

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD PARA EL PROCESO
DE INSTALACIÓN ENLACES DE ÚLTIMA
MILLA INALÁMBRICA EMPRESARIAL EN
EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
DE AB TECNOLOGIA EN GOICOECHEA,
SAN JOSÉ, EN EL PERIODO DE ENERO
A MAYO DEL AÑO 2022

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

ESTUDIANTE: GABRIEL RODRÍGUEZ PADILLA

TUTOR: ING NAHUM MONTIEL SALAS

SAN JOSE, 2022

DECLARACIÓN JURADA

Yo Gabriel Francisco Rodríguez Padilla, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1330-0106 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 en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Propuesta de mejoramiento de la productividad para el proceso de instalación enlaces de última milla inalámbrica empresarial en el departamento de operaciones de AB Tecnología en Goicoechea, San José, en el periodo de enero a mayo del año 2022, 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 once días del mes de enero del año dos mil veintitres.



Firma del estudiante

Cédula 1-1330-0106

CARTA DEL TUTOR

Registro
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores

El estudiante Gabriel Rodríguez Padilla, cédula número 1-1330-0106, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación el trabajo de investigación denominado: **“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD PARA EL PROCESO DE INSTALACIÓN ENLACES DE ÚLTIMA MILLA INALÁMBRICA EMPRESARIAL EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES DE AB TECNOLOGIA EN GOICOECHEA, SAN JOSÉ, EN EL PERIODO DE ENERO A MAYO DEL AÑO 2022.”** el cual ha elaborado para optar por el grado académico de licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, eh 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.	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	10%
B.	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
C.	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	30%
D.	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
E.	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20%
	TOTAL	100%	98%

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

Atentamente:

NAHUM
MONTIEL
SALAS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por NAHUM MONTIEL
SALAS (FIRMA)
Fecha: 2022.09.02
14:10:46 -06'00'

Ing. Nahum Montiel Salas MBA.

Cédula: 3030980713

CARTA LECTOR

San José, 11 de enero de 2023

Señores
Servicios estudiantiles
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

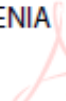
El estudiante Gabriel Francisco Rodríguez Padilla, cédula de identidad 1-1330-0106, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: Propuesta de mejoramiento de la productividad para el proceso de instalación enlaces de última milla inalámbrica empresarial en el departamento de operaciones de AB Tecnología en Goicoechea, San José, en el periodo de enero a mayo del año 2022, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

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

Atentamente,

SEIDY YESENIA SALAZAR
GUZMAN



Firmado digitalmente por
SEIDY YESENIA SALAZAR
GUZMAN
Fecha: 2023.01.11 20:42:25
-06'00'

Ing. Yesenia Salazar Guzmán, MBA, MGP.

Cédula identidad: 6-0354-0437.

Camé Colegio Profesional IPI-24137

Carta de autorización para licencia de TFG final

**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, 1 de febrero de 2023

Señores:

Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Gabriel Rodríguez Padilla con número de identificación 1-1330-0106 autor (a) del trabajo de graduación titulado " PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD PARA EL PROCESO DE INSTALACIÓN ENLACES DE ÚLTIMA MILLA INALÁMBRICA EMPRESARIAL EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES DE AB TECNOLOGIA EN GOICOECHEA, SAN JOSÉ, EN EL PERIODO DE ENERO A MAYO DEL AÑO 2022" presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Industrial Si 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,



1-1330-0106
Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

DEDICATORIA

Este proyecto de graduación se lo dedico a Yoselyn Hutchison que siempre me alentó para poder concluir, a nuestro bebe Sebastián que viene en camino y a mi mamá que me acompañó desde el primer día de clases.

Dedicatoria especial a mi papá que me enseñó que lo peor que te puede pasar en la vida es ser amputado, pero amputado de espíritu.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por acompañarme en este proceso y enseñarme que su plan es perfecto en tiempo y forma. Quiero agradecerle también a mi tutor Nahum Montiel por el apoyo incondicional brindado y guiarme en el desarrollo del proyecto.

Quiero externar mi agradecimiento a mis papás, hermanos y amigos, que me apoyaron y motivaron para concluir esta etapa de mi carrera profesional.

Un especial agradecimiento a Yoselyn Hutchison que es mi compañera de viaje, que me apoyó en todo el proceso del proyecto y está conmigo motivándome para que mis sueños se hagan realidad.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS	xiv
ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
Capítulo I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	2
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.3.1 Idea del problema.....	7
1.3.2 Definición del problema	8
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	9
1.5 OBJETIVOS.....	10
1.5.1 Objetivo general	10
1.5.2 Objetivos específicos.....	10
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	11
1.6.1 Alcances.....	11
1.6.2 Limitaciones	11
Capítulo II: MARCO TEÓRICO	12

2.1	MARCO CONCEPTUAL GENERAL REALATIVO A LA CARRERA.....	13
2.1.1	Ingeniería Industrial.....	13
2.1.2	Productividad.....	13
2.1.3	Mejora continua.....	14
2.1.4	Calidad	15
2.1.5	Medición de la productividad	15
2.1.6	Tiempo estándar.....	16
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	17
2.2.1	DMAIC.....	17
2.2.1.1	Definir:	19
2.2.1.1.1	Diagrama de SIPOC	19
2.2.1.1.2	Diagrama de flujo.....	20
2.2.1.1.3	Análisis de partes interesadas	20
2.2.1.2	Medir.....	21
2.2.1.2.1	Recolección de datos.....	21
2.2.1.3	Analizar.....	22
2.2.1.3.1	Brainstorming	22
2.2.1.3.2	Diagrama de Pareto.....	23
2.2.1.3.3	Diagrama de Ishikawa	23
2.2.1.4	Mejorar.....	24
2.2.1.4.1	Smart Plan.....	24
2.2.1.5	Controlar	26

2.2.1.5.1	Indicadores de desempeño o KPIs	26
2.2.1.5.2	Daily Scrum	27
2.2.1.5.3	Matriz RACI	27
2.2.1.5.4	Diagrama de Gantt	28
2.3	MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	28
2.4	ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.....	29
Capítulo III:	MARCO METODOLÓGICO.....	31
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	32
3.2	METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	34
3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	36
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	37
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	39
Capítulo IV:	LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.....	41
4.1	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	42
4.1.2	Descripción del proceso	43
4.2	MEDICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	52
4.3	ANÁLISIS DE LAS CAUSAS	57
Capítulo V:	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	64

5.1	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	65
5.2	PROPUESTA DE MEJORA.....	67
5.2.1	Mejora en coordinación	67
5.2.2	Mejora de temas climatológicos	68
5.2.3	Mejora de configuración de equipos.....	70
5.2.4	Mejora en la estandarización de los procesos.....	71
5.2.5	Mejora en el proceso de reabastecimiento	72
5.2.6	Mejoras en el manejo de la flotilla vehicular.	73
5.3	SMART PLAN.....	74
5.4	Análisis costo/beneficio	78
5.4.1	Costo mejoras propuestas	79
5.4.2	Beneficio proyectado.....	86
5.5	Resultados parciales.....	89
5.6	Control de implementación	93
Capítulo VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		97
6.1	Conclusiones.....	98
6.1.1	Conclusiones del primer objetivo.	98
6.1.2	Conclusiones del segundo objetivo.....	98
6.1.3	Conclusiones del tercer objetivo.	99
6.2	Recomendaciones	99
Referencias bibliográficas		101
Anexos.....		104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa AB Tecnología.	6
Figura 2. Producción/Demanda.....	8
<i>Figura 3. Ciclo DMAIC.....</i>	<i>18</i>
Figura 4. Metodología Smart.....	25
Figura 5. Metodología para identificar el problema	33
Figura 6. Metodología para la medición y respaldo cualitativo	35
Figura 7. Metodología para la propuesta de mejora.....	37
Figura 8. Metodología para la implementación del proyecto	38
Figura 9. Metodología para el control y seguimiento de resultados	40
Figura 10 Diagrama de SIPOC	43
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso.....	45
Figura 12. Instalación Torre.	48
Figura 13. Instalación Cliente.....	49
Figura 14. Alineación Antenas.	50
Figura 15. Instalaciones procesadas.....	54
Figura 16. Diagrama de Ishikawa.....	61
Figura 17. Diagrama de Pareto.....	63
Figura 18. SMART Plan	75
Figura 19. Costos semestral mejoras.....	86
Figura 20. Gráfico Costo/Beneficio.....	89
Figura 21. Promedio Horas Extras	92
Figura 22. Tareas diagrama de Gantt	94
Figura 23. Diagrama de Gantt.....	95
Figura 24. Matriz RACI.....	96

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1. Análisis de Partes Interesadas.....	44
Tabla 2. Producción actual.....	53
Tabla 3. Producción por cuadrilla.....	55
Tabla 4. Duración de tareas.....	56
Tabla 5. Frecuencia de causas.....	62
Tabla 6. Propuestas planteadas.....	65
Tabla 7. Monto sin percibir.....	78
Tabla 8. Mejora coordinación.....	79
Tabla 9. Mejora efectos climatológicos.....	80
Tabla 10. Plan de capacitación.....	81
Tabla 11. Plan preconfiguración de enlaces.....	82
Tabla 12. Mejora estandarización de procesos.....	83
Tabla 13. Mejora control por GPS.....	84
Tabla 14. Costos segundo semestre.....	85
Tabla 15. Diferencia mensual proyectada.....	87
Tabla 16. Costo/Beneficio Semestral.....	88
Tabla 17. Producción julio.....	90
Tabla 18. Producción por cuadrilla julio.....	91

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).
ISP	Internet Service Provider (Proveedor de Servicios de Internet).
PM	Project Manager (Gestor de Proyecto).
SMART	Specific, Measurable, Attainable Relevant, Timely (Específico, Medible, Alcanzable, Relevante y Temporal)
SLA	Service Level Agreement (Acuerdo de Nivel de Servicio).
ERP	Enterprise Resource Planning (Planificación de Recursos Empresariales).
VLAN	Virtual Local Area Networks (Redes Virtuales de Área Local)
STP	Shielded Twisted Pair (Par Trenzado Apantallado)
RACI	Responsible, Accountable, Consulted, Informed (Responsable, Aprobador, Consultado, Informado)

RESUMEN EJECUTIVO

Rodriguez P. Gabriel (2022) Propuesta de mejoramiento de la productividad para el proceso de instalación enlaces de última milla inalámbrica empresarial en el departamento de operaciones de AB Tecnología en Goicoechea, San José, en el periodo de enero a mayo del año 2022. Universidad Hispanoamérica setiembre 2022

El departamento de Operaciones de AB Tecnología, específicamente para los contratos vigentes de instalaciones de última milla inalámbrica empresarial para dos ISP, durante los primeros cinco meses del año no logró cumplir con la demanda de servicios a instalar y esto le genera posibles problemas en cuanto los niveles de servicio pactado, además de dinero que la compañía deja de percibir.

Este estudio se basó en identificar las causas raíz por las cuales no se estaba cumpliendo con la demanda y realizar las propuestas requeridas para mejorar la productividad de la compañía y poder cumplir con los contratos firmados.

Se utilizó la metodología DMAIC realizar esta investigación y con ello procurar el éxito en el cumplimiento de los objetivos planteados. Se aplicaron varias herramientas ingenieriles que facilitaron la identificación del problema, la medición de los procesos, el análisis de las causas, así como la implementación y control de las mejoras propuestas.

Se concluyó que con las mejoras planteadas se logró cumplir con la demanda solicitada y el seguimiento de estas estrategias podría generar mayores beneficios a corto y largo plazo. Parte fundamental de estas

conclusiones se lograron gracias a un análisis costo/beneficio que evidenció un aumento importante en los ingresos y por ende las utilidades proyectadas para este año. A mediano plazo también se concluyó que si se realiza el seguimiento adecuado de estas mejoras podría proyectarse una disminución importante el monto que devenga la compañía por el concepto de horas extras.

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Según el informe de estadísticas del sector telecomunicaciones del año 2021, emitido por la Superintendencia de Telecomunicaciones de Costa Rica, la cantidad de suscripciones totales de acceso de internet fijo inalámbrico fue de 5670. Este tipo de conexiones ha mantenido una tendencia de estabilidad desde el año 2018 a la fecha.

Los proveedores de servicios de internet o ISP según sus siglas en inglés tienen dentro de sus ofertas de servicios las conexiones de internet inalámbrico empresarial, las cuales se utilizan de manera recurrente por las compañías como su internet primario sobre todo en casos donde la disponibilidad de fibra óptica es escasa o altamente costosa la construcción desde el nodo hasta el cliente final. Adicional a ello, este tipo de conexiones se utilizan también para servicios de internet secundario, dando redundancia a la conexión principal en caso de fallas de la fibra óptica.

En el año 2007 en Costa Rica se aprobó la apertura del mercado de las telecomunicaciones donde iniciaron operaciones formalmente varias multinacionales desplegando la infraestructura necesaria para brindar los diferentes servicios que para el año 2021 generaron ingresos por 728 269 millones de colones. AB Tecnología desde el año 2011 ha firmado contratos con varios ISP en la construcción, mantenimiento y soporte de conexiones de última milla inalámbrica empresarial.

La siguiente investigación se realizó en el departamento de operaciones de AB Tecnología, específicamente en los contratos de instalación de enlaces de última milla inalámbrica para dos importantes proveedores de servicios de internet en Costa Rica.

La compañía en el último año debido a un aumento de las solicitudes de instalación de nuevos clientes ha tenido dificultades para cumplir con la demanda creciente. Las instalaciones que no se logran instalar en el mes, los ISP se las reasignan a otros proveedores por lo que son ingresos que se dejan de percibir.

Se realizó un análisis de la situación actual que permitió entender cómo la compañía realizaba sus procesos y determinar cuáles eran las causas raíz que afectaban mayoritariamente el no cumplimiento de las demandas mensuales de instalaciones.

Las propuestas de mejora de las causas encontradas se realizaron para optimizar los tiempos de instalación de los enlaces para así lograr implementar un cliente por día por cada una de las cuadrillas de trabajo. Estas propuestas de aumento de productividad también generan ahorros mensuales en la reducción de pagos de horas extras.

Para la implementación de las propuestas se desarrolló una SMART Plan para garantizar la aplicación de cada una de las tareas de las mejoras y darle trazabilidad del avance del plan de acción.

Se realizó un análisis costo/beneficio que justifica financieramente el proyecto planteado y que traerá en corto plazo mejoras sustanciales en la productividad de la compañía.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

AB Tecnología es un integrador y dealer de soluciones de TI, enfocada en toda la infraestructura de tecnologías de información, desde las conexiones

pasivas hasta las soluciones de red activa para todos los usos, brindan opciones de redes avanzadas de telecomunicaciones de grado Carrier a Small Business, ofreciendo alternativas innovadoras con un fuerte enfoque en soluciones integrales que generan valor para los clientes.

La compañía se constituyó en Costa Rica en el año 1990 ofreciendo soluciones de infraestructura a las redes analógicas de aquellos años y es gracias a la visión de sus fundadores que ha ido incursionando en diferentes soluciones y tecnologías con el paso del tiempo hasta convertirse hoy en una compañía referente en el mercado nacional. Parte importante del éxito de AB Tecnología se debe al amplio portafolio de soluciones de última generación que ofrece a los diferentes clientes, los cuales se nombrarán a continuación:

- Servicios Ethernet de negocios.
- Backhaul para servicios móviles.
- Soluciones de hardware.
- Servicios de redes en la nube.
- Soluciones activas de Switching, routing y GPON.
- Cableado de redes óptico y de cobre.
- Sistemas de seguridad electrónica IP.
- Ciber seguridad.
- Infraestructura de redes inalámbricas.
- Soporte de todas las soluciones brindadas.

Esta amplia oferta de productos se extiende desde el borde de la red, el núcleo y el borde de la nube, ofrece una solución modular y completa para todo el ciclo de vida de la implementación de redes, desde la planificación hasta la gestión, supervisión y mantenimiento de servicios Ethernet y de TI.

La visión de la compañía es ser la empresa referente en gestión de proyectos de servicios tecnológicos en Latinoamérica, contribuyendo al éxito de nuestros clientes y colaboradores, convirtiéndonos en socios estratégicos basados en la excelencia de nuestros servicios.

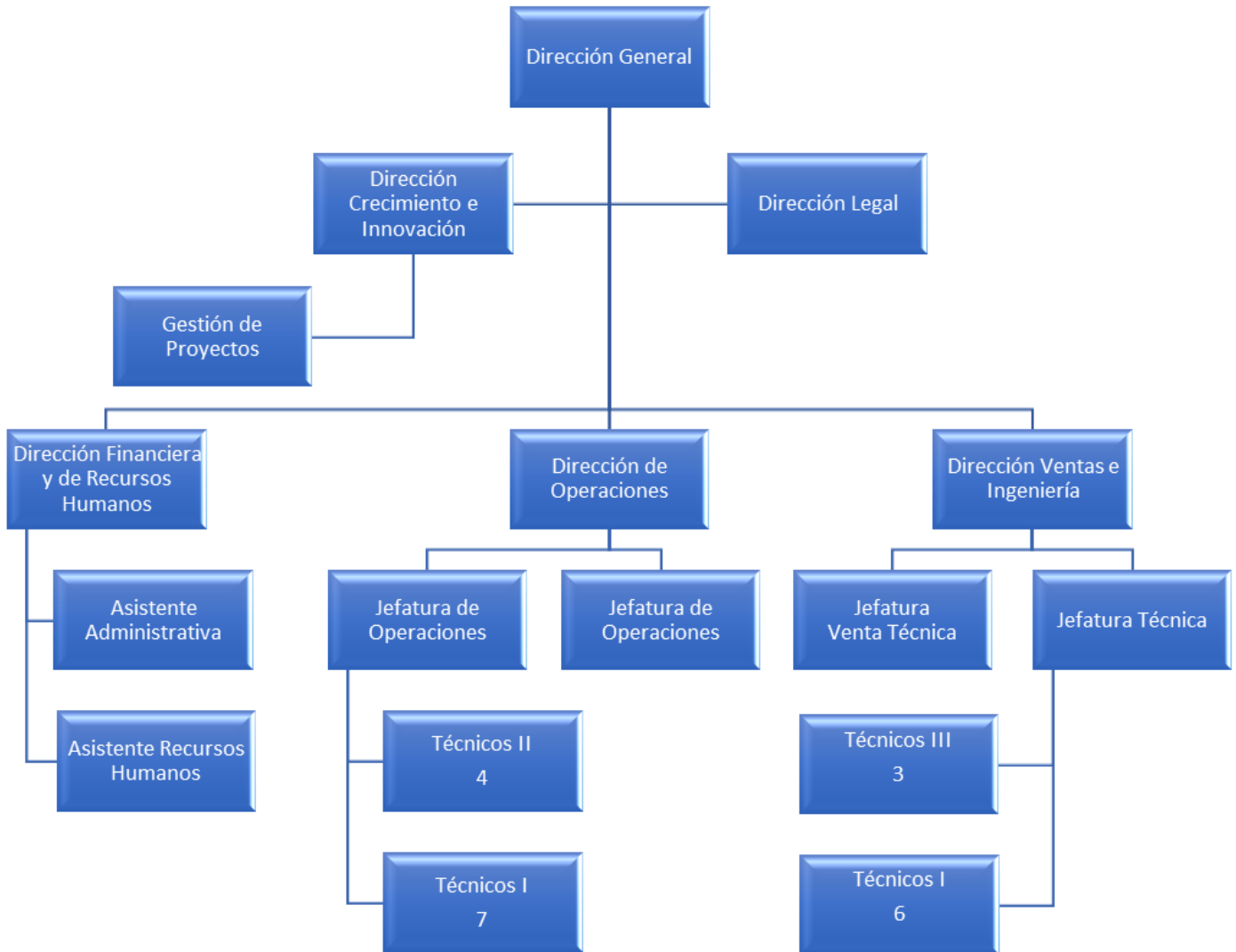
La misión de AB Tecnología es integrar soluciones tecnológicas de alta calidad y desempeño a nuestros clientes, para facilitar y mejorar su giro de negocio, conectando lo desconectado y creando relaciones comerciales de largo plazo.

Fuente: Brochure AB Tecnología, marzo 2021

La compañía en los últimos 10 años ha desarrollado negocios en varios países de Latinoamérica como lo son: Panamá, Honduras, Nicaragua, Guatemala y Perú.

En el año 2021, la compañía inicia operaciones formalmente en Guatemala donde cuenta con estructura en crecimiento, para atender contratos de clientes regionales en busca abrir nuevos negocios en el mercado guatemalteco y centroamericano en general. Entre ambas operaciones la compañía cuenta con más de 40 colaboradores en las áreas administrativa, financiera y de operaciones.

Figura 1. Organigrama de la empresa AB Tecnología.



Fuente: (AB Tecnología 2022)

Para efectos de esta investigación el área donde se realizará el análisis es en el área de operaciones, específicamente para los contratos de instalación de enlaces de última milla inalámbrica que sostiene actualmente la compañía con varios Proveedores de Servicios de Internet en Costa Rica.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 Idea del problema

Las PYMES costarricenses destacadas en el mercado de las telecomunicaciones ya sea en el área de infraestructura o en el área de servicios deben acoplarse a las diferentes exigencias que los grandes ISP (comúnmente grandes multinacionales), le plantean a la hora de firmar los diferentes contratos de servicios. El tema del cumplimiento de los SLA's se vuelve un tema complejo cuando la demanda de los servicios crece y estas pequeñas empresas con estructuras menos robustas deben encontrar las estrategias para poder alcanzar los diferentes objetivos planteados.

La compañía AB Tecnología tiene contratos de implementación de soluciones de TI con diferentes clientes por lo que todos los equipos de trabajo están asignados según los proyectos y la planificación que realiza el departamento de operaciones. Por tanto, la capacidad instalada en este punto se encuentra al máximo.

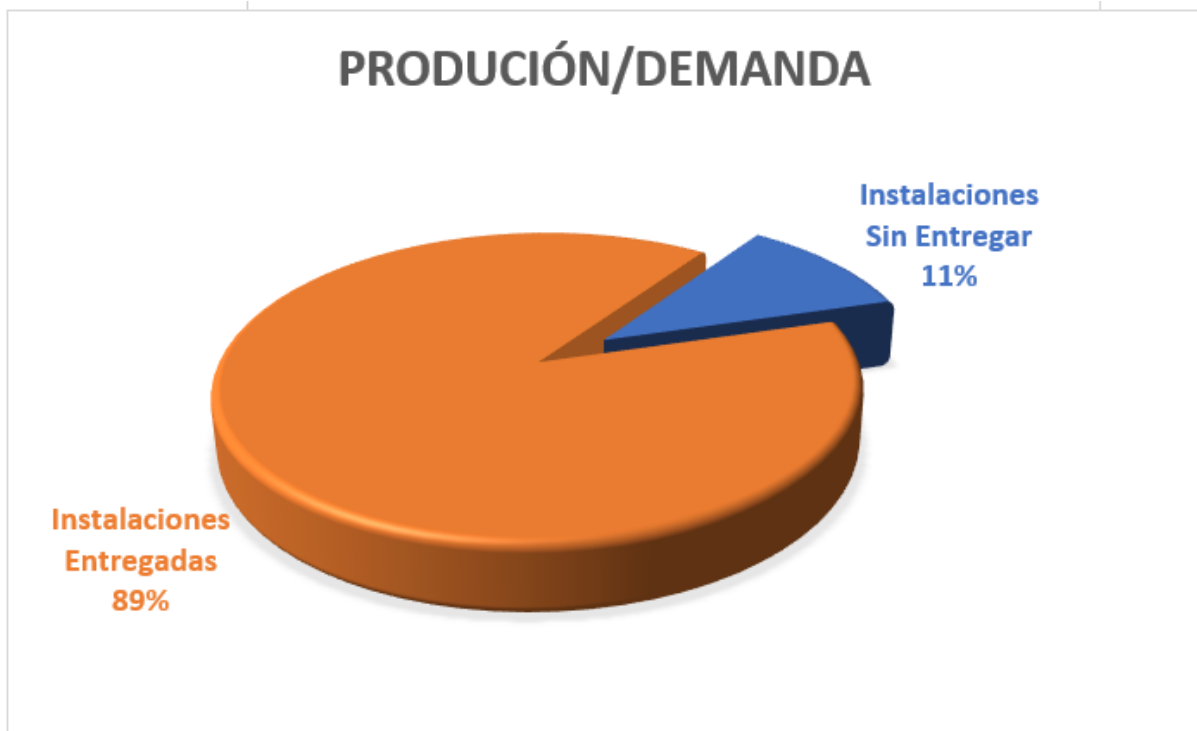
El proceso de instalación de enlaces de última milla inalámbrica en la compañía tiene muchas oportunidades de mejora tanto en la implementación como en la planificación que le imposibilitan cumplir con las metas de producción propuestas según los contratos firmados con los clientes.

1.3.2 Definición del problema

Para los contratos con los Proveedores de Servicios de Internet la compañía tiene el compromiso de instalación de 40 clientes por mes, los cuales comúnmente no cumplen con el tiempo de entrega. Los meses en los que se ha logrado cumplir con la demanda, el departamento de operaciones ha realizado esfuerzos extraordinarios en cuanto a horas extras para llegar a la meta propuesta.

El no cumplimiento de la demanda afecta los temas contractuales en cuanto a los SLA's firmados con los clientes lo que podría provocar penalidades de la facturación mensual, generar una mala imagen en el mercado y la ruptura de los contratos por incumplimiento de compromisos.

Figura 2. Producción/Demanda



Fuente: Elaboración propia 2022

Las gerencias de la empresa determinaron que estos proyectos de instalación de enlaces de última milla inalámbrica son el proceso crítico en el cual la compañía debe aumentar considerablemente la productividad, ya que se está dejando de percibir aproximadamente un 11% de la facturación propuesta mensual en cuanto a nuevas instalaciones. La compañía debe definir las estrategias necesarias para mejorar el proceso de instalación y planificación de estos proyectos.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La compañía AB Tecnología está buscando abarcar cada vez más el mercado de integradores de soluciones inalámbricas para ISP donde actualmente cuenta con varios clientes de mucho renombre que tienen una parte importante de las conexiones empresariales conectadas por enlaces inalámbricos. La compañía requiere cumplir a cabalidad con todos los requerimientos de sus clientes manteniendo la calidad y buscando aumentar la rentabilidad de sus operaciones.

Esta investigación ayudará a la empresa a mejorar sus procesos productivos para lograr cumplir con los compromisos adquiridos contractualmente con los Proveedores de Servicios de Internet y aumentar la rentabilidad de su negocio con mayores márgenes de ganancia basados en la asignación estratégica de los recursos tanto en los procesos de implementación como de planificación de los proyectos.

Si AB Tecnología no mejora sus procesos productivos en cuanto a la demanda actual se estima que está dejando de percibir anualmente un aproximado de 44,500,896.00 colones.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Realizar una propuesta de mejora para el proceso de instalación de enlaces de la última milla inalámbrica empresarial, basado en la metodología DMAIC, para que la compañía logre un aumento en su producción y cumpla con la demanda de los clientes, generando una mayor rentabilidad en sus operaciones.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Analizar la producción actual de la compañía para el proyecto de instalación de enlaces inalámbricos de los ISP.
2. Desarrollar una propuesta para el cumplimiento de la producción requerida de un promedio de 40 clientes instalados mensualmente.
3. Realizar un análisis de costo/beneficio con respecto al plan propuesto para la compañía.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1 Alcances

Este proyecto se realizará en la compañía AB Tecnología, ubicada en Goicoechea, San José Costa Rica, durante el primer semestre del año 2022, para los servicios de implementación de enlaces de última milla inalámbrica empresarial.

El resultado de esta investigación permitirá a la compañía tener visibilidad de todas las tareas realizadas en el proceso de instalación de enlaces de última milla inalámbrica. Esto les permitirá a las gerencias tomar decisiones y crear procedimientos que sean constantemente evaluados según determinado proyecto o requerimiento de actuales o nuevos clientes.

1.6.2 Limitaciones

Por razones de contratos de confidencialidad firmados no se determinará el nombre real de la compañía donde se realizará la investigación por lo que se nombrará AB Tecnología. Tampoco se detallará el nombre de los clientes los cuales se nombrarán Proveedores de Servicios de Internet o ISP (por sus siglas en inglés).

Capítulo II: MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL REALATIVO A LA CARRERA

El capítulo dos de esta investigación abordara los conceptos propios de Ingeniería Industrial que dan contexto a los factores que influyen en el desarrollo de este proyecto.

2.1.1 Ingeniería Industrial

La Ingeniería Industrial es aquella rama de la ingeniería que se ocupa de la transformación de materias primas o la prestación de servicios con el fin de crear productos o procesos productivos. Esta ingeniería consiste en mejorar los diferentes métodos para lograr esta transformación de manera que se logre maximizar la inversión, la duración, los costos asociados y la calidad.

Las bases de la Ingeniería Industrial se definen en mantener la eficiencia y la eficacia de los procesos para mejorar la productividad. Esta ingeniería estudia diferentes áreas de los procesos productivos tales como: la calidad, la producción, el mantenimiento industrial como los métodos entre otros. (Palacios, 2016)

2.1.2 Productividad

El concepto de productividad es comúnmente reflejado como la relación que existe entre el volumen total de una producción y los recursos necesarios para lograr dicha producción; en otras palabras, es la relación que existe entre las entradas y las salidas de un proceso productivo. También se

expresa como la manera en que se utilizan los factores de una producción durante la fabricación de productos y la prestación de servicios para satisfacer las necesidades de un mercado meta.

Comúnmente cuando se quiere explicar el concepto de productividad, se ejemplifica con algún proceso en el cual interactúan elementos y tareas para obtener algún resultado. Cuando existen mejoras en estos procesos, se traducen en que con menos o los mismos recursos se pueden obtener los mismos o mayores resultados finales respectivamente. (Fontalvo Herrera et al., 2018)

2.1.3 Mejora continua

Kaisen es una filosofía de trabajo que procura una cultura de mejora continua basada en la innovación y en los cambios constantes e incrementales que den resultados más estables y permanentes. Esta filosofía busca que todos los colaboradores adopten una visión innovadora que minimice la resistencia al cambio y busque constantemente más y mejores resultados.

Algunos de los principios fundamentales para lograr desarrollar Kaisen son:

- Buscar como hacer cambios, en lugar de tratar de explicar porque no se deben hacer.
- Las buenas propuestas de mejora se deben aplicar a la brevedad.
- No esperar alcanzar la perfección.

- Encontrar las causas reales a los problemas y plantear soluciones.
- Muchas cabezas piensan mejor que una.
- Todo proceso tiene opción de mejorar.

Para resolver problemas o mejorar procesos no se requieren comúnmente de soluciones costosas o de gran escala. En ocasiones surgen problemas específicos cuya solución consiste en una innovación pequeña y rápida. (Mayoral & Socuéllamos, 2022)

2.1.4 Calidad

La calidad se puede definir de múltiples maneras, ya sea desde una perspectiva más formal o en términos más simples. Una definición de calidad es el grado de cumplimiento de las diferentes características de un objeto según sean sus requisitos. Bajo un concepto más simple la calidad es definida por el grado de aprobación o rechazo de un cliente hacia un producto o servicio, de este modo está interrelacionada con cuáles son las expectativas según las necesidades del cliente, tomando en cuenta los diferentes atributos del producto y su precio. (Gutiérrez Pulido, 2020)

2.1.5 Medición de la productividad

Las empresas como principal razón de ser tienen objetivos económicos que procuran cumplir para mantenerse durante el tiempo activamente en el

mercado, generando ganancias a los socios y buscando un crecimiento constante. Para lograr esto, las empresas deben establecer rangos de medición que permitan dilucidar si la organización está funcionando de la manera correcta. Los indicadores financieros y productivos son los más utilizados para evaluar el rendimiento de las compañías.

La medición de la productividad es la utilización de indicadores y herramientas que determinan el desempeño que ha alcanzado una organización. Algunos factores para medir la productividad de las empresas son:

- Productividad del trabajo.
- Productividad de uso de materiales.
- Productividad en la compra de servicios.
- Productividad de capital.

Medir la productividad se ha vuelto una tarea indispensable para los tomadores de decisiones de las compañías actualmente. (Fontalvo Herrera et al., 2018)

2.1.6 Tiempo estándar

El estudio de tiempos se utiliza para determinar el tiempo estándar que se requiere para la realización de un proceso. En la actualidad este tipo de estudio es cada vez utilizado por las compañías no solo de la industria de

manufactura para determinar los tiempos improductivos que reducen eficiencia según los recursos disponibles.

El tiempo estándar es la suma de los tiempos que requiere un trabajador calificado para su puesto para realizar sus labores incluyendo el tiempo normal de duración de sus tareas más todas aquellas holguras para realizar sus necesidades personales (comer, ir al baño, entre otros), demoras producto del proceso y fatigas propias del trabajo. (Bravo et al., 2018)

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 DMAIC

El proceso por el cual se implementa la metodología Six Sigma es basada en el ciclo DMAIC que son las iniciales de definir, medir, analizar, mejorar y controlar. A continuación, se detalla cada una de las etapas de este ciclo:

Figura 3. Ciclo DMAIC



Fuente:(Minetto, 2019)

Esta es una herramienta que se puede utilizar en cualquier tipo de proyecto para la mejora de procesos. Se debe realizar aplicar en el orden propuesto en procura del éxito en cuanto al mejoramiento del proceso. En algunos casos si el objetivo no se alcanza se recomienda reiniciar el ciclo hasta conseguir el objetivo deseado.(Minetto, 2019)

2.2.1.1 Definir:

Esta etapa consiste en identificar y plantear el problema encontrado, definir los requerimientos, determinar las diferentes actividades de un proceso e identificar cuáles son los diferentes elementos que influyen en el mismo. (Mayoral & Socuéllamos, 2022)

En el caso de esta investigación se utilizarán el diagrama de SIPOC, el diagrama de flujo y el análisis de partes interesadas que son de las herramientas más utilizadas en esta etapa. A continuación, se detalla en que consiste cada una de ellas:

2.2.1.1.1 Diagrama de SIPOC

El diagrama de SIPOC se utiliza es para representar gráficamente un proceso de gestión y de esta poder visualizar de una manera practica las tareas, los recursos y las partes relacionadas a este proceso.

Su nombre de deriva de las siglas en inglés de los conceptos de Supplier, Inputs, Process, Outputs, Costumers los cuales se determinan a continuación:

- ✓ Supplier (Proveedor): Persona que genera insumos al proceso.
- ✓ Inputs (Recursos): Todo aquello que se requiere para desarrollar un proceso tal como personas, materiales e información.
- ✓ Process (Proceso): Son todas aquellas tareas que modifican las entradas convirtiéndolas en salidas generando un valor agregado.

- ✓ Outputs (Salidas): Resultado de los procesos a partir de las entradas.
- ✓ Costumer (Cliente): Personas o departamentos que reciben el resultado del proceso.

(Asociación Española para la Calidad, 2019)

2.2.1.1.2 *Diagrama de flujo*

Para mapear los procesos que determinan un proyecto de mejora se utiliza en muchas ocasiones el diagrama de flujo. Este tipo de diagramas son herramientas que nos permiten graficar de manera muy útil la secuencia de las tareas de un proceso. El diagrama de flujo nos ayuda a determinar las entradas y salidas del proceso, especificar las diferentes actividades del proceso, a secuenciar estas actividades, averiguar la relevancia de cada una de las tareas, establecer mejoras en el proceso y representar de manera gráfica el proceso completo.

Existen varios tipos de diagramas de flujo los cuales se dividen en: diagrama lineal, diagrama funcional y combinado, donde la mayor diferencia entre ellos es el nivel de detalle que se le quiera dar al proceso, donde además de las tareas a realizar y su secuencia, se pueden determinar responsables y temas de espacio físico. (Mayoral & Socuéllamos, 2022)

2.2.1.1.3 *Análisis de partes interesadas*

Según Robert Edward Freeman, el concepto de stakeholders o partes interesadas son todas aquellas personas, departamentos, áreas y

organizaciones que perciben el impacto directo o indirecto de las acciones que realiza una empresa.

Una definición un poco más específica del análisis de partes interesadas es la determinación, valoración y priorización de las personas que influyen en un proyecto determinado.

Realizar este análisis es de suma importancia para que las partes claves que tienen el mayor peso e influencia en el proyecto se involucren de manera correcta y, por el contrario, las personas que no tienen tanta relevancia no obstaculicen el avance de este.

Definir el nivel de influencia, el nivel de interés y otros intereses específicos de cada proyecto, es vital para tomar las decisiones adecuadas y garantizar el éxito de un proyecto.(Lira, 2021)

2.2.1.2 *Medir*

La recolección de datos y de información relevante del proceso es clave para poder evaluar la situación actual de un problema. Esta medición debe estar basada oportunamente en elementos estadísticos y cuantitativos, para definir los parámetros de las mejoras propuestas. Una vez implementadas las mejoras, estas mediciones permiten comparar los resultados finales, para determinar si se logró el resultado esperado.(Minetto, 2019)

2.2.1.2.1 *Recolección de datos*

Una vez identificadas y definidas las actividades del proceso, se recolecta toda la información pertinente al proceso en estudio, esto en busca

de las diferentes causas que envuelven al problema. Este proceso se debe realizar con las herramientas adecuadas para encontrar el problema desde la raíz y que no exista ningún sesgo en la información recolectada que distorsione las posibles soluciones.

2.2.1.3 *Analizar*

El análisis de un proceso permite determinar varias causas raíz que afectan al mismo. Lograr priorizar cual o cuales son las principales causas son el objetivo principal de esta etapa del ciclo DMAIC. Para ello existen varias herramientas que colaboran en la búsqueda de oportunidades de mejora del proceso.(Minetto, 2019)

2.2.1.3.1 Brainstorming

El brainstorming o lluvia de ideas es herramienta utilizada muy comúnmente para buscar soluciones a retos complejos donde se reúnen un grupo de personas a generar ideas que colaboren a conseguir un objetivo específico identificando tanto las posibles soluciones como las diferentes causas raíz. Estas sesiones de trabajo también ayudan a validar las fortalezas y buenas prácticas utilizadas en un proceso como a localizar los errores para aprender de ellos.

(Santos, 2022)

2.2.1.3.2 *Diagrama de Pareto*

El diagrama de Pareto se basa en el principio formulado por Vilfredo Federico Pareto en 1896 que busca localizar los problemas de mayor relevancia, así como sus principales causas. Este diagrama se basa en “La ley 80/20”, que define que el 80% del efecto de un problema es causado por el 20% de los factores que lo conforman. Esta herramienta nos ayuda a identificar cuáles son los problemas más convenientes para resolver con el menor esfuerzo posible.

Es de vital importancia para poder realizar un Diagrama de Pareto tener a disposición todos los datos posibles para así poder graficarlos en un gráfico de barras. (Gutiérrez Pulido, 2020)

2.2.1.3.3 *Diagrama de Ishikawa*

Esta herramienta es también llamada el diagrama de causa efecto que se basa en una metodología gráfica que ejemplifica y determina la relación entre un problema y las diferentes soluciones. Existen 3 tipos de diagramas de Ishikawa: flujo de proceso, 6 m y enumeración de causas.

Para esta investigación el diagrama de Ishikawa a utilizar será el de flujo de proceso, el cual consiste en identificar la línea secuencial del proceso del problema a analizar. En esta etapa se determinan cuáles son las etapas vitales del proceso y aquellos factores que puede llegar a influir para que se genere el problema en estudio. (Gutiérrez Pulido, 2020)

2.2.1.4 Mejorar

Una vez identificadas las oportunidades de mejora del proceso en estudio, se debe realizar una serie de propuestas para mejorar las diferentes causas que lo afectan, pero sobre todo atacando la causa raíz que es la que genera mayor impacto. Cuando se determine que estas posibles soluciones puedan tener un impacto positivo se deben implementar. En muchas ocasiones estas mejoras se plantean para desarrollarse de manera inmediata o también se puede proponer para el futuro.

Para lograr implementar las propuestas de mejora, la manera óptima es desarrollando un plan de acción basado en cambios simples fáciles de realizar. (Minetto, 2019)

2.2.1.4.1 Smart Plan

El modelo Smart es una herramienta utilizada para el cumplimiento de objetivos. Este modelo procura plantear metas concretas para analizar el desempeño de los esfuerzos que realiza una compañía en el mejoramiento de algún proceso o área específica. Adicionalmente a esto, colabora para medir las tareas de una manera sistemática.

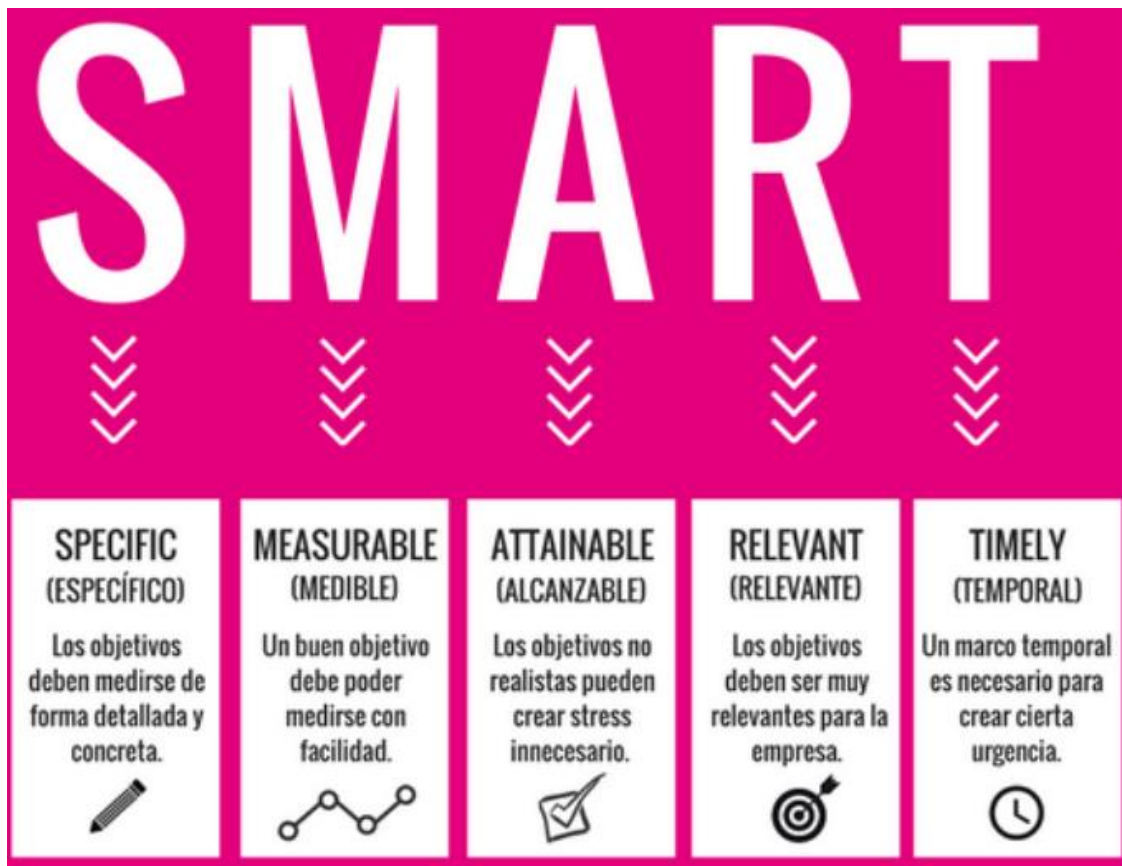
Smart es el acrónimo de las cinco características que determinan los objetivos del modelo, las cuales son:

- ✓ Specific (específico)

- ✓ Mensurable (medible)
- ✓ Achievable (alcanzable)
- ✓ Relevant (relevante)
- ✓ Timely (temporal)

El uso de un Smart Plan ayuda que las compañías organicen sus esfuerzos en busca de mejores resultados.(Knöbl, 2018)

Figura 4. Metodología Smart.



Fuente: («6 Ejemplos Objetivos SMART para tu empresa», 2016)

2.2.1.5 Controlar

La última etapa de la metodología consiste en crear herramientas que controlen el plan recomendado para garantizar la implementación de las soluciones propuestas. Las mejores soluciones de nada funcionan si no se contemplan criterios de control como lo son las metas, los indicadores de desempeño, check list, entre otros.

El proceso de controlar es el último paso de la metodología e incentiva a que el proceso vuelva a comenzar en busca de la mejora continua.(Minetto, 2019)

2.2.1.5.1 Indicadores de desempeño o KPIs

Es vital para las empresas hoy en día poder medir la rentabilidad de sus negocios y determinar la productividad de los proyectos. Para lograr medir la eficacia y eficiencia es vital contar con información veraz y concreta, tanto de las entradas como de las salidas de los diferentes procesos. Los indicadores de desempeño son la herramienta que nos permiten medir el consumo eficiente de los recursos, tiempo efectivo de las diferentes tareas de los procesos, mejora en la productividad de los equipos de trabajo, entre otros.

En la actual “4ta Revolución Industrial” la necesidad de innovar y ser creativos, impulsan a las empresas en a creer cada vez más en el recurso humano y su capacidad de empatizar para resolver problemas dentro de los

diferentes procesos. Los KPIs logran determinar de una manera más clara cómo estas mejoras inciden positivamente en los objetivos propuestos y el rendimiento de los colaboradores de cara a los grandes desafíos que enfrentan las compañías en la actualidad. (Moncada-Durruti & Alonso, 2021)

2.2.1.5.2 *Daily Scrum*

El Daily Scrum es una de las 5 tareas desarrolladas en la metodología Scrum cuyo fin es que los principales actores de un proceso sincronicen su esfuerzo en una reunión de 15 minutos diarios, para que se puedan identificar los riesgos que surgen diariamente e ir validando el avance de la implementación de un plan de un proceso o plan de acción. Estas reuniones se determinan a una misma hora y se procura que sean lo menos complejas posibles.

Esta herramienta permite a los equipos de trabajo, adaptarse lo más rápido posible a los diferentes escenarios que se puedan presentar al día siguiente.(Garcia, 2020)

2.2.1.5.3 *Matriz RACI*

Una matriz RACI es una herramienta utilizada para denotar roles y responsabilidades de las tareas de los diferentes equipos de trabajo que están interactuando en un proyecto en común. Esta matriz que se denomina así porque es un acrónimo en inglés donde se determina quien es la persona

responsable de realizar una tarea, quien es el aprobador que supervisa que la tarea se lleve a cabo, las personas consultadas que son aquellas designadas a dar el visto bueno antes de entregar la tarea y las personas informadas que se les notifica del avance, proceso o finalización de la actividad.(Martins, 2022)

2.2.1.5.4 *Diagrama de Gantt*

El diagrama de Gantt ayuda a programar tareas y planificar proyectos para una mejor visualización del progreso de las actividades. Esta herramienta ayuda gestionar de manera adecuada los avances de los proyectos en un lapso determinado. Para cada tarea se asigna una fecha de inicio, una duración y una fecha de finalización. De esta manera se logra graficar todas tareas asignadas a un proyecto, dependencias, actividades complementarias y esto permite un mejor manejo de los recursos disponibles.(Pérez, 2021)

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Esta investigación lo que busca es mejorar la productividad del departamento de operaciones en el proyecto de instalación de enlaces de última milla inalámbrica de AB Tecnología, esto para aumentar la producción de los diferentes equipos de trabajo a corto, mediano y largo plazo. Para ello se planteará una propuesta de mejora para reducir los tiempos de instalación y optimizar la cantidad de instalaciones mensuales totales.

En el corto plazo lo que se busca es identificar y analizar cuáles son los problemas o causas que no permiten cumplir con la demanda solicitada por los diferentes ISP, eso incluye los diferentes procesos de planificación, logística, ejecución y control de las instalaciones de las diferentes cuadrillas.

A mediano plazo lo que se quiere es ajustar los diferentes procesos que generan retrasos en el trabajo cotidiano de las cuadrillas para validar cuál es la capacidad máxima de instalaciones mensuales de los diferentes equipos de trabajo. Con esto se determinará cuál es la mejor estrategia para poder aumentar la producción y así poder cumplir con las metas establecidas.

El proyecto busca a largo plazo propiciar una cultura de mejora continua en los diferentes procesos productivos de las diferentes áreas tanto en la parte operativa como administrativa de AB Tecnología, esto permitirá controlar los diferentes procesos y aumentará las utilidades de la compañía.

Es de suma relevancia para AB Tecnología mejorar su productividad para lograr aumentar su producción y poder cumplir con los SLA's de cumplimiento que tiene firmado de manera contractual con los diferentes ISPs ya que si esto no cambia podría la compañía ser multada o hasta podría perder los contratos.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

La compañía AB Tecnología tiene más de 30 años de constituida, por lo que es una de las compañías con más tiempo de estar en el mercado costarricense en el sector de integración de soluciones de telecomunicaciones. A pesar de ello la compañía fue hasta hace unos 7 años

que tuvo un crecimiento importante lo cual le ha generado muchos retos en todas sus áreas, principalmente al Departamento de Operaciones, el cual siempre ha buscado de manera muy artesanal las soluciones a los desafíos planteados, a los aumentos de la demanda, atacando de manera directa los problemas sin realizar tan a detalle un análisis de las causas y un verdadero proceso de mejora continua en sus procesos.

En proyectos anteriores donde se ha trabajado también en torres de telecomunicaciones, se identificaron varias oportunidades de mejora que la compañía no logro abordar de manera certera, lo cual impactó negativamente la productividad de equipos de trabajo y por consiguiente la rentabilidad de los proyectos.

El desarrollo de la metodología DMAIC según Gómez Ross (2021), con “el uso de herramientas ingenieriles apropiadas para cada una de las etapas del proceso” permiten que realice una correcta investigación desde que comienza hasta que se logra determinar las conclusiones.

A nivel Latinoamericano son pocos los estudios realizados en cómo mejorar la productividad y atención de demanda de instalación de microondas para transmisión de datos. En el año 2015 en la Universidad Gabriela Mistral de Santiago de Chile, se realizó una investigación denominada “Evaluación de Sistema de Respuesta Rápidas para la Instalación de Antenas 3G y 4G en Comunicación Inalámbrica Digital”, en la cual se logra identificar cuáles son los procesos mejorados que utiliza una multinacional en despliegue de antenas de comunicación cuyo resultado es una mejoría en la productividad de la compañía que repercute directamente en el incremento de las utilidades. (Muñoz Videla, 2015)

Capítulo III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para determinar todo lo relacionado a la situación que requiere una mejora, se realizaron dos reuniones presenciales con el personal de AB Tecnología. La primera reunión se coordinó con el director de Operaciones de la compañía que de manera muy general detalló cual era la demanda de los clientes y que casi nunca se logra cumplir por diferentes motivos. También se visualizaron de manera general las diferentes tareas del proceso. En una segunda reunión se logró citar al jefe de Operaciones y la Project Manager donde se describieron a detalle todos los procesos relacionados a las implementaciones y cuáles son las partes responsables de cada uno de ellos.

La información recabada es de gran importancia porque se identificó que efectivamente el proceso no está realmente claro para todos los colaboradores destacados en el proyecto, por tanto, se generan algunos atrasos en las tareas que repercuten directamente en la producción y que no permiten cumplir la demanda.

En la primera etapa de la metodología DMAIC se debe definir el problema y para ello es necesario utilizar una o más herramientas para lograr este objetivo. Para esta investigación se utilizaron tres herramientas que son el diagrama de SIPOC, el diagrama de flujo y un análisis de partes interesadas que se describe en la siguiente matriz:

Figura 5. Metodología para identificar el problema

Meotodologia para identificar el problema			
Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Fuentes
<ul style="list-style-type: none"> •Analizar la producción actual de la compañía para el proyecto de instalación de enlaces inalámbricos de los ISP 	<ul style="list-style-type: none"> •Definicion de herramientas a utilizar para definir e identificar el problema. •Reunión con el jefe de Operaciones y la Project Manager para determinar el proceso y cual es el problema. 	<ul style="list-style-type: none"> •Diagrama de SIPOC. •Diagrama de Partes Interesadas. •Diagrama de Flujo. 	<ul style="list-style-type: none"> •Jefe de Operaciones •Project Manager

Fuente: Elaboración propia 2022

Para detallar de manera más específica cada una de las actividades competentes al proyecto se realizaron un diagrama de SIPOC y un diagrama de flujo donde se identificaron de manera detallada y secuencial las diferentes entradas y salidas, así como las tareas del proceso. El jefe de Operaciones fue vital para realizar estos diagramas, ya que es la persona que conoce a profundidad las labores diarias que realizan los técnicos. La Project Manager es la que tiene el conocimiento de las actividades relacionadas con la logística y la administración del proyecto como tal.

Para determinar a todas las personas relacionadas con el proyecto se realizó un análisis de partes interesadas donde se determinaron dos tipos de stakeholders: los internos y los externos.

Los stakeholders externos son aquellas personas relacionadas al proyecto que no forman parte de AB Tecnología como lo son los ingenieros de B2B, los Project Manager, el departamento de Ingeniería de B2B por parte de los ISP, así como los clientes finales que son los que reciben los servicios de internet.

La compañía tiene varios stakeholders internos como lo son el director de Operaciones, el jefe de Operaciones, la Project Manager y las cuadrillas destacadas en el proyecto.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

En esta etapa del proyecto es necesario recopilar la información ya que según lo observado no se lleva una estadística general de los diferentes meses donde se pueda comparar y determinar la media de instalaciones entregadas a satisfacción, sino que simplemente se determina si se cumplió o no con la meta propuesta según la demanda de los ISP.

Para realizar la medición del proyecto se utilizó la siguiente que matriz que describe la metodología a utilizar:

Figura 6. Metodología para la medición y respaldo cualitativo

Meotodología para la medicion y respaldo cualitativo			
Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Fuentes
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la producción actual de la compañía para el proyecto de instalación de enlaces inalámbricos de los ISP 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición estrategia para medir el proceso. • Sesion con el Director de Operaciones, el jefe de Operaciones y la Project Manager para determinar como medir el proceso. • Definicion de tiempo estandar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilacion de información por medio de hojas de Excel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Director de Operaciones • Jefe de Operaciones • Project Manager

Fuente: Elaboración propia 2022

Para determinar los tiempos de las tareas a realizar en una instalación se les solicita a jefes de cuadrilla ir anotando la duración en cada una de ellas para así tener un registro que permita identificar cuáles son los procesos que más tienen duración y cuales dependen de otras personas. De esta manera se hace la recolección de datos que evidencian cuál es el estado actual de los procesos y esto permite que se pueda realizar un análisis basado en estadísticas.

Con todas las estadísticas de producción de las cuadrillas se obtuvo el tiempo estándar para determinar cuáles son los máximos y los mínimos aceptados con respecto a la cantidad de instalaciones mensuales.

Durante este proceso se observó que en varias de las tareas las cuadrillas de trabajo tienen alguna dependencia de terceros en temas de cadena de suministro, en configuración de equipos, permisos de ingresos a torres de telecomunicaciones y coordinación con el cliente final.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

En la tercera etapa del proceso DMAIC se determinó que la manera óptima de buscar una mejora en el proceso era con la ayuda de las personas más involucradas en el proceso. Para realizar el análisis se convocaron a los jefes de las cuadrillas, al jefe de Operaciones, a la Project Manager y al director de Operaciones a realizar una lluvia de ideas o también conocido como un “brainstorming”, donde se realizaron dos sesiones de trabajo ya que es complicado poder retener durante mucho tiempo al personal operativo por lo que la duración de cada una de ellas fue de una hora.

Con la información recabada en estas sesiones se realizó un diagrama de Ishikawa validando cuáles son los causales y los efectos por los cuales la compañía no está logrando cumplir con la demanda requerida. Adicionalmente a esto, se procede a realizar un Diagrama de Pareto donde se logra especificar cuáles son las causas que tienen mayor repercusión en el proceso y a partir de ello, priorizar cuáles son las tareas que hay que intervenir inicialmente y que den sustantivamente mejoras a corto plazo.

Para resumir los planteado en este apartado se plantea la siguiente matriz:

Figura 7. Metodología para la propuesta de mejora

Meotodologia para la propuesta de mejora			
Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Fuentes
<ul style="list-style-type: none"> •Desarrollar una propuesta para el cumplimiento de la producción requerida de un promedio de 40 clientes instalados mensualmente. 	<ul style="list-style-type: none"> •Análisis del proceso. •Sesion con el Director de Operaciones, el jefe de Operaciones y la Project Manager para buscar causas del problema. •Identificación y priorización de tareas a intervenir. 	<ul style="list-style-type: none"> •Brainstorming •Diagrama de Ishikawa •Diagrama de Pareto 	<ul style="list-style-type: none"> •Director de Operaciones •Jefe de Operaciones •Project Manager •Jefes de cuadrilla

Fuente: Elaboración propia 2022

El departamento de Operaciones de la empresa nunca había utilizado este tipo de herramientas para realizar análisis de sus procesos por lo que esto servirá en futuro para que se utilicen estas metodologías de mejora tanto en procesos operativos como administrativos.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La compañía durante mucho tiempo ha tratado de realizar mejoras en diferentes áreas, por lo que ha ido creando un manual de procedimientos en

los últimos años, ya que en el pasado la mayoría de los procedimientos se manejaban de forma rutinaria, mas no estaban realmente documentados.

Una vez documentados estos procedimientos, surgió un gran reto que hoy en día se mantiene y es cómo lograr que los colaboradores se ajusten a nuevos procesos ya documentados que puedan ejecutarlos de manera eficaz y que se pueda controlar de manera efectiva que se están implementando.

Figura 8. Metodología para la implementación del proyecto

Meotodología para la implementación del proyecto			
Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Fuentes
<ul style="list-style-type: none"> •Desarrollar una propuesta para el cumplimiento de la producción requerida de un promedio de 40 clientes instalados mensualmente. •Realizar un análisis de costo/beneficio con respecto al plan propuesto para la compañía. 	<ul style="list-style-type: none"> •Desarrollo de propuestas según los oportunidades de mejora identificadas. •Realizar el analisis costo/beneficio de las propuestas planteadas •Realizar un cronograma de la plan propuesto 	<ul style="list-style-type: none"> •Smart Plan •Diagrama de Gantt 	<ul style="list-style-type: none"> •Director de Operaciones •Jefe de Operaciones •Project Manager •Director Financiero

Fuente: Elaboración propia 2022

Para garantizar la implementación del proyecto se desarrolló un “Smart Plan” por sus siglas en inglés donde a cada una de las mejoras propuestas se pudiesen medir con base a cinco puntos estratégicos que ayudaron a que el proyecto fuese exitoso. El primer punto es que las mejoras fuesen específicas

para que de manera clara y concisa se pudieran atacar las falencias en el proceso. También debían ser medibles para poder controlar de manera real si se logran avances con respecto a la producción actual. Las tareas de la propuesta debían ser alcanzables basados en la necesidad de la compañía y el presupuesto con el que se cuenta, ya que las mejoras de gran escala la mayoría de las veces son realmente costosas y no siempre se consiguen los resultados esperados. De igual manera las propuestas planteadas debían ser relevantes, que generen valor a los procesos y que se logre mejorar lo más que se pueda. Por último, para las tareas a realizar se establecieron hitos que delimitarán a medida del tiempo la duración y cumplimiento de los objetivos.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

La última etapa de la metodología DMAIC busca generar el control necesario para que las propuestas sean sostenibles en el tiempo y de manera efectiva se logren atacar los problemas planteados en la primera etapa de definición.

Se determinó utilizar KPIs que puedan generar los parámetros y la información necesaria para tomar decisiones que ayuden al crecimiento de la productividad y al proceso de mejora continua en este y futuros procesos que sean objeto de análisis para la compañía.

Las metodologías ágiles en los últimos años han venido a facilitarle a las compañías, métodos productivos para alcanzar de manera eficaz y eficiente los objetivos de los proyectos planteados. Para este proyecto se extrajo uno de los cinco eventos de la metodología Scrum que es el “Daily Scrum” que es una sesión de máximo 15 minutos al día donde se pudo validar

el avance y las circunstancias que mediaban en cada una de las implementaciones. Esto logró el aseguramiento de que las tareas se cumplieran a tiempo y en caso de surgir algún riesgo se pudiese atacar en el momento para mitigar el impacto de este y dar el seguimiento al cumplimiento de las metas.

En la siguiente matriz se resume el alcance la metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de los resultados del proyecto:

Figura 9. Metodología para el control y seguimiento de resultados

Meotodología para el control y seguimiento de resultados			
Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Fuentes
<ul style="list-style-type: none"> •Desarrollar una propuesta para el cumplimiento de la producción requerida de un promedio de 40 clientes instalados mensualmente. •Realizar un análisis de costo/beneficio con respecto al plan propuesto para la compañía. 	<ul style="list-style-type: none"> •Sesiones diarias de control e identificación de riesgos en la implementación. •Generacion y revision semanal de KPI's •Sesión mensual de presentacion de KPI's a los ISP •Definición de roles y responsabilidades 	<ul style="list-style-type: none"> •KPI's •Daily Scrum •Matriz RACI 	<ul style="list-style-type: none"> •Director de Operaciones •Jefe de Operaciones •Project Manager •Jefes de cuadrilla

Fuente: Elaboración propia 2022

Capítulo IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Este capítulo se desarrollará con base a las etapas de medición y análisis del proceso DMAIC, donde se validará de manera cualitativa y cuantitativa las diferentes tareas del proceso, para ello es necesario describir de manera detallada cuales son los factores que inciden directa o indirectamente en el proceso.

Desde la apertura de las Telecomunicaciones en Costa Rica hace quince años atrás, la compañía AB Tecnología se empeñó en buscar soluciones para los Proveedores de Servicios de Internet, donde pudiesen especializar e ir buscando diferenciadores con respecto a la competencia. Es por esto, que la empresa es especialista en soluciones Wireless sobre todo el tema de microondas tanto de frecuencia licenciada como en soluciones de frecuencia no licenciada.

La compañía actualmente posee contratos en el país de instalación de enlaces de última milla inalámbrica para dos de los ISP más importantes de Costa Rica y la región, los cuales por diferentes factores se han estado incumpliendo. Estas conexiones lo que brindan es el medio de transporte del enlace de internet o de datos hacia los clientes empresariales.

Es relevante resaltar que los servicios que AB Tecnología no pueden instalar, el ISP se lo asigna a otro proveedor por lo que cada cliente que no se pueda atender significa dejar de percibir un ingreso para la compañía.

4.1.2 Descripción del proceso

AB Tecnología recibe mensualmente un promedio de 40 solicitudes de nuevos clientes por parte de los Proveedores de Servicios de Internet. El departamento de Ingeniería de Venta remite todas las solicitudes al departamento de Operaciones y es a partir de este punto donde comienza el proceso que es objeto de esta investigación.

Para identificar las entradas y salidas del proceso se desarrolló un diagrama de SIPOC que colabora para una mejor interpretación del proceso.

Figura 10 Diagrama de SIPOC

Diagrama de SIPOC				
Suppliers (Proveedores)	Inputs (Recursos)	Process (Procesos)	Outputs (Salidas)	Costumers (Clientes)
<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores de materiales. • Proveedor de las antenas. • Project Manager ISP. • Ingenieros de Servicios ISP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales para la implementación de los enlaces. Antenas y accesorios para los equipos de comunicación. • Asignación de nuevos servicios. • Detalles de direccionamiento IP y configuración de equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar Figura 11 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de enlaces inalámbricos entregados. Informe mensual de producción para ISP. • Facturación mensual de servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de B2B de ISP. • Cliente final que recibe el servicio. • Departamento financiero de AB Tecnología

Fuente: Elaboración propia 2022

Es necesario para lograr interpretar de manera correcta el proceso, identificar a todas las personas que intervienen en el proceso tanto del departamento de operaciones, así como agentes externos a la compañía que participan en alguna tarea específica. Para ello se realizó un Análisis de Personas Interesadas para evidenciar cuál es el rol que desempeñan cada una de ellas y en que parte del proceso participan, el cual se detalla a continuación:

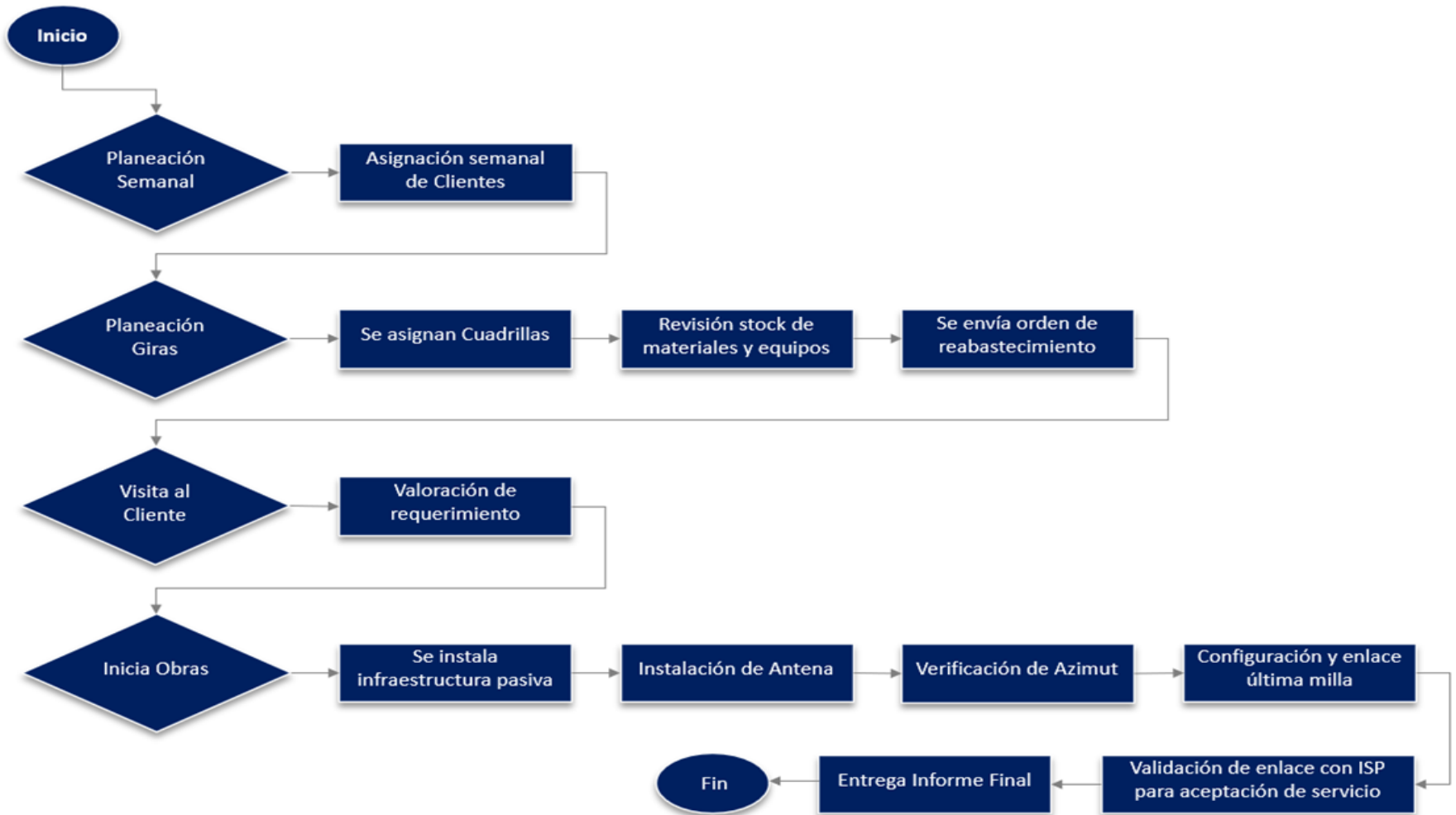
Tabla 1. Análisis de Partes Interesadas.

Análisis de Partes Interesadas				
Partes Interesadas	Rol	Espectativa	Poder	Interes
Project Manager ISP	PM Cliente	Cumplimiento de la Planificación	Medio	Medio
Ingenieros de Servicio ISP	Ingeniería de Telecomunicaciones	Validar la calidad de servicio entregado	Medio	Alto
Director de Operaciones	Liderar en alto nivel los proyectos	Velar por el cumplimiento de los proyectos	Alto	Alto
Project Manager AB Tecnología	Coordinar con todas las partes interesadas	Dar trazabilidad del cumplimiento o no de las tareas	Medio	Medio
Jefatura de Operaciones	Coordinar entre la dirección y las cuadrillas	Asegurar el cumplimiento de los Niveles de Servicio	Medio	Alto
Técnicos Cuadrillas	Ejecutan las Implementaciones	Instalar los enlaces inalámbricos en los clientes finales	Bajo	Alto

Fuente: Elaboración propia 2022

En siguiente flujograma se detallan cada una de las tareas que actualmente se realizan desde que se comienza hasta que se termina el proceso:

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Elaboración propia, 2022.

La primera tarea del proceso es una reunión virtual de planificación semanal con cada uno de los Project Manager de los ISP por separado. Por lo general estas reuniones son los miércoles y el jueves planificando las instalaciones de la siguiente semana.

Las reuniones semanales de planificación es donde el Proveedor de Servicios de Internet asigna las diferentes instalaciones que AB Tecnología debe implementar según sea la prioridad. En ocasiones en estas reuniones los participantes de la compañía logran asignar clientes y prioridades según su conveniencia; sin embargo, la mayoría del tiempo la asignación de los clientes a instalar en una semana viene directamente del Project Manager de los Proveedores de Servicios de Internet.

Una vez que se tienen definidos cuales son los clientes que se deben instalar, el jueves en la tarde se realiza una sesión de programación de instalaciones en la que participan el director de Operaciones, la Project Manager y el jefe técnico. En este punto es donde se asignan las giras a las diferentes cuadrillas, se validan existencias de los materiales y se planifican en general todos los detalles de las instalaciones. Si es necesario reabastecerse de algunos materiales, se hacen los pedidos necesarios y el viernes e incluso hasta el lunes en la mañana se recogen estos insumos.

La primera tarea que realizan las cuadrillas en sitio es la valoración del requerimiento o lo que se denomina un Site Survey, que es un estudio de factibilidad del enlace donde lo primero que se determina es una línea vista entre la torre de telecomunicaciones de donde sale el servicio hasta el punto donde se va a instalar la antena en la edificación del cliente, que por lo general es en la cubierta o techo. Este proceso es primordial debido a que el éxito para poder enlazar los radios u antenas inalámbricas es que no existan objetos, edificios o árboles que obstaculicen que ambos radios se vean entre

sí, para ello, las cuadrillas visitan ambos extremos para cerciorarse que sea factible esta línea vista. Otro factor importante que los técnicos validan en el lado de la torre es que exista disponibilidad de conexión eléctrica en -48 voltios DC y puertos disponibles en los switches de distribución del nodo ya que estos datos no los tienen los ISP y es parte de la valoración que se realiza en sitio. Si por alguna razón no se cumplen los tres aspectos anteriores se debe reasignar alguna otra torre de telecomunicaciones que este cercana y que si cumpla con estos requisitos.

Cuando la factibilidad del enlace es confirmada en sitio, inmediatamente se procede a instalar la infraestructura tanto pasiva como activa del lado de la torre, donde se estira el cable stp de intemperie desde el gabinete del nodo hasta la altura adonde se vaya a instalar la antena en la torre de telecomunicaciones. Seguidamente se sujeta la antena con unas abrazaderas especiales a la infraestructura de la torre, a una altura entre los 25 y 40 metros según sea el tamaño de la torre.

Figura 12. Instalación Torre.



Fuente: AB Tecnología 2022

Con la antena asegurada a la torre se procede a alimentarla eléctricamente y darle comunicación por medio del cable intemperie. Luego de esto se valida con una laptop que la antena este encendida para poder ir al adonde el cliente para realizar los trabajos necesarios.

En la edificación del cliente se procede a instalar el cable stp desde la cubierta hasta el cuarto de comunicaciones principal donde se va a instalar el equipo demarcador y se administrara el servicio. Para sujetar la antena de este extremo del enlace generalmente se instala un mástil que puede ser

desde los 2 metros hasta los 6 metros con sus respectivos vientos o puntos de sujeción. Sin embargo, si es necesario más altura en casos muy puntuales se instalan torres que van desde los 9 metros hasta los 48 metros.

Figura 13. Instalación Cliente.



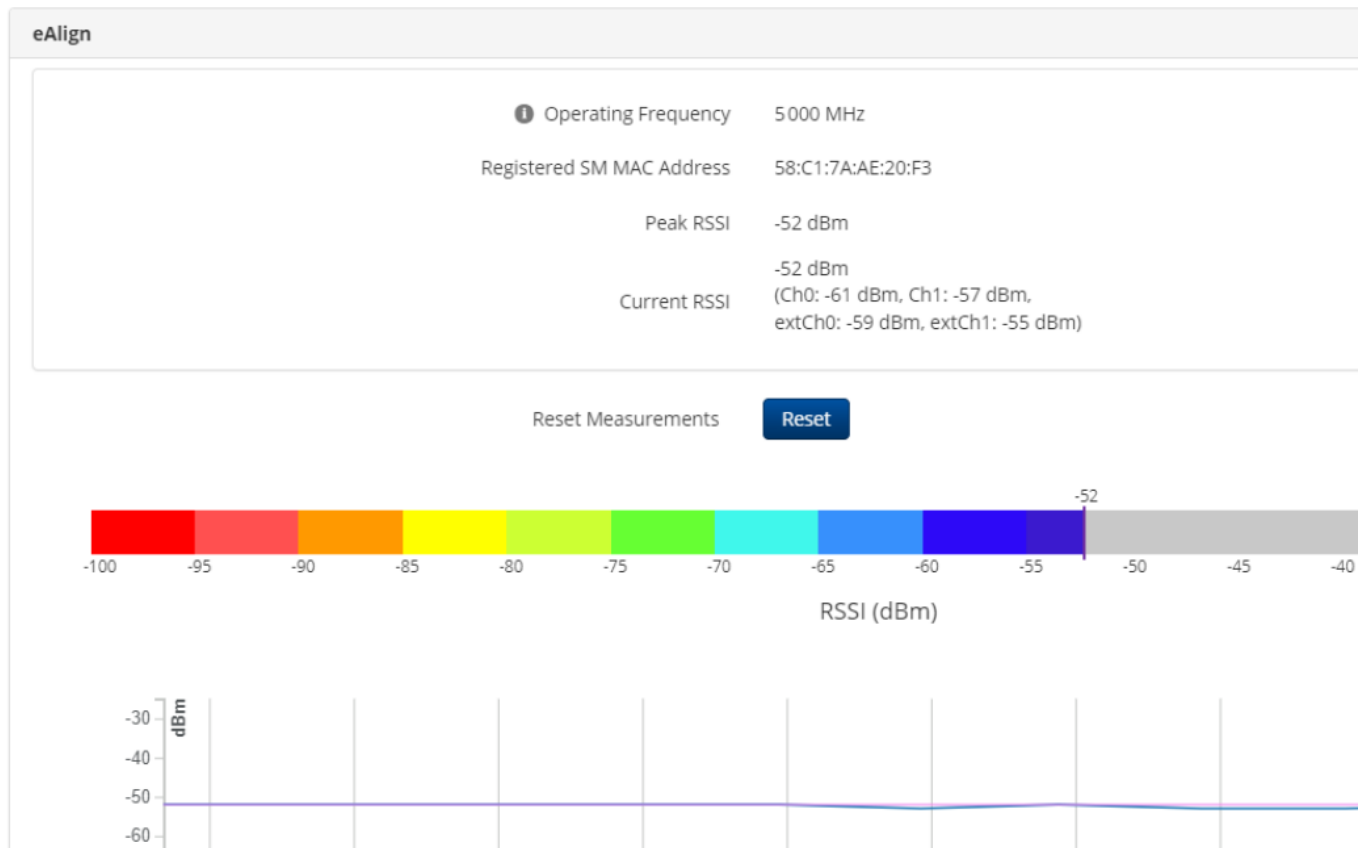
Fuente: AB Tecnología 2022

Cuando ambos extremos están alimentados eléctricamente y hay comunicación de datos se procede a enlazar los equipos entre sí para validar los parámetros del enlace. En este punto lo que se valora principalmente es

el azimut, debido que entre mejor alineadas estén las antenas, la trasmisión de datos será la óptima. Cuando existen problemas en la conexión se procede a realizar la alineación primero en el extremo del cliente que es donde se encuentran las cuadrillas y si no se logran los parámetros suficientes se desplazan a la torre para alinear la antena de dicho extremo.

Figura 14. Alineación Antenas.

Tools > eAlign



Fuente: AB Tecnología 2022

Una vez garantizada la conexión óptima entre las antenas se procede a realizar las configuraciones necesarias entre los equipos como lo son las direcciones IP, VLAN de gestión, entre otros. Este proceso lo realiza comúnmente el líder de la cuadrilla y lo corrobora un ingeniero especialista del departamento de operaciones de la compañía debido a que en ocasiones se requiere de un conocimiento superior para validar algunos problemas como lo son los canales de transmisión, la potencia de los equipos y la relación señal/ruido que se genera en el espectro por toda la cantidad de microondas que están conectadas en la zona.

La instalación del equipo demarcador determina el último paso del proceso en sitio. Esta tarea se realiza en conjunto con el departamento de ingeniería de B2B de los Proveedores de Servicios de Internet, donde se valida la conexión, capacidad del enlace y la cantidad de megas contratadas por el cliente. En el momento que se realizan estas pruebas el cliente final recibe el servicio y firma las boletas respectivas con la información y descripción del servicio.

Por último, para que los ISP reciban la instalación es necesario un informe técnico con la información de los equipos instalados y una memoria fotográfica donde se evidencie cada uno de los procesos anteriormente descritos. Esta documentación es obligatoria para poder realizar la facturación mensual de todos los servicios instalados.

4.2 MEDICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En AB Tecnología no se ha realizado alguna medición formal de la duración de las tareas de sus procesos; sin embargo, gracias a su experiencia en este tipo implementaciones, ya se tiene definido un tiempo estándar para las instalaciones de enlaces de última milla inalámbrica.

El tiempo estándar definido para la implementación de un nuevo cliente de microonda es de un día, por lo que en la primera parte de la jornada laboral debería quedar listo el trabajo en el lado de la torre y en lo que resta del día se debe instalar todo del lado del cliente.

A continuación, se detalla la demanda de los primeros cinco meses del 2022 y la cantidad de instalaciones entregadas a satisfacción, según información brindada por el director de operaciones de la compañía:

Tabla 2. Producción actual.

Produccion Actual			
Mes	Instalaciones Meta	Instalaciones Entregadas	Porcentaje de cumplimiento
Enero	39	35	89,74%
Febrero	35	29	82,86%
Marzo	40	42	105,00%
Abril	42	34	80,95%
Mayo	44	38	86,36%
Promedio	40	35,6	89,00%

Fuente: Elaboración propia 2022

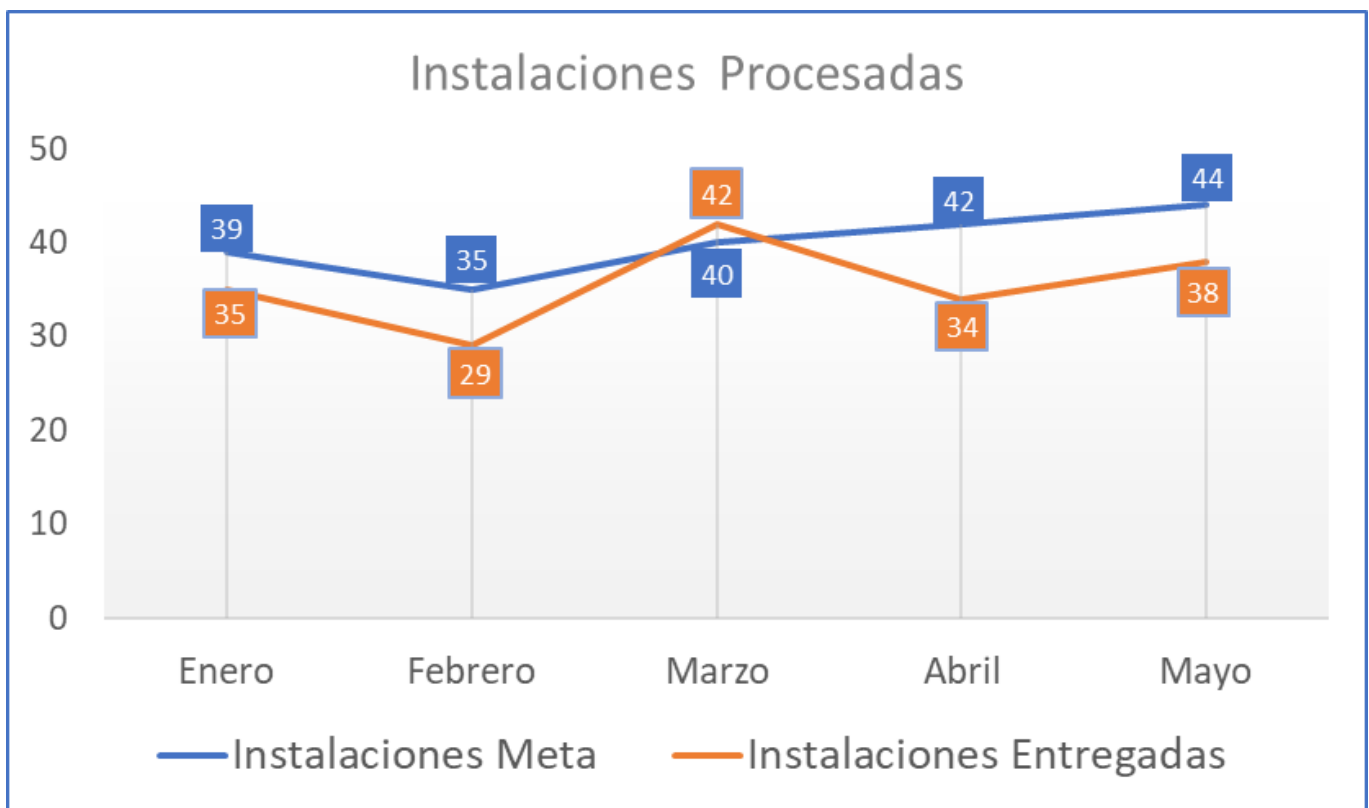
En los primeros cinco meses del año no se logró cumplir con la demanda en el 80% de ellos, evidenciando las dificultades que tiene la compañía para lograr entregar todas las instalaciones solicitadas por los ISP.

En el mes de marzo si se logró cumplir con la demanda y adicionalmente a esto se logró negociar con uno de los Proveedores de Servicios de Internet que dos de las implementaciones rezagadas del mes de febrero se pudieran instalar el 1 de marzo. Debido a estas instalaciones la producción subió un 105% con respecto a la demanda.

En los primeros cinco meses del año hubo un promedio de 40 solicitudes mensuales por los ISP y una producción promedio de 35,6 instalaciones, por lo que el cumplimiento de demanda fue de un 89%.

En el siguiente gráfico se detalla la demanda de instalaciones por cada uno de los meses comparado con la producción mensual de clientes instalados:

Figura 15. Instalaciones procesadas.



Fuente: Elaboración propia 2022

Para la instalación de enlaces de última milla inalámbrica AB Tecnología cuenta con dos cuadrillas exclusivas para nuevas instalaciones, ya que las demás cuadrillas están dedicadas a mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos y otros tipos de proyectos.

De enero a mayo del presente año también se llevó un control de la cantidad de solicitudes atendidas por cada una de las cuadrillas destacadas en el proyecto y así poder identificar la producción de cada una de ellas por separado.

Tabla 3. Producción por cuadrilla.

Producción por cuadrilla			
Mes	Cuadrilla 1	Cuadrilla 2	Instalaciones Entregadas
Enero	16	19	35
Febrero	14	15	29
Marzo	19	23	42
Abril	15	19	34
Mayo	18	20	38
Promedio	16,4	19,2	35,6

Fuente: Elaboración propia 2022

Según la estadística, la cuadrilla numero 1 tiene un promedio de 16,40 instalaciones mensuales y la cuadrilla 2 tiene una producción promedio de 19,2 solicitudes entregadas exitosamente al mes. La cuadrilla 2 está formada por dos colaboradores que tienen varios años de estar en la compañía y la cuadrilla 1 está formada por uno de los mejores técnicos de la compañía y otro que ingreso en noviembre del 2021.

Para determinar la duración de las diferentes etapas del proceso de instalación de los enlaces, se les solicitó a los jefes de cada cuadrilla tomar el tiempo de duración del Site Survey, de la instalación del lado de la torre, de la instalación en el cliente final y de las configuraciones necesarias para dejar funcionando el servicio. Estas estadísticas son del tiempo efectivo en minutos una vez las cuadrillas se encuentran en el sitio de la instalación asignada.

Tabla 4. Duración de tareas.

Duración actual de tareas de Instalaciones						
Mes	Site Survey	Instalación Torre	Instalación Cliente	Configuración	Promedio diario/min	Promedio diario/h
Enero	60	191	230	68	549	9,15
Febrero	65	188	227	81	561	9,35
Marzo	58	192	217	70	537	8,95
Abril	62	213	241	85	601	10,02
Mayo	70	221	273	81	645	10,75
Promedio	63,00	201,00	237,60	77,00	578,60	9,64

Fuente: Elaboración propia 2022

En la tabla anterior se valida que el tiempo promedio de duración de instalación de los enlaces durante el periodo de tiempo de enero a mayo del año 2022, fue de 9.64 horas. Los meses donde el promedio de horas trabajadas tuvo incremento importante fueron abril y mayo.

Al tiempo efectivo promedio de instalación se le deben sumar los tiempos de traslado ida y vuelta desde la oficina hasta el cliente final y los tiempos improductivos por las diferentes causas encontradas.

4.3 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS

Para realizar el análisis de las causas del no cumplimiento de la demanda mensual de instalación de enlaces inalámbricos se determinó realizar un brainstorming en el cual se involucrarán el director de Operaciones, la Project Manager, el jefe de Operaciones y los jefes de cuadrilla, para poder entender y analizar desde la mayoría de los puntos de vista posibles cuáles son las causas por las cuales no se cumplen las metas de producción.

Se realizaron dos reuniones de 60 minutos cada una, ya que para la operación detener la producción es realmente difícil sobre todo porque existen coordinaciones con clientes finales que hay que cumplir y evidentemente esto genera atrasos en la entrega de los servicios.

En esta lluvia de ideas se lograron determinar cinco causas principales que generan atrasos a la hora de entregar las instalaciones de los enlaces en el tiempo estándar definido de un día hábil.

Los miércoles y jueves se realiza una reunión de planificación sobre la siguiente semana con los PM de los ISP, donde se determinan cuáles son los

nuevos servicios por instalar, cuáles son las rutas, prioridades y posibles escenarios a la hora de la implementación como los son el tamaño de los mástiles, necesidades de torres de más de 9 metros de altura, entre otros.

Para poder visitar y comenzar una nueva instalación se requiere de una coordinación previa que consiste en un correo electrónico por parte del Project Manager de los ISP al cliente final para determinar el día y el personal que estará realizando la instalación. En muchas ocasiones estos correos electrónicos no se envían con la antelación necesaria y las cuadrillas tienen problemas al momento de ingresar a las instalaciones del cliente, esto para poder realizar el estudio de factibilidad del enlace y así iniciar con la implementación asignada. En esta misma línea otro problema observado es que algunos clientes tienen ciertos requisitos de ingreso a sus instalaciones como los son pólizas de riesgos, capacitaciones en sitio de seguridad ocupacional, pruebas Covid-19 negativas y en ocasiones hasta dictámenes médicos.

Comúnmente los pedidos de reabastecimiento de materiales como cable de datos STP intemperie, cable acerado, tubería para mástiles, anclajes y demás insumos se realizan los jueves después de la reunión de planificación semanal y esto en ocasiones ha generado atrasos sobre todo al inicio de la semana ya que las cuadrillas deben de salir de la oficina con todos los insumos necesarios y estos se distribuyen los lunes por la mañana. Al no tener todos los materiales a disposición, los equipos de trabajo deben esperar hasta que los proveedores lleguen a entregarlos o en su defecto sean las mismas cuadrillas que planifiquen pasar a recoger el material faltante.

Una vez en sitio las cuadrillas utilizan diferentes metodologías para realizar las tareas tanto en la torre como en las edificaciones de los clientes y esto ha ocasionado diferencias en los tiempos de duración de las cuadrillas

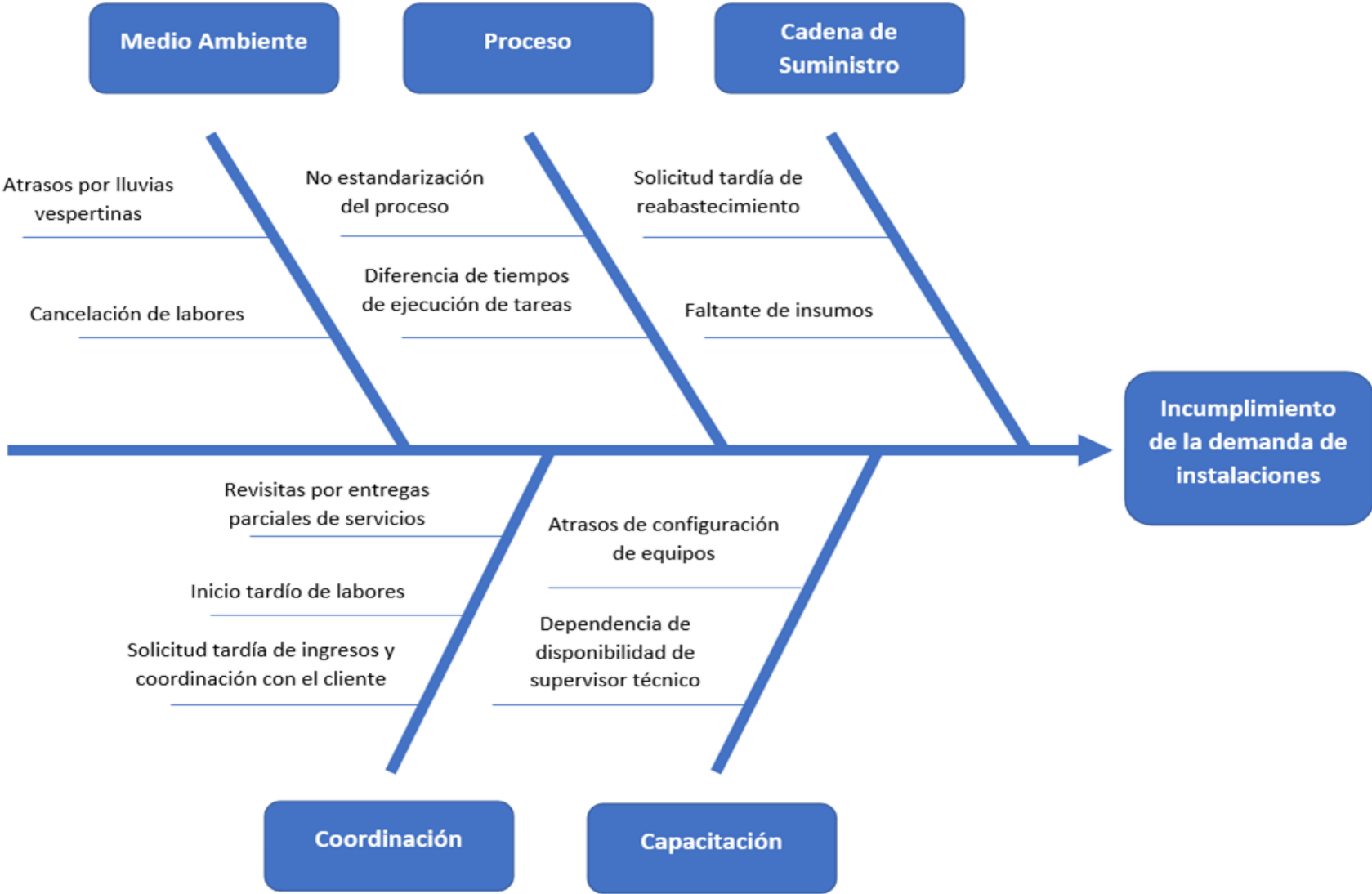
en las actividades de los procesos de las instalaciones. La no estandarización de estos procesos genera también un desbalance entre la cantidad de instalaciones mensuales de la cuadrilla 1 con respecto a la cuadrilla 2. Adicionalmente, la cuadrilla 2 está formada por dos técnicos que tienen más de dos años de trabajar juntos, a diferencia de la cuadrilla 1 que está formada por uno de los técnicos con mejor rendimiento de la compañía y otro que ingresó en noviembre del 2021 el cual tiene menos experiencia en trabajos en alturas.

El factor climatológico repercute directamente en la posibilidad de suspender labores, ya que las fuertes lluvias podrían causar un accidente sobre todo si hay tormenta eléctrica y otros casos podrían causar daños en los equipos que están dentro de los gabinetes de telecomunicaciones sobre todo en el lado de las torres o nodos de los ISP. Este factor genera grandes atrasos sobre todo en invierno cuando se activan las tormentas tropicales y por las condiciones normales de la época lluviosa que caen precipitaciones sobre todo en las tardes.

Por último, una de las tareas que más ha generado atrasos, es el proceso de configuración del enlace debido que actualmente se depende directamente de un ingeniero especialista en redes que tiene la compañía para terminar de realizar las configuraciones necesarias para dejar de manera óptima la transmisión de datos entre las antenas según sea el ancho de banda requerido por el cliente final. Los jefes de cuadrilla realizan algunas configuraciones de las antenas; sin embargo, no tienen la capacitación necesaria para poder solventar temas más especializados por lo que existen atrasos debido a la disponibilidad del ingeniero, ya que en ocasiones debe atender a las cuadrillas simultáneamente o se encuentra en otras tareas propias de su puesto.

Basado en estas causas se realizó un diagrama de Ishikawa para determinar los diferentes efectos que provocan el no cumplimiento de la demanda. Este diagrama se detalla a continuación:

Figura 16. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia 2022

Para determinar la frecuencia con la que suceden estos inconvenientes a la hora de implementaciones, el director de operaciones en conjunto con la PM del proyecto, llevan un registro mensual de las causas por las cuales se generan atrasos.

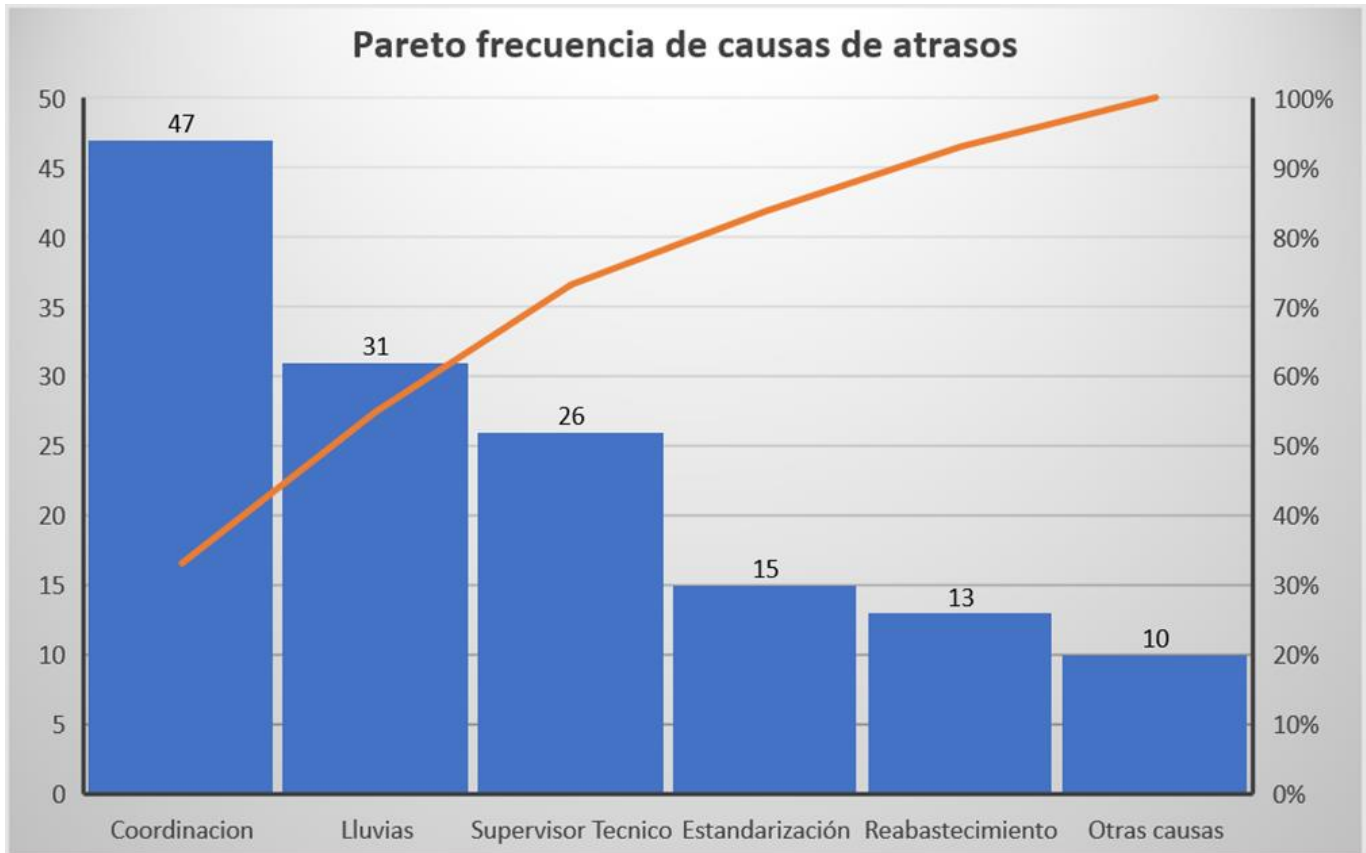
Tabla 5. Frecuencia de causas.

Datos frecuencia de causas de atrasos				
Causas	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
Problemas de coordinación	47	47	33,10%	33,10%
Atrasos por lluvias	31	78	21,83%	54,93%
Dependencia del Supervisor Técnico	26	104	18,31%	73,24%
No estandarización del proceso	15	119	10,56%	83,80%
Solicitud tardía de reabastecimiento	13	132	9,15%	92,96%
Otras causas	10	142	7,04%	100,00%

Fuente: Elaboración propia 2022

Con base al Diagrama de Ishikawa y la información recopilada de las frecuencias de las causas, se procedió a realizar un Diagrama de Pareto para determinar cuáles son aquellos inconvenientes que causan un mayor impacto en el no cumplimiento de la demanda, el cual se muestra a continuación:

Figura 17. Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia 2022

El Diagrama de Pareto evidencia que existen tres principales causas que generan tiempos improductivos en las implementaciones, resultando en primera instancia el problema de coordinación que es de que mayor frecuencia con un 33.10%, seguido por el factor lluvia con un 21.83% y la dependencia de la disponibilidad del Supervisor Técnico con el 18.31% del total de las causas. Estos tres factores suman 73.24% de los atrasos en las instalaciones.

Capítulo V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Con la finalidad de poder cumplir con la demanda y mejorar la productividad del área de instalaciones de enlaces de última milla inalámbrica de la compañía basado en los resultados analizados en el capítulo IV, se procederá a realizar un plan para atacar directamente las diferentes causas que se evidenciaron anteriormente.

Para implementar las propuestas planteadas en este capítulo se realizó una reunión con el director de Operaciones de AB Tecnología para validar la viabilidad de cada una de ellas y se obtuvo una respuesta afirmativa.

De acuerdo con el análisis realizado en el capítulo anterior, la prioridad de la implementación de la solución se realizó basada en los resultados que impactan mayormente la productividad.

Se determinó realizar una matriz que resume las propuestas planteadas según las diferentes causas identificadas.

Tabla 6. Propuestas planteadas

Propuestas planteadas	
Causas	Propuesta
Problemas de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> •Validación de envío de correos a los clientes finales. •Llamadas telefónicas de confirmación de ingreso de cuadrillas.
Atrasos por llluvias	<ul style="list-style-type: none"> •Modificación de horario ordinario de las cuadrillas de 6:00 am hasta 4:30 pm . •Implementación de Kits para lluvia.
Dependencia del Supervisor Técnico	<ul style="list-style-type: none"> •Plan de capacitación en redes inalámbricas . •Adicionar técnicos de soporte Nivel II. •Preconfiguración de equipos oficinas AB Tecnología
No estandarización del proceso	<ul style="list-style-type: none"> •Estandarización de proceso basado en buenas prácticas
Solicitud tardía de reabastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> •Desarrollo de modulo de inventario del ERP que actualmente usa la compañía para llevar un control del reabastecimiento de materiales.
Otras causas	<ul style="list-style-type: none"> •Convenio de reabastecimiento de combustible con una compañía de estaciones de servicio a nivel nacional . •Implementación de sistema de GPS para flotilla vehicular.

Fuente: Elaboración propia 2022

5.2 PROPUESTA DE MEJORA

La implementación de las diferentes propuestas de mejora se llevará a cabo para erradicar o minimizar las causas raíz y el impacto negativo generado en la productividad de las cuadrillas destacadas en el proyecto.

5.2.1 Mejora en coordinación

Las cuadrillas en múltiples ocasiones llegan donde el cliente final para poder realizar el Site Survey y comenzar las labores de factibilidad del enlace, pero no se les permite el ingreso debido a que el PM del ISP no envió el correo a tiempo, o bien este correo no se envió del todo. En ocasiones este correo se envía, pero el destinatario no lo lee o pasa por alto la coordinación de ingreso. Para mejorar este atraso en el ingreso se realizan dos propuestas muy puntuales.

La primera propuesta es que cuando el PM del ISP envíe estos correos el jueves o viernes de la semana anterior a la implementación, se realice una copia oculta al PM de AB Tecnología para cerciorarse que esta coordinación se haya realizado de manera formal.

En segunda instancia se solicitó la autorización a los gerentes de Ingeniería B2B de los Proveedores de Servicios de Internet para que algún colaborador de la compañía pudiese realizar llamadas telefónicas de coordinación con los clientes finales para hacer un doble check de aprobación de ingreso de las cuadrillas.

En estas llamadas telefónicas se valida si se recibió el correo de coordinación en tiempo y forma, además de una validación de cualquier requisito adicional como pólizas de riesgos, capacitación de seguridad ocupacional, planilla de CCSS, pruebas Covid-19 negativas, dictamen médico, entre otras.

Para ello se realizó un documento denominado “Validación de Coordinación Telefónica” que la persona encargada de la llamada debe llenar en el transcurso de la conversación telefónica con la persona que autoriza el ingreso a las instalaciones del cliente final. Ver Anexo 1

Adicionalmente, para realizar estas llamadas se realizaron capacitaciones a dos personas administrativas y a la PM de AB Tecnología por parte de los ISP, para homologar el protocolo de atención realizado por la unidad de servicio al cliente de los departamentos de B2B. La iniciativa de dicha capacitación se propone para evitar cualquier riesgo, debido a que estas llamadas se realizan a nombre de los ISP, si estas llamadas no se realizan bajo el mismo estándar de calidad, esto puede generar una mala imagen y hasta generar sospechas de estafa telefónica por parte de los clientes finales.

5.2.2 Mejora de temas climatológicos

En el brainstorming realizado se determinó que el factor climatológico influye directamente en la suspensión parcial de las instalaciones debido a varias circunstancias tales como que los colaboradores se mojen, no se puedan abrir los gabinetes de telecomunicaciones porque los equipos electrónicos se expongan a la lluvia, posibles descargas eléctricas por rayería, entre otros.

Las lluvias impactan en invierno especialmente y es un factor ambiental del cual no se puede tener el control total. De lo que sí se tiene conocimiento por la experiencia de las cuadrillas en planta externa, es que en época de invierno es más frecuente que las precipitaciones sean en la tarde y no en horas de la mañana.

Según lo expuesto en el párrafo anterior, se planteó la propuesta de cambiar el horario de los colaboradores de las cuadrillas lo más temprano posible para que así puedan aprovechar de mejor manera las mañanas donde no se ven tan frecuente afectados por temas de lluvias. Esta propuesta fue validada por el departamento Legal de AB Tecnología, la cual obtuvo un visto bueno para su implementación, en la cual también hubo una modificación en los contratos con la aceptación de los colaboradores.

El nuevo horario de trabajo es de 6:00 am a 4:30 pm de lunes a viernes, el cual comenzó a regir a partir del 15 de junio del 2022. Las horas trabajadas antes o después de dicho horario son pagadas como horas extraordinarias.

Con este horario lo que se busca es que a partir de las 7:00 am se esté comenzando el Site Survey para validar la factibilidad del enlace y que el cliente final reciba lo antes posible a las cuadrillas en sus instalaciones. En los casos en los que el cliente no pueda recibir a las cuadrillas a esta hora, se plantea la opción de comenzar del lado de la torre de telecomunicaciones para confirmar la línea vista.

Para mitigar el tiempo improductivo por causa de las precipitaciones, se propone la compra de kits para lluvias. Estos kits incluyen para cada colaborador una capa impermeable, zapatos dieléctricos impermeables, un juego de camisas del uniforme adicional y un paraguas grande. Adicionalmente, se incluye para cada cuadrilla un toldo de 3X3 metros.

Esta medida lo que procura es que siempre y cuando no se exista una tormenta eléctrica los colaboradores puedan continuar con algunas labores, aunque tengan que cambiar la prioridad de las tareas sin tener que paralizar del todo los trabajos.

5.2.3 Mejora de configuración de equipos

Para dejar de depender del Supervisor Técnico en las configuraciones de los enlaces inalámbricos se determinaron dos mejoras puntuales para disminuir los tiempos en campo relacionados a estos temas y evitar atrasos en las entregas de los servicios.

Se realizará un plan de capacitación de redes inalámbricas que será liderado por el director de Ingeniería, uno de los ingenieros en redes y el supervisor técnico. Este plan de capacitación está dirigido a los diferentes miembros de las cuadrillas y a los colaboradores de la unidad de soporte técnico para que, si fuese necesario, ellos les den soporte a las cuadrillas. Ver Anexo

Estas capacitaciones lo que buscan es generar un mayor conocimiento técnico a los integrantes de las cuadrillas brindándoles conceptos más específicos y especializados de las redes inalámbricas, para que así puedan por sí mismos resolver los diferentes problemas que surgen a la hora de las implementaciones y evitar depender de la disponibilidad del supervisor técnico. Adicionalmente, el rol de soporte a las cuadrillas no se va a limitar a una sola persona, sino que también se va a contar con al menos cuatro técnicos de soporte nivel II que tiene la compañía en otros proyectos.

Para complementar la propuesta de mejora se realizará una preconfiguración de las antenas y se enlazarán entre sí en la oficina para que los técnicos de las cuadrillas al llegar al sitio disminuyan estos tiempos de entrega del servicio, ya que esta es la última tarea del proceso y se realiza al finalizar la jornada laboral del personal del cliente. En muchas ocasiones la configuración de los equipos no se puede concluir el mismo día porque deben cerrar las instalaciones del cliente y esto genera costos adicionales porque el día siguiente se debe realizar una revisita para concluir con la entrega del servicio.

5.2.4 Mejora en la estandarización de los procesos

En la medición de la producción de las cuadrillas se determinó que la cuadrilla 1 tiene un rendimiento menor a la cuadrilla 2. Esto en gran parte se debe a que no existe una estandarización del proceso de instalación de las antenas tanto en la torre como en el cliente.

Se realizó una reunión con los miembros de las cuadrillas para determinar cuál es la manera más productiva de realizar las tareas del proceso basado en buenas prácticas, ya que ambos equipos de trabajo no laboran siguiendo un orden específico de las actividades. Con esta información se realizará un manual del proceso que las cuadrillas deberán seguir al realizar las instalaciones.

A partir de la estandarización de este proceso se espera reducir los tiempos en ambas cuadrillas de trabajo y equiparar la productividad entre sí,

debido a que la cuadrilla 1 era menos productiva en un 14.6% con relación a la cuadrilla 2.

5.2.5 Mejora en el proceso de reabastecimiento

El proceso para reabastecer a los equipos de trabajo de los insumos requeridos en las instalaciones, en varias ocasiones generó atrasos al iniciar las implementaciones, sobre todo los lunes debido a que los días que se realizaban los pedidos eran los jueves o los viernes de la semana anterior.

En AB Tecnología no existe ningún procedimiento para validar el punto de reorden o alguna persona que se encargue de estar pendiente de cuándo es el momento indicado de solicitar el reabastecimiento de los materiales y equipos.

Actualmente la compañía posee un ERP que utiliza parcialmente para temas contables y de ventas; sin embargo, el sistema tiene dentro de sus capacidades herramientas de inventarios que no son utilizadas. Estas herramientas están incluidas en licencias estándar que la compañía paga anualmente.

La mejora propuesta en este aspecto es la utilización de este ERP para llevar el inventario de los insumos del proyecto, donde se pueda definir un punto de reorden basado en lead time y el consumo de cada uno de los materiales para que en ningún momento algún SKU llegue a tener inexistencias en el inventario.

El encargado de monitorear las existencias y los puntos de reorden es el jefe de Operaciones.

5.2.6 Mejoras en el manejo de la flotilla vehicular.

Según el director de Operaciones de la compañía un tiempo improductivo que comúnmente genera atrasos es al momento de realizar el abastecimiento de combustible en las estaciones de servicio ya que el pago lo deben realizar los choferes en sitio y estos no cuentan con un presupuesto para ello, si no que deben esperar hasta que la compañera que maneja la caja chica les realice la transferencia para poder irse. Este proceso en ocasiones tarda hasta 45 minutos debido a que la compañera está en otras tareas o no posee el monto suficiente para poder realizar el pago.

Existen algunos convenios entre bancos o propiamente con las estaciones de servicio para poder realizar el abastecimiento de combustible sin que los colaboradores tengan que pagar en sitio y más bien las compañías tengan un crédito controlado. Esta mejora procura que el tiempo de espera para llenar de combustible los vehículos no tarde más de 5 minutos.

La compañía carece de un control real del kilometraje y de la ubicación de los vehículos. En algunas ocasiones los gerentes se han encontrado con vehículos en lugares fuera de ruta y hasta en horarios no permitidos, ya que los colaboradores en muchas ocasiones se llevan los vehículos de la compañía para sus casas para realizar guardias o si requieren salir de madrugada.

Para mejorar esta situación se propone utilizar un sistema de GPS que pueda monitorear las rutas utilizadas por las cuadrillas y que se puedan generar diversas alertas sobre la utilización de la flotilla vehicular. Esta mejora procura llevar un control para disminuir el tiempo de traslado de los equipos

de trabajo y garantizar que los recorridos sean los correctos para las rutas asignadas.

Algunos beneficios que tiene el despliegue de estas plataformas es que generan reportes de quién es el chofer que maneja el vehículo, si sobrepasa los límites de velocidad establecidos, si el carro está encendido sin moverse, entre otras funciones.

5.3 SMART PLAN

Para el cumplimiento de las mejoras establecidas anteriormente se determina realizar un Smart Plan para asegurar el cumplimiento de las metas. Este plan de acción se llevará a cabo estratégicamente en conjunto con el director de operaciones de AB Tecnología. En ocasiones anteriores, a la compañía se le ha complicado en sobre manera ejecutar mejoras en la organización debido a que nunca se ha realizado un plan de implementación, ni se ha llevado un control de ejecución de las tareas. Es por ello por lo que el Smart Plan es una herramienta que genera gran valor al proyecto y se espera que los resultados sean medibles en corto plazo.

Las propuestas realizadas en este capítulo se basan en este Modelo Smart donde cada una de ellas debe ser específicas, medibles, alcanzables, relevantes y temporal. Adicionalmente en este plan se definirán los responsables de las tareas.

A continuación, se detalla el Smart Plan:

Figura 18. SMART Plan

Problema	Plan de Acción	Responsable/supervisor
<p>Coordinación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reunión de aprobación de propuesta del gerente de Ingeniería de B2B para el 24 de junio de 2022. ✓ Capacitación de protocolo de atención telefónica de los ISP en la última semana del mes de junio. ✓ Envío de correos de coordinación con copia oculta a partir del 1 de julio de 2022. ✓ Llamadas de coordinación con los clientes de finales comenzando el 1 de julio de 2022. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gerente de Operaciones ➤ Project Manager ➤ Project Manager ISP/ Project Manager ➤ Asistente administrativo/Project Manager
<p>Efecto climático</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar el cambio de horario actual al planteado de 6:00 a.m. hasta 4:30 p.m. a partir de mes de julio. ✓ Compra y distribución de los Kits de lluvia en la última semana de junio. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gerente de Operaciones/Departamento Legal ➤ Supervisor de Operaciones/Compras

<p>Configuración de equipos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plan de capacitación en redes inalámbricas tanto para los técnicos de las cuadrillas como los de soporte técnico en comenzando la segunda quincena de junio y concluyendo la segunda quincena de julio. ✓ Ampliar la atención de soporte especializado a los técnicos de las cuadrillas con 5 personas en total a partir del 1 de julio. ✓ Preconfiguración básica de las antenas en laboratorio de AB Tecnología a partir del mes de julio. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gerente de Ingeniería/Supervisor Técnico ✓ Departamento Ingeniería. ✓ Supervisor Técnico
<p>Estandarización del proceso</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reunión de definición de optimización de tareas del proceso de instalaciones en la segunda quincena de junio. ✓ Creación del manual del proceso de instalaciones tanto en las torres como en el cliente a partir del 30 junio. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gerente de Operaciones/ Project Manager ➤ Project Manager

<p>Reabastecimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacitación del uso del ERP en el Sistema de Inventarios por parte del proveedor para el mes de agosto. ✓ Ingreso de información de los SKU que se requieren en el proyecto de enlaces última milla inalámbrico finalizando en setiembre del 2022. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proveedor ERP/Project Manager ➤ Asistente Administrativo/ Project Manager
<p>Flotilla Vehicular</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Convenio con la compañía de estaciones de servicio DELTA bajo el convenio de Maxi Flota a partir del 22 de junio. ✓ Convenio de monitoreo de geolocalización de la flotilla vehicular en el mes agosto. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Director Financiero/ Director de Operaciones ➤ Director Financiero/ Director de Operaciones

Fuente: Elaboración propia 2022

5.4 Análisis costo/beneficio

La compañía en los primeros cinco meses del año no logro instalar un total de 22 clientes por lo que dejo de percibir la suma de ¢18 542 042.00 por no cumplir con la demanda solicitada por los ISP. El monto promedio de la instalación incluyendo materiales, antenas y mano de obra es de ¢842 820.00.

Tabla 7. Monto sin percibir.

Monto sin percibir situación actual					
Mes	Instalaciones Meta	Instalaciones Entregadas	Instalaciones sin realizar	Costo Promedio	Monto sin Percibir
Enero	39	35	4	¢842 820,00	¢3 371 280,00
Febrero	35	29	6	¢842 820,00	¢5 056 920,00
Marzo	40	42	-2	¢842 820,00	-¢1 685 640,00
Abril	42	34	8	¢842 820,00	¢6 742 560,00
Mayo	44	38	6	¢842 820,00	¢5 056 920,00
Total	200	178	22	¢842 820,00	¢18 542 040,00
Total	¢18 542 040,00				

Fuente: Elaboración propia 2022

De mantenerse esta tendencia el monto promedio mensual seria ¢3 708 408.00 que se dejarían de percibir, para un total de ¢44 500 896.00 en el año 2022.

5.4.1 Costo mejoras propuestas

Para solventar el problema de coordinación dentro de las mejoras propuestas se debe realizar un doble chequeo de validación para los ingresos de las cuadrillas a las instalaciones de los clientes finales donde se realizan llamadas telefónicas de validación. Esta coordinación tiene un promedio de duración de 23 horas mensuales de con un costo promedio de ¢3 900.00, ya que estas llamadas las realizan la Project Manager o una asistente administrativa de la compañía.

Tabla 8. Mejora coordinación.

Mejora Coordinación				
Descripción	Cantidad de Clientes	Duración Horas	Costo Hora	Total Mensual
Llamadas Julio	42	23	¢3 900,00	¢89 700,00
Total Coordinación			¢89 700,00	

Fuente: Elaboración propia 2022

En la propuesta de los atrasos producidos por los efectos climatológicos se debe de suministrar a las cuadrillas un kit para evitar detener las tareas parcial o totalmente, siempre y cuando las condiciones del tiempo no sean riesgosas para la salud e integridad de los colaboradores.

A continuación, se detalla el costo de esta propuesta:

Tabla 9. Mejora efectos climatológicos

Mejora efectos climatologicos					
Kit	Capa Impermeables	Zapatos Impermeables	Camisa Uniforme	Paraguas Grande	Toldo
Cuadrilla 1	2	2	2	2	1
Cuadrilla 2	2	2	2	2	1
Total	4	4	4	4	2
Costo unitario	¢15 360,00	¢42 600,00	¢11 500,00	¢12 255,00	¢43 995,00
Total	¢61 440,00	¢170 400,00	¢46 000,00	¢49 020,00	¢87 990,00
Total Kits	¢414 850,00				

Fuente: Elaboración propia 2022

Con relación a la propuesta de los atrasos producidos por las configuraciones se determinó realizar un plan de capacitación para que exista una mayor cantidad de recursos disponibles que puedan dar soporte a los equipos de trabajo en caso de necesitarlo. Esta capacitación también reforzó muchos conceptos técnicos y conocimiento especializado que las cuadrillas carecían.

La duración de la planificación del plan de capacitación y la preparación del material tardo aproximadamente 5 horas en las cuales se vieron involucrados el director de Ingeniería, uno de los ingenieros en redes de la empresa y el supervisor técnico. Los costos asociados a esta mejora se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 10. Plan de capacitación.

Plan de Capacitación				
Colaboradores	Cantidad	Horas Capacitación	Costo Hora	Costo Total
Director de Ingeniería	1	13	¢13 650,00	¢177 450,00
Ingeniero en Redes	1	13	¢8 450,00	¢109 850,00
Supervisor Técnico	1	13	¢5 525,00	¢71 825,00
Técnicos Nivel II	4	8	¢4 485,00	¢143 520,00
Técnicos Cuadrillas	4	8	¢3 380,00	¢108 160,00
Total Capacitación	¢610 805,00			

Fuente: Elaboración propia 2022

Adicionalmente al plan de capacitación también se propuso realizar preconfiguraciones de los equipos desde la oficina para que evitar que estos trabajos los realicen los jefes de cuadrilla en sitio donde existen muchos factores que pueden generar atrasos. El costo de realizar estas configuraciones para el mes de julio fue de ¢154 700.00

Tabla 11. Plan preconfiguración de enlaces.

Plan de Preconfiguración de Enlaces			
Colaborador	Horas Mensual	Costo Hora	Costo Mensual
Supervisor Técnico	28	₡5 525,00	₡154 700,00
Total Preconfiguración	₡154 700,00		

Fuente: Elaboración propia 2022

Dentro del plan de acciones a realizar se propuso estandarizar los procesos y las tareas que las cuadrillas realizan debido a que los trabajos de implementación se realizaban de manera distinta, por lo tanto, la cuadrilla con más experiencia realizaba más instalaciones mensuales que la otra.

Para realizar esta mejora de nivelación de las cuadrillas se realizó una sesión de 2 horas con las cuadrillas y adicionalmente la PM tardo 2 horas más en el tema de la documentación.

Tabla 12. Mejora estandarización de procesos

Mejora Estandarización de Procesos					
Descripción	Cantidad	Horas Estandarización	Costo	Hora	Costo Total
Project Manager	1	4	¢4 550,00		¢18 200,00
Jefe Operativo	1	2	¢4 680,00		¢9 360,00
Técnicos Cuadrillas	4	2	¢3 380,00		¢27 040,00
Total Estandarización					¢54 600,00

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la propuesta de utilización del ERP que actualmente paga la compañía para la mejora en el proceso de reabastecimiento del inventario y con ello evitar atrasos, se le solicito al proveedor que da soporte a la solución que brindara una pequeña capacitación a una asistente administrativa y al jefe de Operaciones para explicarle el uso de la aplicación de los inventarios y como definir las alertas del punto de reorden de cada SKU en el sistema.

El costo implícito de este punto es mínimo debido a que se prevé a finales agosto una reunión de 30 minutos con los dos colaboradores y el ingreso de los SKU al sistema previsto para setiembre no representa tampoco mayor tiempo. La licencia que paga actualmente la compañía por el ERP incluye el uso de la herramienta de inventarios, por tanto, esta propuesta no tiene ningún costo significativo para la compañía.

Con respecto a la mejora del manejo de la flotilla vehicular se determinó que se iba a utilizar un convenio con las estaciones de servicio Delta llamado

Maxi Flota que es un monto de crédito quincenal de un millón de colones para abastecer de combustible a los vehículos de la compañía. Esta solución da trazabilidad del kilometraje recorrido, cual es el chofer que maneja el vehículo y minimiza el tiempo de estadía en las estaciones de servicio.

Este convenio no tiene un costo asociado debido a que el único monto a desembolsar es del consumo de combustible. Adicionalmente esto genera un beneficio de una línea de crédito de 15 días con el que la empresa no contaba.

Para finales del mes de agosto, se estima que ya se tendrán instalados solo sistemas GPS en los vehículos. Con este control se obtendrá mayor control de las rutas y los desplazamientos de las cuadrillas. Un valor agregado de esta solución es que se pueden generar alertas sobre límites de velocidad, si el vehículo está encendido sin moverse, apagado remoto del vehículo en caso de robo, entre otros. El costo de esta última propuesta se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 13. Mejora control por GPS.

Plan Control por GPS			
Descripción	Cantidad	Costo Mensual	Total Mensual
Vehiculo 4x4	2	13600	¢27 200,00
Total GPS			¢27 200,00

Fuente: Elaboración propia 2022

Se hizo una proyección del costo total de las propuestas para el segundo semestre del 2022 donde da como resultado un costo total de ¢2 709 855.00. Este monto se estima calculando las propuestas que llevan una única inversión inicial y las otras que tienen costos mensuales.

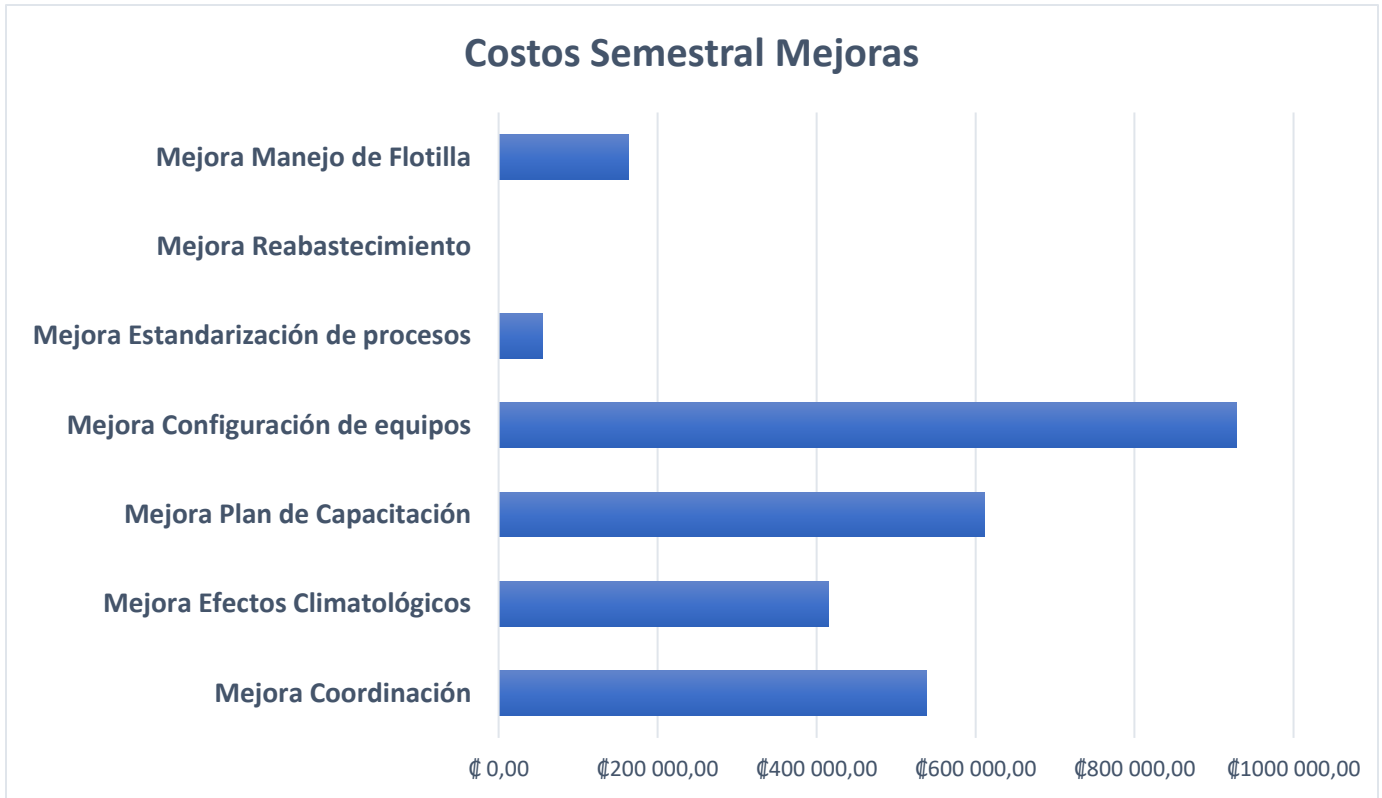
Tabla 14. Costos segundo semestre

Costos segundo semestre 2022			
Descripción	Costo Mensual	Meses de Inversión	Total Semestre
Mejora Coordinación	¢89 700,00	6	¢538 200,00
Mejora Efectos Climatológicos	¢414 850,00	1	¢414 850,00
Mejora Plan de Capacitación	¢610 805,00	1	¢610 805,00
Mejora Configuración de equipos	¢154 700,00	6	¢928 200,00
Mejora Estandarización de procesos	¢54 600,00	1	¢54 600,00
Mejora Reabastecimiento	¢0,00	0	¢0,00
Mejora Manejo de Flotilla	¢27 200,00	6	¢163 200,00
Total	¢2 709 855,00		

Fuente: Elaboración propia 2022

En siguiente grafico se demuestra cuáles son las mejoras que tienen mayor costo y cuales tiene un costo bajo o nulo.

Figura 19. Costos semestral mejoras.



Fuente: Elaboración propia 2022

5.4.2 Beneficio proyectado.

Basado en los resultados esperados se plantea realizar una comparativa entre la situación actual de la compañía y la situación luego de la implementación de las mejoras propuestas en este proyecto de graduación. El beneficio proyecto es el cumplimiento total de la demanda de instalaciones

de última milla inalámbrica según el promedio mensual de solicitudes de los primeros cinco meses del año.

En la situación actual la compañía tuvo una producción promedio de 35,6 instalaciones mensuales, dejando de realizar un promedio 4.4 servicios mensuales. Con base a las propuestas realizadas se proyecta una producción mensual de al menos 40 instalaciones promedio para así cumplir con la demanda solicitada por los ISP.

Tabla 15. Diferencia mensual proyectada.

Diferencia Mensual Producción					
Descripción	Instalaciones Meta Mensual	Instalaciones Entregadas Mensual	Instalaciones sin Realizar	Costo Promedio	Monto Mensual
Situación Actual	40	35,60	4,40	¢842 820,00	¢30 004 392,00
Situación Proyectada	40	40	0	¢842 820,00	¢33 712 800,00
Total Diferencia Mensual					¢3 708 408,00

Fuente: Elaboración propia 2022

Con el aumento de productividad de las cuadrillas de trabajo, se estima que el incremento promedio en la facturación mensual sea de ¢3 708 408.00. Esta proyección está planteada para los últimos 6 meses del año en curso por lo que el aumento de la facturación para este periodo se plantea que sea de ¢22 250 448.00.

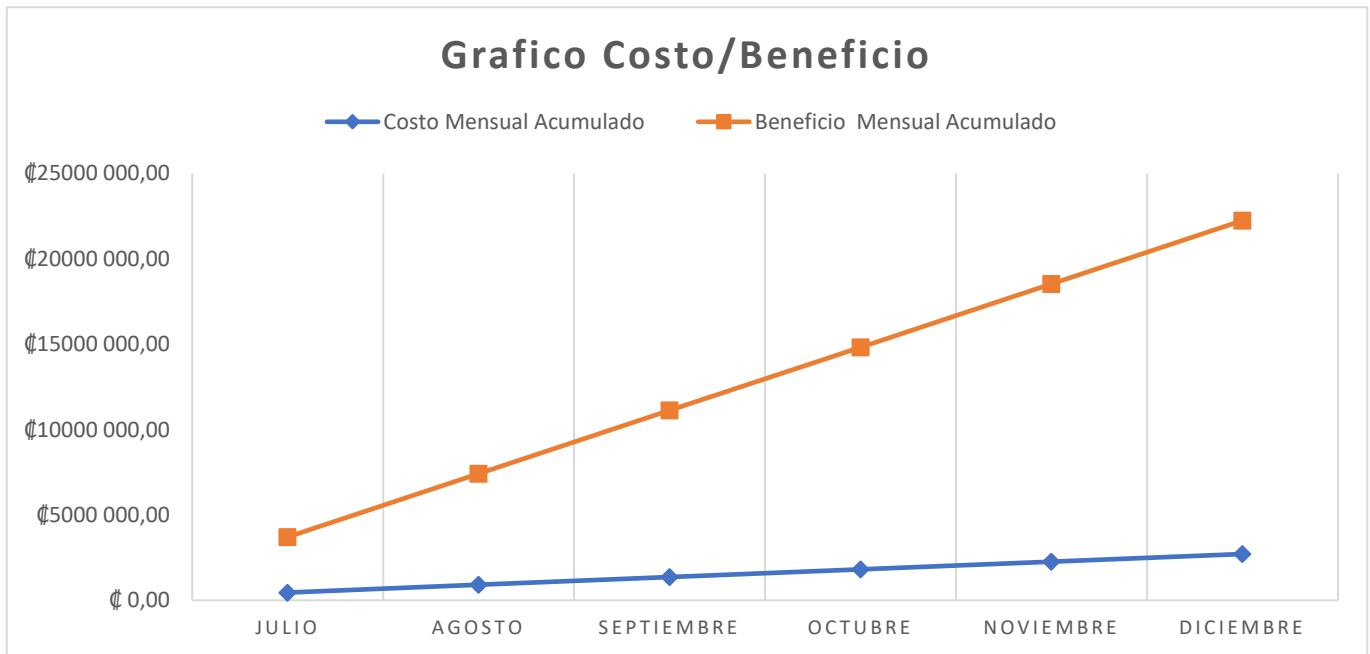
Tabla 16. Costo/Beneficio Semestral.

Costo/ Beneficio Semestral				
Mes	Costo Promedio Mensual	Costo Mensual Acumulado	Beneficio Promedio Mensual	Beneficio Mensual Acumulado
Julio	¢451 642,50	¢451 642,50	¢3 708 408,00	¢3 708 408,00
Agosto	¢451 642,50	¢903 285,00	¢3 708 408,00	¢7 416 816,00
Septiembre	¢451 642,50	¢1 354 927,50	¢3 708 408,00	¢11 125 224,00
Octubre	¢451 642,50	¢1 806 570,00	¢3 708 408,00	¢14 833 632,00
Noviembre	¢451 642,50	¢2 258 212,50	¢3 708 408,00	¢18 542 040,00
Diciembre	¢451 642,50	¢2 709 855,00	¢3 708 408,00	¢22 250 448,00
Beneficio Total	¢19 540 593,00			

Fuente: Elaboración propia 2022

El costo promedio mensual es de ¢451 642.50 y el beneficio promedio mensual es de ¢3 708 408.00. Para finalizar el año 2022 se estima que costo/beneficio de esta propuesta sea de ¢19 540 593.00.

Figura 20. Gráfico Costo/Beneficio



Fuente: Elaboración propia 2022

5.5 Resultados parciales.

La mayor parte de las propuestas planteadas se proyectó que se implementaran para finales de julio para comenzar a visualizar las mejoras del proceso lo antes posible, debido a que cada una de las instalaciones que no se atendieran en el mes es dinero que la compañía deja de percibir.

En este apartado del proyecto se desarrollará los resultados sobre el cumplimiento de la demanda del mes de julio del presente año. Estos son los primeros resultados que arroja este estudio y se espera que la productividad de las cuadrillas mejore conforme pasen los meses.

Tabla 17. Producción julio

Produccion julio			
Mes	Instalaciones Meta	Instalaciones Entregadas	Porcentaje de cumplimiento
Julio	41	41	100,00%

Fuente: Elaboración propia 2022

Por primera vez en el año se logró cumplir con la cantidad de instalaciones solicitadas por los ISP. Sin embargo, estas instalaciones se realizan con un numero alto de horas extras pagadas a los colaboradores de las cuadrillas.

La cuadrilla número 1 en el julio logro instalar 20 clientes superando el mejor mes del año que fue en marzo cuando realizó 19 instalaciones. Por su parte la cuadrilla numero 2 logro instalar 21 clientes aumentando también su promedio de 19.20 instalaciones al mes.

Tabla 18. Producción por cuadrilla julio.

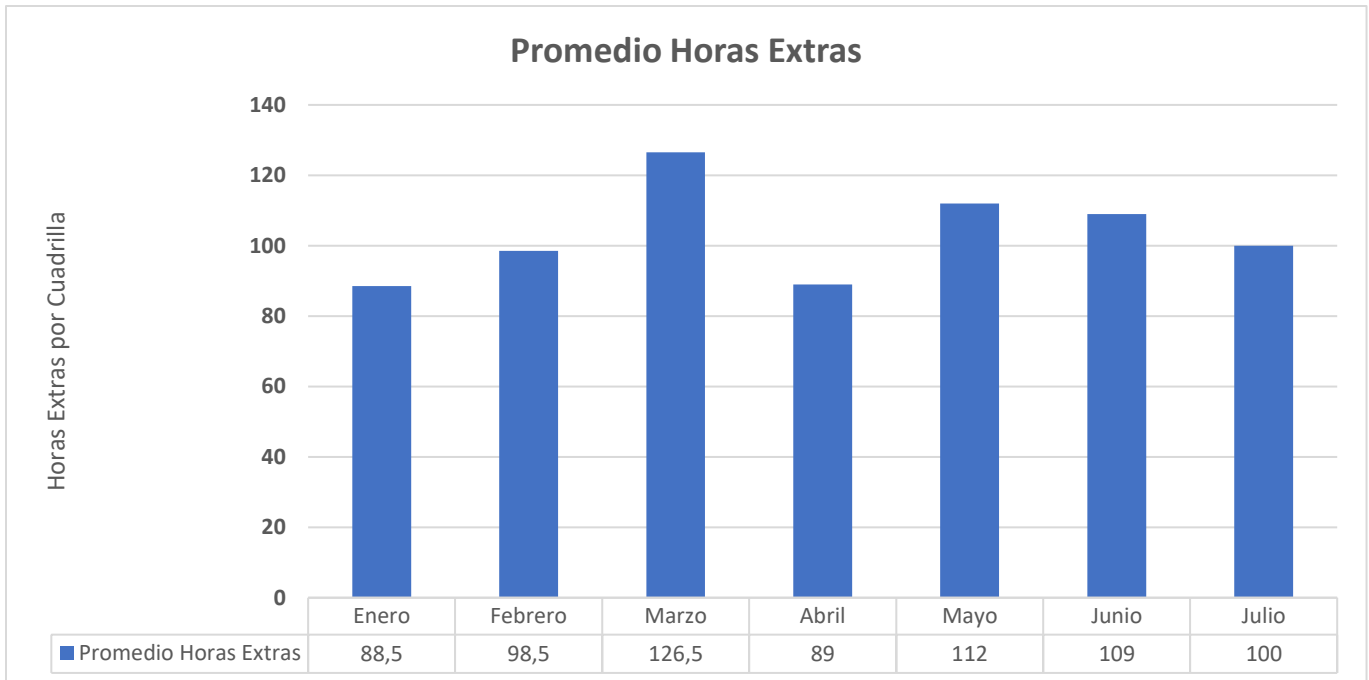
Produccion por cuadrilla julio			
Mes	Cuadrilla 1	Cuadrilla 2	Instalaciones Entregadas
Julio	20	21	41

Fuente: Elaboración propia 2022

Por otra parte, el pago de horario extraordinario es una mejora complementaria en la que esta propuesta podría colaborar en el futuro para mejorar la productividad de la compañía en las instalaciones de enlaces de última milla inalámbricos. En el lapso de enero a junio se obtuvo un promedio de 104 horas extras por mes por cuadrilla distribuido entre los dos colaboradores que las confirman. Para el mes julio de hubo una leve disminución en este promedio lo que se podría intuir que este proyecto contribuyo no solo en el aumento de la producción para cumplir con la demanda solicita por los ISP, sino que también en la rebaja de pago de horas extraordinarias que devenga la compañía a los colaboradores destacados en estas implementaciones.

A continuación, se detalla la cantidad de horas extras laboradas por los colaboradores:

Figura 21. Promedio Horas Extras



Fuente: Elaboración propia 2022

El seguimiento de las mejoras implementadas podría generar beneficios sustanciales en la disminución del pago de horas extraordinarias las cuadrillas de trabajo. Se estima que monto podría bajar hasta en un 40% del dinero que la compañía devenga actualmente por este concepto. Adicionalmente, el trabajar tantas horas extras por mes desgasta a los trabajadores de sobremanera tanto física como emocionalmente por lo que este estudio ayudara también a mejorar su calidad de vida.

5.6 Control de implementación

El control de producción y la generación de los KPIs para garantizar la sostenibilidad de las mejoras en el tiempo, es imperioso para mantener el éxito de cualquier proyecto. Para ello se designó a la PM como la persona encargada de la creación de los KPIs de las instalaciones de las cuadrillas de trabajo. Una vez que estos indicadores son generados la persona que debe estar revisando estos datos es el director de Operaciones de la compañía.

Se acordó realizar sesiones de trabajo semanales para la presentación de estos indicadores a nivel interno donde la PM exponga los resultados de la semana anterior y sus posibles oportunidades de mejora. Por otra parte, también se coordinó una sesión mensual para presentar los KPIs con los departamentos de Ingeniería de B2B de cada uno de los ISP.

Una herramienta complementaria que se recomendó para garantizar el éxito de las tareas diarias y prever los diferentes riesgos asociados a las instalaciones, es realizar un Daily Scrum donde se tenga una visión 360 de las próximas 24 horas, para definir planes de acción ante posibles amenazas y priorizar las rutas críticas identificadas.

En estas sesiones de 15 minutos diarias es obligatorio la participación del jefe de Operaciones, el jefe técnico, la PM y el director de Operaciones de AB Tecnología.

Para la tener la trazabilidad de cada una de las tareas de implementación de las propuestas se generó un diagrama de Gantt, validando fechas de inicio, duración y finalización de cada una de ellas. Adicionalmente como estrategia de control se desarrolló un Matriz RACI para validar las responsabilidades y los roles de las personas involucradas.

Figura 22. Tareas diagrama de Gantt

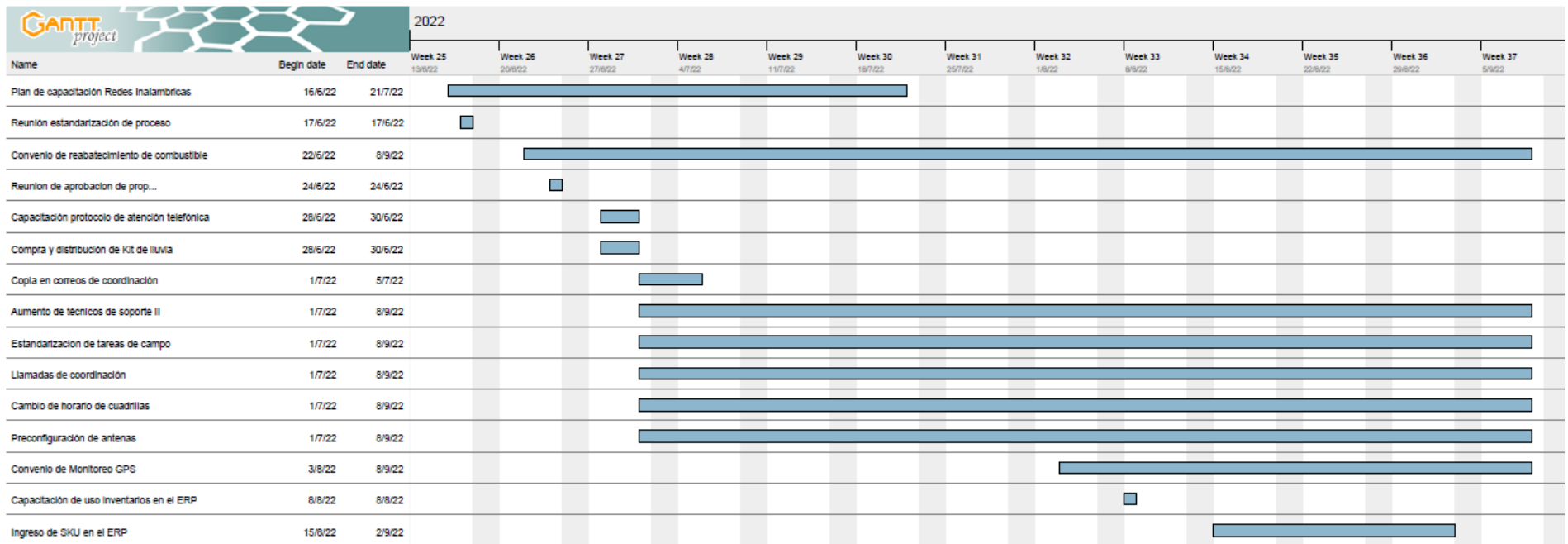
Tasks

Name	Begin date	End date
Plan de capacitación Redes Inalambricas	16/6/22	21/7/22
Reunión estandarización de proceso	17/6/22	17/6/22
Convenio de reabatecimiento de combustible	22/6/22	8/9/22
Reunion de aprobacion de propuestas de coordinación	24/6/22	24/6/22
Capacitación protocolo de atención telefónica	28/6/22	30/6/22
Compra y distribución de Kit de lluvia	28/6/22	30/6/22
Copia en correos de coordinación	1/7/22	5/7/22
Aumento de técnicos de soporte II	1/7/22	8/9/22
Estandarizacion de tareas de campo	1/7/22	8/9/22
Llamadas de coordinación	1/7/22	8/9/22
Cambio de horario de cuadrillas	1/7/22	8/9/22
Preconfiguración de antenas	1/7/22	8/9/22
Convenio de Monitoreo GPS	3/8/22	8/9/22
Capacitación de uso inventarios en el ERP	8/8/22	8/8/22
Ingreso de SKU en el ERP	15/8/22	2/9/22

Fuente: Elaboración propia 2022

Figura 23. Diagrama de Gantt

Gantt Chart



Fuente: Elaboración propia 2022

Figura 24. Matriz RACI

Matriz RACI								
Roles	Dir General	Dir Ingeniería	Dir Operaciones	Ger Financiero	Project Manager	Jefe Técnico	Cuadrillas	Stakeholders ISP
Tarea	R							
Plan de capacitación Redes Inalambricas	I	R	A	C	C	R	C	I
Convenio de reabatecimiento de combustible	A	I	R	C	I	I	I	
Reunion de aprobacion de propuestas de coordinación	I	I	C	I	R	I	I	A
Capacitación protocolo de atención telefónica			A	C	R	I	I	A
Compra y distribución de Kit de Lluvia	I		R	A	R	I	I	
Copia en correos de coordinación		I	A	I	R			A
Aumento de técnicos de soporte II	I	R	A	I	I	C	I	I
Estandarizacion de tareas de campo		I	A		C	C	R	
Llamadas de coordinación		I	A		R			C
Cambio de horario de cuadrillas	A	C	R	A	I	I	I	I
Preconfiguración de antenas		A	C		C	R	I	
Convenio de Monitoreo GPS	A	I	R	C	I	I	I	
Capacitación de uso inventarios en el ERP			C	A	R	I	I	
Ingreso de SKU en el ERP			A	R	I	I	I	
Variables RACI	R	Responsable	A	Aprobador	C	Consultado	I	Informado

Fuente: Elaboración propia 2022

Capítulo VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

En el este proyecto de graduación realizado en la empresa AB Tecnología, específicamente en el departamento de operaciones, en el proyecto de instalaciones de enlaces de ultima empresarial inalámbrica se determinaron varias conclusiones

6.1.1 Conclusiones del primer objetivo.

La compañía tenía problemas para lograr cumplir la demanda de instalaciones mensuales solicitada por los ISP. Se detalló el proceso que utilizaba la compañía utilizando un Diagrama de Flujo donde se identificaron las tareas y su secuencia.

Se realizó un análisis del proceso y se determinó las posibles causas raíz que afectaban la productividad de las cuadrillas. Para esto se llevó a cabo un diagrama de Ishikawa complementado con un diagrama de Pareto. Esto dio como resultado 5 principales y otras causas que no permitían alcanzar la demanda de instalaciones mensuales

6.1.2 Conclusiones del segundo objetivo.

Se realizan propuestas de mejoras de las principales causas identificadas. Adicionalmente se identifican algunas mejoras complementarias que ayudan al aumento de la productividad de la compañía.

Se determinó un plan de acción basado en el modelo SMART para garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Se implementaron prácticamente todas las mejoras propuestas y para el mes de julio dio como resultado el cumplimiento total de toda la demanda de dicho mes que fue de 41 clientes instalados.

6.1.3 Conclusiones del tercer objetivo.

Se realizó un análisis del costo de las mejoras versus el beneficio que estas generan. Este análisis costo/beneficio dio un resultado de ¢19 540 593.00 proyectado para el segundo semestre del 2022.

Se llegó a la conclusión que este proyecto colaborará en el futuro para que la compañía logre reducir los pagos por horas extraordinarias laboradas por los colaboradores de las cuadrillas.

6.2 Recomendaciones

Este estudio plantea una serie de mejoras en aras de aumentar la productividad de la compañía AB Tecnología para uno de sus servicios en específico. Sin embargo, a continuación, se generan una serie de recomendaciones para acrecentar la rentabilidad de la compañía de manera general.

- Se le recomienda a la dirección de Operaciones y a la dirección Financiera realizar un estudio para la disminución de horas extras que se pagan a los colaboradores debido a que se identificó poco control

en esta área, por tanto, esto traería beneficios importantes en la rentabilidad de la compañía.

- Se le recomienda al director de Operaciones realizar revisiones periódicas de los procesos y posibles mejoras de todos los servicios que ofrece la compañía en busca de una mejora continua.
- Se recomienda a todas las direcciones de la compañía continuar con el uso de la metodología DMAIC para el mejoramiento de la productividad, incluyendo tanto las herramientas utilizadas en este estudio como todas aquellas otras herramientas recomendadas en esta metodología.
- Se da la recomendación al director General dar seguimiento a las mejoras planteadas en este y analizar constantemente los resultados obtenidos para la pronta toma de decisiones en el caso de no cumplir con los objetivos esperados.
- Se le recomienda al director de Operaciones realizar un plan anual de capacitación a todos los técnicos de la compañía para ir mejorando el conocimiento profesional del equipo de trabajo y con ello aumentar los niveles de servicio.
- Se le recomienda al director General y al director de operaciones realizar certificaciones del modelo Scrum a ciertos colaboradores para apoyarse en estas metodologías ágiles en el manejo de los diferentes proyectos de la compañía.

Referencias bibliográficas

- 6 Ejemplos Objetivos SMART para tu empresa. (2016, mayo 19). *aventaja*.
<https://www.aventaja.com/blog/6-ejemplos-objetivos-smart-para-tu-empresa/>
- Asociación Española para la Calidad. (2019). *AEC - Diagrama SIPOC*. Diagrama de SIPOC. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>
- Bravo, K., Menéndez, J., & Peñaherrera, F. (2018). Comercialización de las empresas. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, mayo.
<https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>
- Fontalvo Herrera, T., De La Hoz Granadillo, E., Morelos Gómez, J., Fontalvo Herrera, T., De La Hoz Granadillo, E., & Morelos Gómez, J. (2018). LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL. *Dimensión Empresarial*, 16(1), 47-60. <https://doi.org/10.15665/dem.v16i1.1375>
- Garcia, M. (2019, octubre 3). Principales herramientas del lean Six Sigma ¿cómo aplicarlas? *APD España*. <https://www.apd.es/herramientas-del-lean-six-sigma/>
- Garcia, M. (2020, abril 13). ► ¿Qué es la 【 DAILY SCRUM 】 meeting? Qué SÍ y que NO. *ITTude*. <https://ittude.com.ar/b/scrum/que-es-la-daily-scrum/>
- Gómez Ross, M. S. (2021). *Aumento de la productividad en el departamento de servicio técnico al cliente en la empresa Emerson Electric, ubicada en*

- Guachipelín de Escazú durante el período de marzo a agosto de 2021.*
<http://13.87.204.143.uh.remotexs.xyz/xmlui/handle/123456789/6768>
- Gutiérrez Pulido, H. (2020). *Calidad y Productividad* (Quinta Edición). McGraw-Hill Interamericana. <https://ebooks7-24.com.uh.remotexs.xyz/stage.aspx?il=&pg=&ed=>
- Knöbl, E. (2018, mayo 8). *Objetivos SMART: Qué son y cómo utilizarlos.*
<https://www.titular.com/blog/objetivos-smart-que-son-y-como-utilizarlos>
- Lira, A. (2021, abril 13). *¿Cómo hacer un análisis de stakeholders?* *ExpokNews.*
<https://www.expoknews.com/como-hacer-un-analisis-de-stakeholders/>
- Martins, J. (2022, agosto 17). *Matriz RACI: Qué es y cómo crearla con ejemplos • Asana.* Asana. <https://asana.com/es/resources/raci-chart>
- Mayoral, M. A. M., & Socuéllamos, J. M. (2022). *Lean Seis Sigma para la mejora de procesos* (1.^a ed., Vol. 1). Universidad Miguel Hernández.
- Minetto, B. (2019, febrero 12). *¿Qué es DMAIC? - Blogdelacalidad.*
<https://blogdelacalidad.com/que-es-dmaic/>
- Moncada-Durruti, B. (Belén), & Alonso, S. (Susana). (2021). *Un nuevo, curioso y necesario KPI (Key Performance Indicators).*
<https://dadun.unav.edu/handle/10171/63037>
- Mora Arce, K. (2019). *Diseño e implementación de un plan para el mapeo de los procesos en el departamento de tecnologías de información de la coordinación general de proyectos del ICE, a través de la metodología DMAIC para*


aumentar *la* *productividad.*

<http://13.87.204.143.uh.remotexs.xyz/xmlui/handle/cenit/5861>

Muñoz Videla, F. (2015). *Evaluación de sistema de respuesta rápido para la instalación de antenas 3G y 4G en comunicación inalámbrica digital* [Thesis, Universidad Gabriela Mistral]. <http://repositorio.ugm.cl/>

Palacios, A. (2016). *Ingeniería de metodos, movimientos y tiempos* (Ediciones). Ecoe. <https://ebooks7-24.com.uh.remotexs.xyz/stage.aspx?il=&pg=&ed=>

Pérez, A. (2021, abril 25). *¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?* OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>

Santos, J. (2022, marzo 28). [Guía definitiva]  *Qué es un brainstorming y cómo te ayuda.* Blog de Inbound Marketing y Ventas | RD Station. <https://www.rdstation.com/blog/es/brainstorming-que-es/>

Vidal, B. P., Soler, V. G., & Molina, A. I. P. (2018). Metodología Six Sigma. Comparación entre ciclo PDCA y DMAIC. *Cuadernos de investigación aplicada*, 2018, ISBN 978-84-949535-4-5, págs. 27-34, 27-34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7173589>

Anexos.

Anexo 1. Validación coordinación telefónica

Validación de coordinación telefónica				
Datos Generales				
Nombre del cliente				
Ubicación		Fecha		
Nombre de contacto		Telefono 1		
Correo electrónico		Telefono 2		
Datos para ingresos				
Fecha de visita		Hora de ingreso		
Persona que autoriza		Puesto		
Requerimientos				
Nombre de técnicos	SI		NO	
Placa de vehiculo	SI		NO	
Poliza de riesgos	SI		NO	
Planilla de CCSS	SI		NO	
Certificado de alturas	SI		NO	
Curso de Seguridad Ocupacional	SI		NO	
Hoja de delincuencia	SI		NO	
Dictamen médico	SI		NO	
Carnet de vacunas Covid 19	SI		NO	
PCR Negativa Covid 19	SI		NO	
Otros	SI		NO	
Observaciones:				

Encargado de coordinación

Encargado de coordinación ISP

Anexo 2. Plan de capacitación

Plan de capacitación			
Temario	Responsable	Duración	Fecha
Redes Básicas	Supervisor Técnico	1 h	16/6/2022
Redes Inalámbricas	Gerente Ingeniería	2 h	23/6/2022
Configuración de equipos PTP	Ingeniero en Redes	1 h	30/6/2022
Configuración de equipos PMP	Gerente Ingeniería	1 h	7/7/2022
Configuración demarcador	Supervisor Técnico	1 h	14/7/2022
Troubleshooting	Ingeniero en Redes	2 h	21/7/2022