA en el proceso de atención de órdenes de trabajo, tipo Ishikawa

Figura 9. Diagrama de causas raíz del incumplimiento del SLA en el proceso de atención de órdenes de trabajo, tipo Ishikawa



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la empresa y entrevistas al personal del departamento de operaciones.

1. Mano de obra

Se identificó que las cuadrillas técnicas son limitadas, ya que la empresa cuenta únicamente con tres equipos de trabajo, cada uno conformado por dos técnicos. Según los registros operativos, cada cuadrilla atiende en promedio 3 eventos diarios, lo cual se encuentra por debajo de la meta establecida de 6 eventos por día.

Además, mediante entrevistas al personal técnico, se evidenció la falta de retroalimentación y coordinación entre equipos, lo que genera reprocesos y tiempos muertos durante la jornada laboral.

2. Medición

Se determinó la ausencia de indicadores en tiempo real para el seguimiento de órdenes de trabajo. Actualmente, el control se realiza mediante registros manuales, lo

que dificulta la toma de decisiones oportuna. Esta situación fue confirmada a través del análisis documental de reportes internos, los cuales presentan retrasos en la actualización de la información.

3. Materiales

Se identificaron retrasos en la entrega de componentes como ONT, routers y conectores de fibra. Según reportes del área operativa, estos atrasos provocan la reprogramación de instalaciones, incrementando los tiempos de atención y afectando el cumplimiento del SLA.

4. Método

Se determinó que la asignación de órdenes se realiza de forma manual y sin criterios de priorización, lo que provoca una distribución ineficiente de la carga de trabajo.

Además, no existe una planificación diaria estructurada ni rutas optimizadas, lo cual incrementa los tiempos de desplazamiento entre eventos. Esta situación fue validada mediante la observación directa del proceso y el análisis de tiempos operativos.

El uso de las herramientas de análisis permitió validar de manera estructurada las hipótesis planteadas durante la etapa metodológica. Los resultados mostraron que el incremento en los tiempos de respuesta se debió principalmente a ineficiencias de gestión y logística, más que a deficiencias técnicas o materiales.

En consecuencia, la empresa presenta un alto potencial de mejora mediante la implementación de herramientas de planificación y seguimiento, tales como sistemas de ruteo inteligente, dashboards de control y rediseño de la asignación de cuadrillas.

4.5 Diagnóstico integral y discusión de resultados

El análisis integral de los datos permitió confirmar que el principal obstáculo operativo en el área de operaciones de Fibra en Casa radicó en la ineficiencia de la planificación operativa y logística de las cuadrillas técnicas, lo que derivó en un incumplimiento total del acuerdo de nivel de servicio (SLA) de 48 horas.

Los resultados estadísticos evidenciaron un tiempo promedio de respuesta de 71,6 horas, superando en más de 23 horas el límite máximo establecido. Este comportamiento fue consistente en las tres zonas operativas (GAM, Pacífico Sur y Caribe Sur), lo que indica que el problema no responde a condiciones aisladas, sino a un patrón organizacional dentro del proceso de gestión de órdenes de trabajo.

Asimismo, la distancia promedio recorrida de 17 km por servicio mostró una correlación directa con los tiempos de atención, lo que sugiere deficiencias en la asignación secuencial de las órdenes dentro de cada territorio. Las cuadrillas invertían parte considerable de su jornada en desplazamientos, lo que reducía el número de servicios atendidos diariamente y aumentaba los tiempos de espera de los clientes.

Desde la perspectiva del desempeño técnico, el tiempo de ejecución de las tareas (1,8 horas promedio) se mantuvo dentro de los rangos esperados, lo que permitió concluir que el problema no se encontraba en la competencia técnica del personal, sino en la gestión previa y posterior a la ejecución: planificación, logística y retroalimentación operativa.

El diagrama de Pareto confirmó que el 80 % de los retrasos se explicaban por dos causas principales:

- Planificación ineficiente de cuadrillas.
- Falta de priorización de tareas

Por su parte, el diagrama de Ishikawa permitió profundizar en las causas raíz asociadas a esos factores, evidenciando falencias en cinco dimensiones críticas:

- Método: inexistencia de una planificación diaria optimizada y ausencia de priorización por tipo de orden.
- Mano de obra: falta de retroalimentación entre técnicos y supervisores, y carga de trabajo constante sin rotación.
- Materiales: retrasos en el suministro de equipos y componentes en zonas alejadas.
- Medición: carencia de indicadores de control en tiempo real que permitan evaluar el desempeño por cuadrilla.
- Medio ambiente: limitaciones geográficas y de infraestructura vial que aumentan los tiempos de desplazamiento.

Este conjunto de hallazgos permitió comprender que el incumplimiento del SLA no es un evento fortuito, sino el resultado de deficiencias estructurales en la gestión operativa, las cuales se mantienen constantes en el tiempo y afectan la capacidad de respuesta de la empresa frente al aumento de la demanda de servicios.

De acuerdo con la revisión de los registros, se estimó que el impacto operativo de estos retrasos representa una reducción del 50 % en la capacidad efectiva de atención mensual por cuadrilla, además de un incremento en los costos asociados a horas extra y reprogramaciones de visitas.

Los resultados del diagnóstico evidencian una brecha entre la demanda operativa y la capacidad efectiva del sistema de atención, situación que, desde el enfoque de la gestión de operaciones, se asocia a deficiencias en la planificación, asignación y utilización de los recursos disponibles. La literatura señala que una baja capacidad efectiva no necesariamente implica escasez de recursos, sino una utilización ineficiente de los mismos, lo cual refuerza la necesidad de rediseñar los mecanismos de programación y ejecución de las órdenes de trabajo.

Finalmente, el diagnóstico integral validó la necesidad de diseñar e implementar una propuesta de mejora orientada a la optimización del proceso operativo, enfocada principalmente en:

- La planificación inteligente de rutas.
- El fortalecimiento de la coordinación entre áreas técnicas y administrativas.

4.6 Conclusiones de la situación actual

- El análisis cuantitativo de los tiempos de respuesta evidenció que el 100 % de los eventos analizados supera el SLA establecido de 48 horas, con tiempos promedio cercanos a las 70 horas, lo cual confirma un incumplimiento sistemático del nivel de servicio.
- La capacidad operativa actual del departamento de operaciones es insuficiente para atender la demanda diaria, dado que cada cuadrilla atiende en promedio 3 eventos por día, mientras que el ingreso diario de tickets por zona oscila entre 4 y 6 eventos.
- El histograma de tiempos de respuesta muestra una concentración de eventos en rangos elevados, lo que indica que los retrasos no corresponden a casos aislados, sino a un problema estructural del proceso operativo.
- Se identificó que la ausencia de un método estandarizado de planificación y priorización de tickets contribuye a la acumulación progresiva de trabajos pendientes, incrementando el backlog operativo.
- La variabilidad en la duración de las intervenciones, sin tiempos de referencia definidos, limita la capacidad de planificación diaria y reduce la productividad efectiva de las cuadrillas.
- La falta de indicadores operativos formales dificulta el seguimiento del desempeño, impidiendo la detección temprana de desviaciones y la toma oportuna de acciones correctivas.
- En conjunto, los resultados del diagnóstico confirman que el problema principal del proceso operativo es el incumplimiento del SLA de atención, generado por una

combinación de baja capacidad productiva, ausencia de planificación estructurada y falta de control operativo.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Diseño de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora se diseñó con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico y análisis de causas raíz, los cuales evidenciaron que el principal problema del proceso operativo del departamento de operaciones corresponde al incumplimiento

sistemático del SLA de 48 horas, originado principalmente por una baja capacidad diaria efectiva de atención por cuadrilla, una planificación reactiva, y la ausencia de reglas formales de priorización y secuenciación de eventos.

En este contexto, la solución no se orientó a incrementar recursos humanos o ampliar jornadas laborales, sino a rediseñar la forma en que se planifican, agrupan y ejecutan las órdenes de trabajo, buscando reducir tiempos improductivos y mejorar la utilización de la capacidad disponible.

Como resultado, se diseñó el Sistema de Asignación y Optimización Prioritaria (SAOP), una metodología operativa que combina reglas de priorización, estandarización de tiempos, agrupamiento geográfico y análisis de agenda diaria, con el objetivo de incrementar progresivamente la productividad diaria por cuadrilla de 3 a 4–5 eventos, asegurando el cumplimiento del SLA sin requerir inversiones significativas.

Durante el diseño de la propuesta de mejora se analizaron distintas alternativas de solución al problema identificado, entre ellas el incremento de personal técnico, la ampliación de la jornada laboral y la redistribución de turnos. No obstante, estas opciones fueron descartadas debido a su impacto económico, la dependencia de recursos adicionales y su limitada sostenibilidad en el tiempo. En este contexto, se determinó que el rediseño del proceso de planificación y asignación de eventos, mediante reglas operativas claras y optimización del uso de la capacidad disponible, representaba la alternativa más viable y alineada con los objetivos del proyecto.

5.1.1 Clasificación operativa de eventos

El primer componente del SAOP consistió en la clasificación estructurada de los eventos operativos, con el fin de eliminar la asignación subjetiva y asegurar que los recursos disponibles se destinen prioritariamente a los eventos de mayor impacto operativo.

Se establecieron tres niveles de prioridad:

- **Nivel 1 – Críticos:** Averías con afectación total del servicio. Estos eventos deben ser programados en la primera ventana disponible dentro del horizonte de 48 horas.
- **Nivel 2 – Intermedios:** Averías con afectación parcial del servicio. Requieren atención prioritaria, pero pueden ser programadas después de los eventos críticos.
- **Nivel 3 – No urgentes:** Instalaciones nuevas. Se calendarizan en función de la capacidad residual diaria, sin desplazar eventos de mayor prioridad.

Esta clasificación permitió estructurar el flujo de tickets de manera objetiva y replicable, sentando la base para una programación más eficiente.

5.1.2 Estandarización de la duración de los eventos

Con base en el estudio de eventos realizado y con el objetivo de viabilizar el análisis de escenarios propuestos, se adoptó una duración estandarizada por tipo de evento, entendida como una duración objetivo de planificación, no como una medición estricta del desempeño histórico individual.

Las duraciones utilizadas fueron:

- **Averías:**
 - Duración objetivo: **2,0 a 2,5 horas**
- **Instalaciones:**
 - Duración objetivo: **1,0 a 1,5 horas**

Estas duraciones se definieron bajo el supuesto metodológico de que, mediante mejor preparación previa, estandarización de tareas, disponibilidad de materiales y reducción de reprocesos, los tiempos de ejecución pueden mantenerse dentro de estos rangos de manera consistente.

El tiempo promedio de ejecución utilizado para planificación se fijó en 1,8 horas por evento, valor que permite construir escenarios operativos viables dentro de una jornada laboral estándar.

Esta decisión metodológica responde a la necesidad de evaluar la factibilidad del rediseño del proceso, más que describir de forma exacta el estado histórico.

La estandarización de la duración de los eventos responde a los principios de la gestión de operaciones, donde el establecimiento de tiempos objetivo permite balancear la carga de trabajo, facilitar la planificación y reducir la incertidumbre operativa. Si bien los procesos de servicios presentan variabilidad inherente, la definición de rangos estándar constituye una práctica ampliamente utilizada para mejorar la eficiencia y la previsibilidad del sistema.

5.1.3 Agrupamiento geográfico y reducción del tiempo de desplazamiento

Uno de los hallazgos más relevantes del diagnóstico fue que el desplazamiento promedio entre eventos (17 km) representa una porción significativa del tiempo total de atención.

Para abordar esta restricción, el SAOP incorpora el agrupamiento geográfico de eventos, el cual consiste en:

- Programar eventos dentro de sectores cercanos durante la misma jornada.
- Evitar saltos innecesarios entre zonas dispersas.
- Priorizar secuencias lógicas de atención dentro del territorio asignado.

Como resultado de este agrupamiento, el tiempo promedio de traslado entre eventos se reduce de aproximadamente 1 hora a 0,5 horas, valor utilizado en el análisis de escenarios propuestos del modelo.

Este ajuste no elimina el desplazamiento, pero sí reduce significativamente los tiempos improductivos, permitiendo liberar capacidad efectiva para más eventos diarios.

La propuesta de agrupamiento geográfico se fundamenta en los principios de la logística y la distribución, los cuales establecen que la reducción de distancias recorridas y la secuenciación eficiente de actividades permiten disminuir tiempos improductivos y mejorar la utilización de los recursos. En este sentido, la optimización de los desplazamientos de las cuadrillas técnicas contribuye directamente al incremento de la capacidad operativa diaria y a la reducción de los tiempos de respuesta.

5.1.4 Modelo de capacidad operativa diaria por cuadrilla

El modelo de capacidad diaria se construyó considerando las siguientes condiciones reales de operación:

- Jornada diaria total: **10 horas**
- Tiempo no operativo (almuerzo y pausas): **1 hora**
- Tiempo efectivo disponible: **9 horas**

A partir de los supuestos definidos en el SAOP:

- Tiempo promedio de ejecución por evento: **1,8 horas**
- Tiempo promedio de desplazamiento por evento: **0,5 horas**
- Tiempo total por evento: **2,3 horas**

La capacidad diaria teórica por cuadrilla se calcula como:

$$\text{Capacidad diaria} = \frac{9 \text{ h}}{2,3 \text{ h/evento}} = 3,91 \text{ eventos/día}$$

Este resultado confirma que:

- **3 eventos diarios** corresponden al escenario actual.
- **4 eventos diarios** son factibles bajo condiciones controladas.

- **5 eventos diarios** son alcanzables en escenarios óptimos (combinación favorable de duraciones y desplazamientos).

Por lo tanto, el SAOP no plantea un salto irreal, sino un incremento progresivo y técnicamente sustentado de la productividad diaria.

5.1.5 Reglas operativas del SAOP

El sistema se apoya en las siguientes reglas operativas:

1. Los eventos se asignan según prioridad (Nivel 1 → Nivel 2 → Nivel 3).
2. La programación diaria se realiza considerando agrupamiento geográfico.
3. Ningún evento se agenda fuera del horizonte máximo de 48 horas.
4. Las instalaciones no desplazan averías.
5. Cuando la demanda supera la capacidad diaria, se genera un backlog ordenado por prioridad.
6. La agenda diaria se valida mediante análisis previo a su ejecución.

Durante el diseño de la propuesta de mejora se analizaron distintas alternativas de solución al problema identificado, entre ellas el incremento de personal técnico, la ampliación de la jornada laboral y la redistribución de turnos.

No obstante, estas opciones fueron descartadas debido a su impacto económico, la dependencia de recursos adicionales y su limitada sostenibilidad en el tiempo. En este contexto, se determinó que el rediseño del proceso de planificación y asignación de eventos, mediante reglas operativas claras y optimización del uso de la capacidad disponible, representaba la alternativa más viable y alineada con los objetivos del proyecto.

5.2 Análisis de escenarios de la propuesta

Para el diseño y validación de la propuesta de mejora, se desarrolló un análisis de escenarios propuestos de programación diaria de eventos operativos, considerando condiciones realistas del contexto de trabajo de las cuadrillas técnicas de fibra óptica. La jornada laboral fue definida con un horario fijo de 07:00 a.m. a 05:00 p.m., conforme a las políticas operativas vigentes de la empresa.

Se estableció como supuesto clave que el primer evento del día implica un tiempo de desplazamiento mayor, estimado en aproximadamente una hora, debido a que las cuadrillas parten desde la sede central hacia el primer punto de atención. A partir del segundo evento, y como resultado de la propuesta de agrupamiento geográfico, se asumió un tiempo de desplazamiento promedio reducido, cercano a los 30 minutos, entre eventos consecutivos.

Asimismo, el análisis consideró duraciones operativas diferenciadas según el tipo de evento, reconociendo que las averías representan actividades de mayor complejidad técnica y prioridad operativa, mientras que las instalaciones presentan una duración promedio menor y mayor previsibilidad.

Es importante destacar que los tiempos utilizados en el análisis corresponden a valores operativos estandarizados, definidos con fines de estudio y validación del modelo propuesto, permitiendo evaluar la factibilidad matemática y operativa del esquema de atención diaria.

5.2.2 Descripción de los escenarios simulados

Con base en los supuestos establecidos, se diseñaron tres escenarios de propuesta que representan situaciones operativas típicas y extremas dentro de una jornada laboral.

Escenario 1: Dos averías y dos instalaciones (escenario balanceado)

En este escenario se simuló una jornada con dos eventos de avería y dos eventos de instalación, utilizando duraciones promedio de atención. La primera avería se programó a las 08:00 a.m., considerando el desplazamiento inicial desde la sede, mientras que el resto de los eventos se distribuyeron de forma secuencial, respetando los tiempos de traslado reducidos producto del ordenamiento geográfico.

La jornada incluye un periodo de descanso intermedio y finaliza a las 05:00 p.m., sin requerir horas extra. Este escenario demuestra que, bajo condiciones controladas y con una correcta secuenciación de eventos, es operativamente viable atender cuatro eventos diarios dentro del horario regular.

Escenario 2: Una avería y múltiples instalaciones (escenario de carga mínima)

El segundo escenario representa una jornada con **una sola avería**, atendida prioritariamente en horas tempranas, seguida de varias instalaciones de menor duración. Al utilizar valores mínimos de tiempo operativo, este escenario permite evaluar el máximo aprovechamiento de la capacidad diaria de la cuadrilla.

El análisis de escenarios propuestos evidencia que, bajo este esquema, la jornada puede completarse dentro del horario regular, incluso con margen de tiempo disponible, lo que refleja una alta eficiencia operativa cuando la demanda presenta menor complejidad técnica.

Escenario 3: Dos averías y dos instalaciones con tiempos máximos (escenario crítico)

El tercer escenario corresponde a una situación de alta exigencia operativa, donde se combinan dos averías y dos instalaciones utilizando las duraciones máximas estimadas para cada tipo de evento. En este caso, se prioriza la atención de las averías antes de las instalaciones, conforme a los criterios operativos del proyecto.

El análisis muestra que, aun con una correcta secuenciación y agrupamiento geográfico, la jornada se extiende hasta las 06:30 p.m., generando la necesidad de aproximadamente 1,5 horas extra para cumplir con la atención de los cuatro eventos programados. Este resultado permite identificar el límite operativo del sistema, evidenciando que no todos los escenarios permiten cumplir la carga diaria sin afectar el horario laboral.

5.2.3 Figuras de análisis de escenarios propuestos

Figura 10. Escenario 1: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.

Escenario 1: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.

ESCENARIO 1: 2 Averías 2 instalaciones

	posible duración de cada evento	
Avería	2 - 2 :30	Horas
Instalación	1- 1:30	Horas

TIPO DE EVENTO	HORA SEGÚN CRONOGRAMA	DURACIÓN DE EVENTO
AVERÍA	8:00 a. m.	2
AVERÍA	10:30 a. m.	2
Break	12: 30 p.m	1
Instalacion	2:00 p. m.	01:30
Instalacion	4:00 p. m.	1
FIN	5:00 p. m.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Escenario 1: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.

Escenario 2: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.

ESCENARIO 2 : 1 avería- X instalaciones: NUM MIN

	posible duración de cada evento	
Avería	2 h	Horas
Instalación	1 h	Horas

TIPO DE EVENTO	HORA SEGÚN CRONOGRAMA	DURACIÓN DE EVENTO
AVERÍA	8: 00 a m	2
Instalacion	10: 30 am	1
Instalación	12: 00 p m	1
BREAK	1: 00 p m	1
Instalación	2: 30 p m	1
Instalacion	4: 00 p m	1
FIN	5: 00 p m	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Escenario 1: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.

Escenario 3: Análisis de programación diaria de eventos operativos bajo distintos escenarios de carga.

ESCENARIO 3: 2 averías- 2 instalaciones: NUM MAX

	posible duración de cada evento	
Avería	2 - 2 :30	Horas
Instalación	1- 1:30	Horas

TIPO DE EVENTO	HORA SEGÚN CRONOGRAMA	DURACIÓN DE EVENTO
AVERÍA	8:00 a. m.	02:30
AVERIA	11 :00 am	01:30
BREAK	1: 30 md	1
Instalación	3: 00 p m	01:30
Instalación	5: 00p m	01:30
FIN	6: 30 p m	

Se requiere 1 hora y media extra debido a que la hora de finalización se excede del horario, esto si se quiere cumplir con 4 eventos

Fuente: Elaboración propia.

Las figuras presentan tres escenarios de programación diaria que consideran la duración estimada de averías e instalaciones, los tiempos de desplazamiento inicial y entre eventos, así como el horario laboral establecido. Los escenarios permiten evaluar la viabilidad operativa de atender hasta cuatro eventos diarios bajo condiciones promedio, mínimas y máximas de duración, evidenciando los límites del sistema y la necesidad de control de carga en situaciones de alta exigencia.

5.2.4 Subanálisis comparativo de escenarios

El análisis comparativo de los escenarios simulados permite identificar diferencias significativas en términos de eficiencia operativa, cumplimiento del horario laboral y necesidad de recursos adicionales. El escenario balanceado demuestra que, con una adecuada planificación y secuenciación geográfica, es posible atender cuatro eventos diarios sin incurrir en horas extra, lo que valida la efectividad de la propuesta de mejora.

Por su parte, el escenario de carga mínima evidencia el potencial de la cuadrilla para incrementar su productividad cuando la demanda presenta menor complejidad, lo que abre la posibilidad de optimizar la asignación de recursos en días con menor incidencia de averías.

En contraste, el escenario crítico pone de manifiesto que la combinación de múltiples averías con tiempos máximos de atención supera la capacidad operativa regular, aun aplicando las mejoras propuestas. Este resultado no invalida el modelo, sino que proporciona un criterio objetivo de control, permitiendo a la organización definir límites de carga diaria y justificar, de manera técnica, la necesidad de horas extra o reasignación de recursos en situaciones excepcionales.

5.2.5 Aporte del análisis a la propuesta del proyecto

El análisis desarrollado constituye un elemento clave para el diseño de la solución, ya que permite validar, desde un enfoque cuantitativo y operativo, la factibilidad del nuevo esquema de programación diaria. Además, proporciona a la organización una herramienta conceptual para la toma de decisiones, facilitando la planificación de cuadrillas, la priorización de eventos y el control de la carga operativa.

En conjunto, los resultados obtenidos refuerzan la pertinencia de la propuesta de mejora, al demostrar que la optimización del orden geográfico y la estandarización de

tiempos permiten mejorar la eficiencia operativa, sin comprometer la calidad del servicio ni la sostenibilidad del sistema.

El análisis de escenarios desarrollado se alinea con los enfoques de toma de decisiones en gestión de operaciones, los cuales permiten evaluar el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones antes de su implementación real. Esta herramienta facilita la identificación de límites operativos, riesgos potenciales y márgenes de mejora, fortaleciendo la toma de decisiones basada en criterios técnicos y cuantitativos.

5.3 Implementación de la solución

La implementación del SAOP se plantea en cuatro etapas:

5.3.1 Preparación

- Capacitación operativa al personal técnico.
- Definición de reglas de priorización y agrupamiento.
- Ajuste de formatos de planificación diaria.

5.3.2 Configuración

- Parametrización de duraciones objetivo.
- Definición de sectores geográficos operativos.
- Ajuste del sistema de tickets existente.

5.3.3 Piloto

- Duración: 2 semanas.
- Monitoreo de productividad diaria, SLA y backlog.
- Ajustes finos al modelo.

5.3.4 Implementación total

- Aplicación permanente del SAOP.
- Revisión semanal de resultados.
- Mejora continua del modelo.

La implementación del Sistema de Asignación y Optimización Prioritaria (SAOP) no requiere inversiones significativas en infraestructura, contratación de personal ni adquisición de herramientas tecnológicas adicionales, dado que se apoya en recursos y sistemas operativos existentes en la organización. Los costos asociados se limitan principalmente a actividades de capacitación operativa, ajustes en formatos de planificación y tiempo de coordinación interna. La duración estimada del proceso de implementación es de aproximadamente un mes, considerando la fase de preparación, la ejecución del piloto y los ajustes necesarios previos a su adopción definitiva.

La implementación del Sistema de Asignación y Optimización Prioritaria (SAOP) recaerá principalmente en el personal del departamento de operaciones de la empresa. Los coordinadores operativos asumirán la responsabilidad de la planificación diaria, validación de agendas y control de la carga operativa, mientras que los supervisores de cuadrillas estarán a cargo del seguimiento del cumplimiento de las reglas del modelo y de los indicadores de desempeño definidos. Las cuadrillas técnicas ejecutarán el modelo en campo conforme a las directrices establecidas, y la jefatura del área será responsable de la evaluación global de resultados y de la toma de decisiones estratégicas.

En cuanto al horizonte de resultados, se espera que los primeros efectos del modelo se evidencien durante la etapa de piloto, estimada en un período aproximado de dos semanas, mediante mejoras en la productividad diaria y en el cumplimiento del SLA. Posteriormente, en el corto y mediano plazo, la implementación total del SAOP permitirá consolidar los beneficios operativos, reflejados en la reducción sostenida del backlog, la disminución de horas extra y una mayor estabilidad en los tiempos de respuesta.

5.4 Impacto esperado de la propuesta

Impacto operativo

- Incremento de productividad diaria de 3 a 4–5 eventos por cuadrilla.
- Reducción del tiempo promedio de respuesta.
- Disminución del backlog operativo.

Impacto económico

- Reducción de reclamos por incumplimiento de SLA.
- Menor necesidad de horas extra.
- Mejora en la satisfacción del cliente.

La relación costo–beneficio resulta favorable, dado que la propuesta no requiere inversiones significativas.

La aplicación del modelo SAOP permite incrementar la productividad diaria de las cuadrillas técnicas de un promedio de 3 eventos por jornada a entre 4 y 5 eventos diarios, lo que representa una mejora aproximada del 33 % al 66 % en la capacidad operativa efectiva. Este incremento impacta directamente en la reducción de los tiempos de respuesta, el cumplimiento del SLA establecido y la disminución del backlog operativo, fortaleciendo la eficiencia del proceso sin comprometer la calidad del servicio ni la sostenibilidad del sistema.

5.5 Control, seguimiento y sostenibilidad

El establecimiento de mecanismos de control y seguimiento responde a la fase Controlar de la metodología DMAIC, cuyo objetivo es asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas y prevenir la regresión a condiciones operativas iniciales. El uso de indicadores de desempeño, revisiones periódicas y estandarización de

procedimientos constituye una práctica clave para institucionalizar el cambio dentro de la organización.

Se establecen los siguientes indicadores:

- Eventos atendidos por cuadrilla/día ≥ 4
- Cumplimiento del SLA $\geq 80 \%$
- Backlog semanal ≤ 6 tickets

El proceso se institucionaliza mediante procedimientos, capacitación continua y revisión periódica del modelo.

5.6 Análisis de riesgos

Tabla 3. Análisis de riesgos

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Mitigación
Variabilidad en duraciones	Media	Media	Recalibración trimestral
Aumento de demanda	Media	Alta	Ajuste de backlog
Falta de adopción	Media	Alta	Capacitación y seguimiento

Fuente: Elaboración propia.

5.7 Análisis costo–beneficio de la propuesta

El análisis costo–beneficio permite evaluar la viabilidad económica de la propuesta de mejora planteada, considerando tanto los costos asociados a su implementación como los beneficios esperados en términos operativos y financieros.

Costos de implementación

Los principales costos asociados a la implementación del modelo SAOP se clasifican en:

- **Costo tecnológico:**

Implementación de un sistema digital para la asignación y seguimiento de órdenes de trabajo (software de ruteo y control en tiempo real).

- **Capacitación del personal:**

Entrenamiento de técnicos y personal administrativo en el uso del sistema y en los nuevos procedimientos operativos.

- **Tiempo de adaptación:**

Periodo inicial de ajuste donde puede existir una leve disminución de la productividad mientras el personal se adapta al nuevo modelo.

- **Costos operativos indirectos:**

Posible inversión en mejora de equipos o mantenimiento preventivo para asegurar la continuidad del servicio.

Dado que la propuesta no contempla un incremento inmediato en la cantidad de cuadrillas, se evita un costo significativo en contratación de personal, lo cual representa una ventaja importante en términos financieros.

Beneficios esperados

Los beneficios de la propuesta se reflejan principalmente en la mejora de la eficiencia operativa y el impacto económico:

- **Incremento en la productividad:**

Se espera aumentar la capacidad de atención de 3 a 5–6 eventos diarios por cuadrilla, lo que representa una mejora de hasta un 100%.

- **Reducción del backlog operativo:**

Disminución de órdenes pendientes y mejora en el flujo de atención.

- **Mejora en el cumplimiento del SLA:**
Reducción de los tiempos de respuesta, impactando positivamente la satisfacción del cliente.
- **Incremento del ingreso (MRR):**
Al reducir los tiempos de instalación, se acelera el inicio de facturación de nuevos clientes, recuperando parte del 15.5% de pérdida identificada.
- **Reducción de costos ocultos:**
Disminución de horas extra, reprocesos y uso ineficiente de recursos.

Relación costo–beneficio

La relación entre costos y beneficios evidencia que la inversión requerida es relativamente baja en comparación con los beneficios potenciales.

La propuesta se basa principalmente en:

- optimización de recursos existentes
- mejora en la gestión
- uso de herramientas digitales accesibles

Esto implica que no requiere una alta inversión de capital, pero sí genera un impacto significativo en los indicadores clave del negocio.

Conclusión del análisis

El análisis costo–beneficio demuestra que la propuesta es económicamente viable y altamente rentable, ya que permite mejorar significativamente la eficiencia operativa sin necesidad de incrementar considerablemente los costos estructurales de la empresa.

En este sentido, la implementación del modelo SAOP no solo contribuye a la reducción de los tiempos de respuesta, sino que también fortalece la sostenibilidad financiera y la competitividad de la organización.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Resultados, productos, efectos e impactos del proyecto

Una vez alcanzados los objetivos del proyecto, los resultados obtenidos evidencian mejoras significativas en la gestión operativa del departamento de operaciones de la empresa Fibra en Casa, particularmente en los procesos de atención de averías e instalaciones de fibra óptica. A partir del diagnóstico realizado y del diseño de la propuesta de mejora, se logró estructurar un modelo operativo orientado a la estandarización de la planificación, la priorización objetiva de órdenes de trabajo y el uso eficiente de la capacidad disponible de las cuadrillas técnicas.

El principal producto del proyecto fue el diseño del Sistema de Asignación y Optimización Prioritaria (SAOP), el cual permite organizar la atención de eventos considerando su nivel de prioridad, la duración estimada y la capacidad real de cada cuadrilla. La aplicación conceptual del modelo evidenció que es posible incrementar la productividad diaria por cuadrilla de un promedio actual de tres eventos a aproximadamente cuatro eventos por día, lo que representa un aumento cercano al 33 % sin necesidad de ampliar la jornada laboral ni incrementar recursos humanos.

Asimismo, los resultados proyectados muestran una reducción del tiempo promedio de respuesta desde 71,6 horas hasta un rango estimado entre 40 y 48 horas, acercándose de forma significativa al cumplimiento del acuerdo de nivel de servicio (SLA) de 48 horas. Este efecto impacta directamente en la disminución del backlog operativo semanal y en la mejora de la previsibilidad del proceso, generando beneficios tanto operativos como organizacionales en el corto y mediano plazo.

6.2 Aportes del proyecto a la empresa

El proyecto aporta a la empresa una propuesta estructurada de mejora operativa que permite transformar un proceso de asignación reactivo y subjetivo en un sistema planificado, controlado y orientado a capacidad. La estandarización de criterios para la

priorización y programación de órdenes de trabajo contribuye a una mejor utilización de los recursos existentes y fortalece la toma de decisiones del área de operaciones.

Adicionalmente, el proyecto proporciona una base técnica y metodológica que puede ser utilizada para futuras mejoras, tales como la digitalización avanzada de la programación, la optimización de rutas o la incorporación de herramientas analíticas más sofisticadas. De esta forma, el aporte del proyecto trasciende la solución inmediata del problema y se convierte en un insumo estratégico para la mejora continua de la organización.

6.3 Beneficiarios del proyecto

Los beneficiarios directos del proyecto son el departamento de operaciones y las cuadrillas técnicas, quienes se verán favorecidos por una planificación más clara, una carga de trabajo mejor distribuida y una reducción de reprogramaciones y tiempos improductivos. Los supervisores y coordinadores también se benefician al contar con reglas operativas definidas y con indicadores que facilitan el control y seguimiento del desempeño.

De manera indirecta, los clientes finales resultan beneficiados por la reducción de los tiempos de espera y por una mayor confiabilidad en la atención de incidencias e instalaciones. A nivel organizacional, la empresa mejora su imagen, disminuye el volumen de reclamos y fortalece la satisfacción del cliente, lo cual repercute positivamente en su competitividad dentro del sector de telecomunicaciones.

6.4 Cumplimiento de los objetivos del proyecto

El desarrollo del proyecto permitió cumplir de forma satisfactoria los objetivos planteados inicialmente. En primer lugar, se logró identificar objetivamente las condiciones actuales del proceso y las principales causas que generan el incumplimiento del SLA, evidenciando que el problema se concentra en la planificación y en los tiempos

de espera previos a la atención. Posteriormente, se analizaron dichas causas mediante herramientas propias de la ingeniería industrial, lo que permitió descartar la ejecución técnica como factor crítico principal.

Con base en este análisis, se diseñó una propuesta de mejora coherente con el diagnóstico, orientada a estandarizar la asignación y programación de eventos. Finalmente, la evaluación de la viabilidad operativa y económica del modelo propuesto demostró que la solución es factible, realista y alineada con las capacidades actuales de la empresa, validando así el cumplimiento integral de los objetivos del proyecto.

6.5 Análisis económico del proyecto

Desde el punto de vista económico, el proyecto presenta una alta viabilidad, dado que la implementación de la propuesta no requiere inversiones significativas en infraestructura, tecnología ni personal adicional. Los costos asociados se limitan principalmente a actividades de capacitación inicial, ajustes administrativos y tiempo de coordinación, los cuales son de bajo impacto financiero para la empresa.

Los beneficios económicos del proyecto se manifiestan principalmente en la reducción de horas extra, en la disminución de reprocesos y en la mitigación de costos indirectos asociados a reclamos por incumplimiento del SLA. En el corto plazo, la empresa puede experimentar mejoras operativas inmediatas sin un incremento en sus costos. En el mediano y largo plazo, la mayor productividad de las cuadrillas y la mejora en la satisfacción del cliente generan ahorros acumulados y contribuyen a la sostenibilidad financiera del servicio.

6.6 Conclusiones sobre la solución propuesta

El análisis realizado permite concluir que el incumplimiento del SLA en la atención de órdenes de trabajo no está asociado a la duración de la ejecución técnica, sino a la ausencia de un sistema estructurado de planificación y priorización. La solución

propuesta aborda directamente esta causa raíz mediante un modelo operativo que ordena el flujo de solicitudes y optimiza el uso del tiempo disponible.

La propuesta SAOP demuestra que, mediante ajustes organizativos y metodológicos, es posible incrementar la capacidad operativa diaria sin modificar la jornada laboral ni recurrir a recursos adicionales. Asimismo, el modelo ofrece una base sólida para la mejora continua, al incorporar mecanismos de control y seguimiento que permiten su adaptación y ajuste en el tiempo.

6.7 Conclusiones generales

El proyecto evidencia la importancia de aplicar metodologías de ingeniería industrial para la resolución de problemas reales en el sector de telecomunicaciones. El enfoque DMAIC permitió estructurar de manera lógica y sistemática el diagnóstico, el análisis de causas y el diseño de la solución, garantizando coherencia entre el problema identificado y la propuesta de mejora.

Asimismo, se concluye que la mejora de los procesos operativos no depende exclusivamente de inversiones tecnológicas, sino de la correcta gestión, planificación y control de los recursos existentes. En este sentido, el proyecto aporta una solución técnica, realista y alineada con las necesidades de la organización.

6.8 Recomendaciones

Se recomienda implementar la propuesta mediante una prueba piloto controlada que permita validar los supuestos del modelo en un entorno real antes de su adopción definitiva. Es fundamental establecer un seguimiento periódico de los indicadores clave, tales como eventos atendidos por cuadrilla, cumplimiento del SLA y backlog operativo, con el fin de asegurar la sostenibilidad de los resultados.

Adicionalmente, se sugiere fortalecer la capacitación continua del personal operativo y de supervisión, así como actualizar periódicamente los parámetros del modelo con base en datos reales. Finalmente, se recomienda considerar este proyecto como punto de partida para futuras iniciativas de mejora y optimización dentro del área de operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Antony, J., Gijo, E. V., & Childe, S. J. (2012). Case study in Six Sigma methodology: Manufacturing quality improvement and guidance for managers. *Production Planning & Control*, 23(8), 624–640. <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.576404>

Ballou, R. H. (2020). *Logística empresarial: planeación, organización y control de la cadena de suministro*. Pearson.

Bhargava, M., Bhardwaj, A., & Rathore, A. P. S. (2010). Six Sigma methodology utilization in telecom sector for quality improvement – A DMAIC process. *International Journal of Business and Management*, 5(1), 204–210. <https://www.researchgate.net/publication/50384415>

Botti, L., Mora, C., & Regattieri, A. (2017). Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line. *Computers & Industrial Engineering*, 111, 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.05.011>

Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2021). *Operations management for competitive advantage* (13th ed.). McGraw-Hill.

Darwinsyah, M. T. (2023). *Performance analysis of fiber optic cable attenuation using the Six Sigma DMAIC method*. Academia.edu. [https://www.academia.edu/104285380/Performance Analysis of Fiber Optic Cable Attenuation Using the Six Sigma DMAIC Method](https://www.academia.edu/104285380/Performance_Analysis_of_Fiber_Optic_Cable_Attenuation_Using_the_Six_Sigma_DMAIC_Method)

De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604–614. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.035>

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2020). *Introduction to operations research* (11th ed.). McGraw-Hill.

ISO. (2020). *ISO 9001:2015 – Sistemas de gestión de la calidad*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>

Organización Internacional de Normalización (ISO). (2020). *ISO 9001:2015 – Sistemas de gestión de la calidad*. ISO. <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>

Realyvásquez-Vargas, A., García-Alcaraz, J. L., Hernández-Escobedo, G., Arredondo-Soto, K. C., García-Ortíz, J. E., Blanco-Fernández, J., & Jiménez-Macías, E. (2021). The DMAIC methodology as a tool for process improvement: The case of a Mexican manufacturing company. In J. L. García-Alcaraz, A. Realyvásquez-Vargas, & E. Z-Flores (Eds.), *Trends in industrial engineering applications to manufacturing process* (pp. 335–364). Springer. [The DMAIC Methodology as a Tool for Process Improvement: The Case of a Mexican Manufacturing Company | Springer Nature Link](#)

Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL). (2021). *Informe anual de calidad de servicios de telecomunicaciones en Costa Rica*. SUTEL. <https://sutel.go.cr/informes>

Ticona Gregorio, H. I. (2022). Aplicación de Lean Six Sigma para mejorar el subproceso de reparación de averías en enlaces de comunicaciones. *Industrial Data*, 25(1), 205–228. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://doi.org/10.15381/idata.v25i1.22194>

Yan, L. (2022). Quality of service improvement in fiber-wireless networks using a fuzzy-based nature-inspired algorithm. *Photonic Network Communications*, 43(1), 45–60. <https://doi.org/10.1007/s11107-022-00982-y>

APÉNDICES

Apéndice 1.

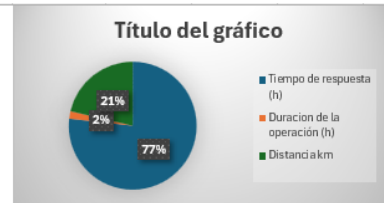
ID	Tipo	Zona	Tiempo de respuesta (h)	Duración de la operación (h)	Distancia km
	Incidencia	Car. Sur	64	2	20
	Incidencia	Car. Sur	69	2	20
	Instalación	Car. Sur	73	1	19
	Instalación	Car. Sur	73	2	20
	Incidencia	Car. Sur	80	1	20
	Incidencia	Car. Sur	69	2,5	20
	Incidencia	GAM	62	1	11
	Instalación	GAM	75	2,5	10
	Instalación	GAM	70	1,5	8
	Incidencia	GAM	71	2	14
	Incidencia	GAM	72	2	11
	Incidencia	GAM	69	1	17
	Incidencia	GAM	74	2	16
	Incidencia	GAM	67	1	19
	Incidencia	Pac. Sur	73	2	18
	Instalación	Pac. Sur	76	2	20
	Incidencia	Pac. Sur	77	2,5	19
	Incidencia	Pac. Sur	75	2	19
	Instalación	Pac. Sur	68	2	19
	Incidencia	Pac. Sur	75	2,5	20
Total	1432		36,5	Total	340
Tiempo promedio	71,6		1,8	Distancia Promedio	17

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.

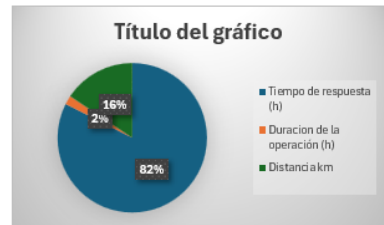
Zona	Tiempo de respuesta (h)	Duración de la operación (h)	Distancia km
Car. Sur	64	2	20
Car. Sur	69	2	20
Car. Sur	73	1	19
Car. Sur	73	2	20
Car. Sur	80	1	20
Car. Sur	69	2,5	20
Total	428	11	119
Promedio	71	1,8	20

Tiempo de respuesta (h)	Duración de la operación (h)	Distancia km
71	1,8	20



GAM	62	1	11
GAM	75	2,5	10
GAM	70	1,5	8
GAM	71	2	14
GAM	72	2	11
GAM	69	1	17
GAM	74	2	16
GAM	67	1	19
Total	560	13	106
Promedio	70	1,6	13

Tiempo de respuesta (h)	Duración de la operación (h)	Distancia km
70	1,6	13



Pac. Sur	73	2	18
Pac. Sur	76	2	20
Pac. Sur	77	2,5	19
Pac. Sur	75	2	19
Pac. Sur	68	2	19
Pac. Sur	75	2,5	20
Total	115	13	115
Promedio	19	2,2	19

Tiempo de respuesta (h)	Duración de la operación (h)	Distancia km
19	2,2	19



Fuente: Elaboración propia.

GLOSARIO

Avería

Evento técnico no planificado que afecta total o parcialmente el servicio de fibra óptica del cliente y que requiere atención correctiva por parte de una cuadrilla técnica. En el proyecto, las averías se consideran eventos prioritarios dentro de la programación operativa.

Backlog

Conjunto de solicitudes o eventos operativos pendientes de atención que no pudieron ser asignados dentro de la capacidad diaria disponible de las cuadrillas técnicas, y que se ordenan según criterios de prioridad definidos.

Capacidad operativa

Cantidad máxima de eventos que una cuadrilla técnica puede atender dentro de una jornada laboral, considerando el tiempo disponible, la duración de las intervenciones y los tiempos de desplazamiento.

Cuadrilla técnica

Equipo de trabajo conformado por uno o más técnicos especializados en instalaciones y reparación de servicios de fibra óptica, responsables de la atención de eventos operativos en campo.

Evento operativo

Unidad de trabajo asignada a una cuadrilla técnica, que puede corresponder a una avería o a una instalación, y que posee una duración estimada y un nivel de prioridad definido.

Gestión de operaciones

Disciplina de la ingeniería industrial orientada a la planificación, organización y control de recursos para la prestación eficiente de bienes y servicios.

Indicador clave de desempeño (KPI)

Métrica utilizada para evaluar el desempeño de un proceso o actividad en relación con objetivos previamente establecidos, tales como productividad diaria, cumplimiento del SLA o backlog operativo.

Instalación

Evento operativo planificado que consiste en la habilitación de un nuevo servicio de fibra óptica para un cliente, clasificado como de menor prioridad respecto a las averías.

Jornada laboral

Periodo de tiempo diario durante el cual una cuadrilla técnica se encuentra disponible para la atención de eventos operativos, considerando pausas establecidas y tiempos no productivos.

Lean Six Sigma

Enfoque de mejora continua que integra principios de Lean y Six Sigma con el objetivo de reducir desperdicios, minimizar la variabilidad y mejorar el desempeño de los procesos (Ticona Gregorio, 2022).

Ordenamiento geográfico

Criterio de programación operativa que agrupa eventos en función de su cercanía

territorial, con el propósito de reducir los tiempos de desplazamiento entre intervenciones consecutivas.

Productividad operativa

Relación entre la cantidad de eventos atendidos y los recursos utilizados, medida generalmente en eventos atendidos por cuadrilla por día.

Sistema de Asignación y Optimización Prioritaria (SAOP)

Metodología desarrollada en el proyecto para planificar, asignar y calendarizar eventos operativos de acuerdo con su prioridad, duración estimada y capacidad real de las cuadrillas técnicas.

SLA (Service Level Agreement)

Acuerdo de nivel de servicio que define los tiempos máximos de respuesta y atención comprometidos con el cliente para la resolución de averías o la ejecución de instalaciones.

Tiempo de desplazamiento

Periodo requerido para que una cuadrilla técnica se traslade desde su punto de origen o entre eventos consecutivos, considerado dentro del análisis de capacidad diaria.

Tiempo de respuesta

Intervalo transcurrido entre la generación de una solicitud de servicio y el inicio efectivo de su atención por parte de una cuadrilla técnica.

ANEXOS

Anexo 1.

Promedio de SLA				
Zona	Enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025	Abril 2025
CARIBE	4	3	4	3
GAM	4	4	3	5
PACÍFICO	3	6	4	7

Zona	Enero 2025		Febrero 2025		Marzo 2025		Abril 2025	
	Tiquetes	MRR	Tiquetes	MRR	Cuenta de TKT #	Suma de MRR	Cuenta de TKT #	Suma de MRR
CARIBE	88	\$5,674.00	73	\$4,714.42	68	\$4,196.55	62	\$3,953.70
GAM	35	\$1,669.81	36	\$2,082.22	37	\$1,817.16	34	\$1,814.61
PACÍFICO	49	\$3,490.01	44	\$3,283.95	52	\$3,518.10	56	\$3,894.26
Grand Total	172	\$10,833.82	153	\$10,080.58	157	\$9,531.81	152	\$9,662.57

Zona	2024		2025	
	Tiquetes	MRR	Tiquetes	MRR
CARIBE	350	\$24,343.96	291	\$18,538.66
GAM	145	\$7,638.65	142	\$7,383.80
PACÍFICO	220	\$15,507.93	201	\$14,186.33
Total general	715	\$47,490.54	634	\$40,108.79

2-may

	Cuadrillas Proyectadas	Averías	B.L Instalaciones	B.L Pending Other Service	SLA Proyectado Averia	SLA Proyectado Intalaciones	SLA Proyectado Pending Other Service
GAM	1	4	2	5	4 Días	5 Días	5 Días
CARIBE	1	2	3	7	4 Días	7 Días	7 Días
PACÍFICO	1	13	1	2	6 Días	7 Días	7 Días
TOTAL	3	19	6	14			

Fuente: Fibra en Casa.

Anexo 2.

Cuenta de TKT #	Etiquetas de columna				
Etiquetas de fila	Cuadrilla FEC 01	Cuadrilla FEC 02	Cuadrilla FEC 03	Total general	
<1/6/2025	3	7	4	14	
1/6/2025 - 1/12/2025	8	15	10	33	
1/13/2025 - 1/19/2025	20	24	10	54	
1/20/2025 - 1/26/2025	11	24	22	57	
1/27/2025 - 2/2/2025	16	34	11	61	
2/3/2025 - 2/9/2025	15	26	16	57	
2/10/2025 - 2/16/2025	12	21	5	38	
2/17/2025 - 2/23/2025	15	19	13	47	
2/24/2025 - 3/2/2025	16	25	10	51	
3/3/2025 - 3/9/2025	17	21	14	52	
3/10/2025 - 3/16/2025	16	19	16	51	
3/17/2025 - 3/23/2025	12	15	13	40	
3/24/2025 - 3/30/2025	10	27	17	54	
3/31/2025 - 4/6/2025	12	20	9	41	
4/7/2025 - 4/13/2025	8	21	9	38	
4/14/2025 - 4/20/2025	13	15	10	38	
4/21/2025 - 4/27/2025	13	21	29	63	
4/28/2025 - 5/4/2025	14	12	7	33	
5/5/2025 - 5/11/2025	7	13	8	28	
5/12/2025 - 5/18/2025	16	21	11	48	
5/19/2025 - 5/25/2025	13	21	17	51	
5/26/2025 - 6/1/2025	15	11	12	38	
6/2/2025 - 6/8/2025	19	24	14	57	
6/9/2025 - 6/15/2025	14	22	30	66	
6/16/2025 - 6/22/2025	12	19	30	61	
6/23/2025 - 6/29/2025	16	36	18	70	
6/30/2025 - 7/6/2025	20	17	22	59	
7/7/2025 - 7/13/2025	8	18	36	62	

Fuente: Fibra en Casa.

Anexo 3.

ID	Tipo	Zona	Tiempo de respuesta (h)	SLA óptimo	Duración de la operación (h)	SLA breach	Distancia km
1	Incidencia	GAM	62	48	2	Sí	11
2	Incidencia	Car. Sur	64	48	2	Sí	20
3	Instalación	GAM	75	48	1	Sí	10
4	Incidencia	Pac. Sur	73	48	2	Sí	18
5	Instalación	Pac. Sur	76	48	1	Sí	20
6	Incidencia	Car. Sur	69	48	2,5	Sí	20
7	Instalación	GAM	70	48	1	Sí	8
8	Incidencia	Pac. Sur	77	48	2,5	Sí	19
9	Instalación	Car. Sur	73	48	1,5	Sí	19
10	Incidencia	GAM	71	48	2	Sí	14
11	Incidencia	GAM	72	48	2	Sí	11
12	Instalación	Car. Sur	73	48	1	Sí	20
13	Incidencia	Pac. Sur	75	48	2	Sí	19
14	Instalación	Pac. Sur	68	48	1	Sí	19
15	Incidencia	GAM	69	48	2	Sí	17
16	Incidencia	GAM	74	48	2	Sí	16
17	Incidencia	Car. Sur	80	48	2,5	Sí	20
18	Incidencia	Car. Sur	69	48	2	Sí	20
19	Incidencia	GAM	67	48	2	Sí	19
20	Incidencia	Pac. Sur	75	48	2,5	Sí	20

Fuente: Fibra en Casa.

CARTA DEL TUTOR

San José, 05 de Febrero del 2026

**Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación.
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante ALDRICH DANIEL FONSECA MOREIRA, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN OPERATIVA DE CUADRILLAS TÉCNICAS PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA DE FIBRA EN CASA.", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	17%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	15%
	TOTAL		84%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Manuel Méndez Flores IPI18-990

**MANUEL
ALEJANDRO
MENDEZ
FLORES
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por
MANUEL
ALEJANDRO
MENDEZ FLORES
(FIRMA)
Fecha: 2026.02.05
08:09:21 -06'00'

DECLARACIÓN JURADA

Yo Aldrich Fonseca Moreira, mayor de
edad, portador de la cédula de identidad
número 208550799 egresado de la carrera de
Ingeniería Industrial de
la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente
apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código
Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi
trabajo de tesis para optar por el título de
Bachillerato, juro solemnemente que
mi trabajo de investigación titulado: PROPUESTA DE MEJORA
EN LA GESTIÓN OPERATIVA DE CUADRILLAS TÉCNICAS PARA LA
REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA DE FIBRA EN CASA DURANTE EL
SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2025.

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como
la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982
y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982;
incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un
autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos,
que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en
perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se
reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo
anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 9 días del mes de
febrero del año dos mil veintiséis.

Aldrich F.M

208550799

Firma del estudiante

Cédula

CARTA DE LECTOR

San José,

Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial

Estimados señores

El estudiante **ALDRICH DANIEL FONSECA MOREIRA**, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN OPERATIVA DE CUADRILLAS TÉCNICAS PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA DE FIBRA EN CASA DURANTE EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2025**", el cual ha elaborado para obtener su grado de **BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

He revisado las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo referente a la coherencia entre el marco teórico, análisis de datos, y la consistencia, así como, las conclusiones, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación.

Por lo tanto, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

MIGUEL
EDUARDO
RODRIGUEZ
ACOSTA (FIRMA)



Firmado digitalmente
por MIGUEL EDUARDO
RODRIGUEZ ACOSTA
(FIRMA)
Fecha: 2026.03.23
21:49:38 -06'00'

Ing. Miguel Rodríguez Acosta
109820603
II-31581 CFIA

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, _____ 30/ 03/ 2026 _____

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Aldrich Fonseca Moreira _____ con número de identificación 208550799 autor (a) del trabajo de graduación titulado PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN OPERATIVA DE CUADRILLAS TÉCNICAS PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA DE FIBRA EN CASA DURANTE EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2025 presentado y aprobado en el año 2026 como requisito para optar por el título de bachillerato; (SI / NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Aldrich F.M
Firma y Documento de Identidad

