

**Determinación de la causa raíz del proceso operativo de la empresa TECHSALUD S.A.S, a
través de la integración y análisis de las metodologías C&R y análisis multivariado**

Nicolas Osorio Arguelles

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Director

Frank Nicolas Delgado Moreno

Maestría en Ciencias de Sistemas de Manufactura

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Industrial

2024

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas y a la institución que contribuyeron de alguna manera al desarrollo y culminación de este proyecto de grado.

En primer lugar, agradezco a esa persona que siempre estuvo ahí para dar su constante ánimo y motivación durante este proceso. Sus palabras de aliento y apoyo fueron un motor importante para seguir adelante.

A mi director Frank Nicolas Delgado Moreno por su orientación, apoyo y dedicación a lo largo de todo el proceso. Su experiencia y sabiduría fueron fundamentales para superar los desafíos y alcanzar los objetivos propuestos.

También quiero agradecer a todo el equipo de Techsalud por abrirme las puertas de su empresa y brindarme el acceso a la información y recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Su colaboración y disposición fueron invaluable para el éxito de este proyecto.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi gratitud a mi familia por su amor incondicional, paciencia y comprensión a lo largo de este proceso.

Contenido

Introducción	10
1. Determinación de la causa raíz del proceso operativo de la empresa TECHSALUD S.A.S, a través de la integración y análisis de las metodologías C&R y análisis multivariado.....	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Justificación.....	22
1.3 Objetivos	23
1.3.1 Objetivo general	23
1.3.2 Objetivos específicos.....	23
2. Marco referencial.....	24
2.1 Estado del arte	24
2.2 Marco teórico	29
2.2.1 Metodología C&R	29
2.2.2 Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE).....	29
2.2.3 Diagrama de Ishikawa	32
2.2.4 Cinco porque	33
2.3 Marco conceptual	35
2.4 Marco legal.....	42
3. Metodología y actividades a realizar	44
3.1 Procesamiento de datos	44
3.2 Análisis de datos.....	45
3.3 Interpretación de resultados	45
3.4 Propuesta de mejora y plan de acción	45

4. Cronograma de actividades	46
5. Estudio	49
5.1 Tipo de estudio	49
6. Presupuesto	49
7. Desarrollo.....	50
7.1 Análisis de datos históricos	50
7.1.1 Diagrama de Ishikawa	51
7.1.2 Diagrama de Pareto	53
7.2 Análisis Causa Raíz.....	55
7.3 Análisis multivariado	56
7.3.1 Técnicas de interdependencia.....	57
7.3.2 Técnicas dependientes	58
7.3.3 Selección técnica multivariada	59
7.3.4 Análisis de regresión lineal múltiple	60
7.4 Propuesta de mejora	70
8. Conclusiones	73
Referencias.....	77

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Ganancias facturadas</i>	19
Tabla 2. <i>Valor de cirugías y canceladas</i>	21
Tabla 3. <i>Clasificación de la gravedad del modo fallo según el cliente</i>	30
Tabla 4. <i>Frecuencia de ocurrencia de modo de fallo</i>	30
Tabla 5. <i>Clasificación de detección del modo de fallo</i>	31
Tabla 6. <i>cinco por qué'</i>	35
Tabla 7. <i>Tabla de frecuencias</i>	53
Tabla 8. <i>Análisis de regresión Costo Cirugías perdidas vs. Disponibilidad de Equipo, Falla de Equipo, Transporte</i>	65
Tabla 9. <i>Coeficientes</i>	66
Tabla 10 <i>Resumen de Modelo</i>	66
Tabla 11 <i>Análisis de varianza</i>	66
Tabla 12. <i>Resultados regresión lineal MiniTab</i>	74

Lista de figuras

Figura 1. <i>Cantidad de cirugías año a año</i>	14
Figura 2. <i>Total, de cirugías</i>	15
Figura 3. <i>Equipos más recurrentes</i>	15
Figura 4. <i>Estado de cirugías</i>	16
Figura 5. <i>Clasificación de cirugías perdidas</i>	17
Figura 6. <i>Valor cirugías realizadas 2021(cifras en millones de pesos)</i>	17
Figura 7. <i>Valor de cirugías realizadas en millones</i>	18
Figura 8. <i>Valor de cirugías realizadas 2023</i>	19
Figura 9 <i>Valor de cirugías perdidas y canceladas 2021 (cifras en millones de pesos).</i>	20
Figura 10. <i>Valor de Cirugías pérdidas y canceladas 2022 (Cifras en millones de pesos)</i>	20
Figura 11. <i>Valor de Cirugías pérdidas y canceladas 2023</i>	21
Figura 12. <i>Diagrama de Ishikawa</i>	33
Figura 13. <i>Soprote de Mayfield</i>	37
Figura 14. <i>Neuro monitoreo</i>	38
Figura 15. <i>Neuro navegador</i>	38
Figura 16. <i>Marco de Estereotáxica</i>	39
Figura 17. <i>Aspirador Ultrasónico</i>	40
Figura 18. <i>Cronograma Actividades</i>	47
Figura 19. <i>Presupuesto</i>	50
Figura 20 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	52
Figura 21 <i>Gráfico de Pareto</i>	54
Figura 22. <i>Maestro TechSalud</i>	61

Figura 23. <i>Archivo para Minitab</i>	62
Figura 24. <i>Variables de análisis</i>	63
Figura 25. <i>Regresión Lineal</i>	63
Figura 26. <i>Ajuste para variable dependiente e independiente para la regresión lineal</i>	64
Figura 27. <i>Grafica de Regresión Lineal</i>	65
Figura 28. <i>Resultados diagrama de Pareto</i>	67
Figura 29. <i>Residuos vs Disponibilidad de equipo</i>	68
Figura 30. <i>Residuos vs Falla de equipo</i>	69
Figura 31. <i>Residuos vs transporte</i>	69
Figura 32 <i>Plan de Mejora</i>	71
Figura 33. <i>Maestro ciudad de retorno</i>	72
Figura 34. <i>Fecha de solicitud de cirugías</i>	73

Resumen

El proyecto de grado se enfoca en abordar los desafíos logísticos y operativos que enfrenta la empresa Techsalud en su día a día. A través de un análisis de las causas fundamentales utilizando metodologías como C&R, Espina de Pescado y análisis multivariado, se identificaron los principales problemas que afectan el flujo de las operaciones de la empresa.

Basándose en estos hallazgos, se diseñó un plan de mejora que abarca diferentes áreas, incluyendo la disponibilidad de equipo, mantenimiento preventivo, gestión del transporte, capacitación del personal y la implementación de un sistema de gestión de calidad. Cada objetivo se acompaña de una serie de acciones específicas, responsables y fechas de inicio y finalización para su ejecución.

Palabras clave: causas raíz, disponibilidad de equipos, eficiencia operativa, análisis de datos, competitividad

Abstract

The senior project focuses on addressing the logistical and operational challenges that Techsalud company faces in its day-to-day operations. Through an analysis of root causes using methodologies such as C&R, Fishbone Diagram, and multivariate analysis, the main problems affecting the flow of company operations were identified.

Based on these findings, an improvement plan was designed covering different areas, including equipment availability, preventive maintenance, transportation management, staff training, and the implementation of a quality management system. Each objective is accompanied by a series of specific actions, responsible parties, and start and end dates for execution.

Keywords: logistical challenges, improvement plan, operational efficiency, data analysis continuous monitoring, comprehensive solution

Introducción

La salud a nivel nacional en Colombia, entre los servicios médicos, la neurocirugía y la logística se presentaba como un fenómeno de gran relevancia e impacto. Al explorar la evolución histórica y los eventos fundamentales que han delineado esta época se convirtió en una tarea esencial. Este proyecto de grado se sumergió en ese intrincado tejido, analizando de manera profunda la interacción entre la neurocirugía y la tecnología, y su influencia en los servicios de salud en el panorama colombiano.

Colombia, con su sólido compromiso con el progreso médico, había sido testigo de un desarrollo sustancial en infraestructura y servicios de salud en todo el país. La neurocirugía, respaldada por tecnologías de vanguardia, emergió como un pilar fundamental en la gestión de afecciones neurológicas complejas. Desde procedimientos quirúrgicos de mayor precisión hasta opciones de diagnóstico más avanzadas, la intersección entre la neurocirugía y la tecnología marcó una pauta en la mejora de la calidad de la atención médica a nivel nacional.

En este contexto, la logística surgió como un componente crítico para garantizar la eficiencia en la prestación de servicios de neurocirugía en Colombia. La coordinación efectiva de recursos, equipos y personal se volvió esencial para maximizar los beneficios de las innovaciones médicas disponibles. Este proyecto de grado no solo propuso comprender los desafíos actuales en la prestación de servicios de neurocirugía a nivel nacional, sino también contribuir con soluciones pragmáticas y avanzadas que enriquecieran la calidad de la atención médica en el país.

A través de un análisis respaldado por metodologías de investigación rigurosas, este estudio aspiró a consolidarse como una contribución significativa al campo del conocimiento en el ámbito de la salud y la neurocirugía. El enfoque crítico y la identificación de mejores prácticas pretendieron no solo narrar la historia y los acontecimientos reales, sino también aportar al

fortalecimiento y la optimización continua de los servicios de neurocirugía en el contexto nacional colombiano.

Este proyecto tuvo como objetivo principal realizar un análisis de la situación actual de Techsalud S.A.S, desde la parte logística hasta la parte administrativa durante el período que abarcó desde el año 2021 al primer semestre del 2023. A través de herramientas estadísticas y metodologías de análisis, se llevó a cabo una evaluación detallada de diversos aspectos, desde la cantidad de cirugías realizadas hasta los factores que incidieron en la pérdida económica de la empresa.

El análisis de los datos reveló las problemáticas críticas que impactaron directamente en la eficiencia operativa y la rentabilidad de Techsalud S.A.S. Para abordar estas problemáticas, se propusieron una serie de pasos a seguir para la implementación de un enfoque integral de mejora continua, utilizando herramientas como la espina de pescado, el análisis multivariado y el ciclo PHVA.

En el campo de arriendo de equipos de neurocirugía, la empresa Techsalud S.A.S emergió como un actor significativo, comprometido con el suministro de soluciones integrales para operadores logísticos, casas comerciales e instituciones de salud de tercer y cuarto nivel. Con un equipo humano altamente capacitado y activos que incluían equipos de vanguardia, Techsalud había ido estableciendo su presencia en ciudades clave como Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín, sirviendo a nivel nacional.

Este trabajo no solo buscaba identificar y analizar las causas fundamentales de las problemáticas presentes en Techsalud, sino también proporcionar una propuesta de mejora estratégica basada en el análisis profundo de los datos recopilados. La implementación de estas mejoras no solo impactaría positivamente en la eficiencia operativa de Techsalud, sino que

también fortalecería su posición en el competitivo mercado de arriendo de equipos médicos de neurocirugía. En las secciones siguientes, se detallaron los resultados del análisis, las problemáticas identificadas y la propuesta de mejora, con el objetivo de ofrecer una visión integral y orientada a resultados para la optimización de Techsalud S.A.S en su búsqueda de la excelencia en la prestación de servicios de arriendo de equipos de neurocirugía.

1. Determinación de la causa raíz del proceso operativo de la empresa TECHSALUD S.A.S, a través de la integración y análisis de las metodologías C&R y análisis multivariado

1.1 Planteamiento del problema

La empresa TECHSALUS S.A.S tiene como principal objetivo el arriendo de equipos de neurocirugía para operadores logísticos, casas comerciales e instituciones prestadoras de servicios de salud de tercer y cuarto nivel.

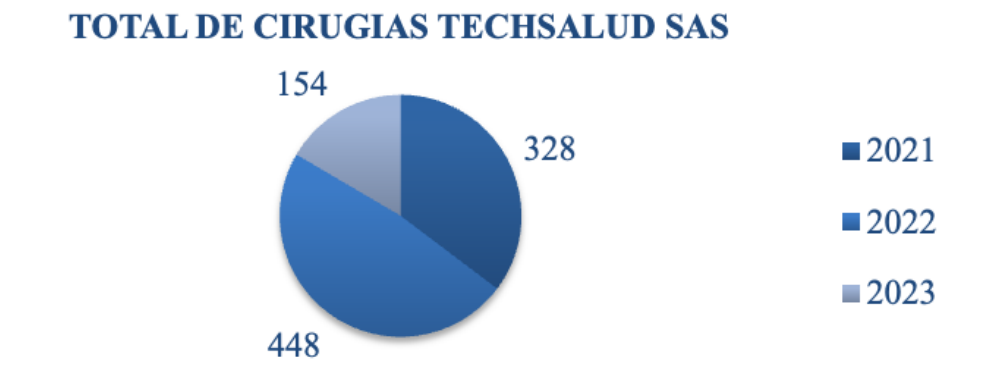
La empresa está constituida por dos socios, cuenta con quince trabajadores, cinco colaboradores internos y diez externos; entre las labores administrativas y operativas. Esta empresa realiza su actividades administrativas bajo la modalidad de teletrabajo y posee dos bodegas destinadas a la custodia de equipos e insumos, necesarias para la prestación del arriendo de equipos médicos de neurocirugía, actualmente dentro de sus activos se tienen dos aspiradores ultrasónicos, un soporte de mayfield, un bonescalpel y un microdoppler vascular, también cuentan con equipos tercerizados tales como un neuronavegador, un neuromonitoria y un equipo fresado, la empresa presta servicios a nivel nacional en las ciudades de: Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín.

La empresa cuenta con un seguimiento y control a la programación de cirugías, el cual se encuentra registrado en una base de datos, de acuerdo con esta información, se realizó un análisis estadístico para describir la situación actual de TECHSALUD SAS, los datos tienen un rango de fechas desde el 2021 al primer semestre del 2023, y entre sus datos se encuentra la cantidad de cirugías realizadas, las ciudades donde se requieren los servicios, los equipos solicitados, el estado de cada cirugía y los valores de costo y ganancia por cada cirugía programada.

A continuación, se presentan los resultados del análisis con los cuales se definió las principales problemáticas que afronta Techsalud SAS:

En la figura 1 se hace el primer análisis grafico donde podemos observar el total de las cirugías que Techsalud a representado en su maestro a lo largo de los 3 años de la empresa, se tiene en cuenta que el maestro prestado por parte de la empresa esta hasta Junio del 2023, por eso la cantidad de cirugías que se ven representadas y en el año 2021 aún estaba la empresa saliendo de pandemia, aunque para ellos no fue un mal año ya que las cirugías que los equipos de Techsalud realizan no tuvieron restricciones por la pandemia.

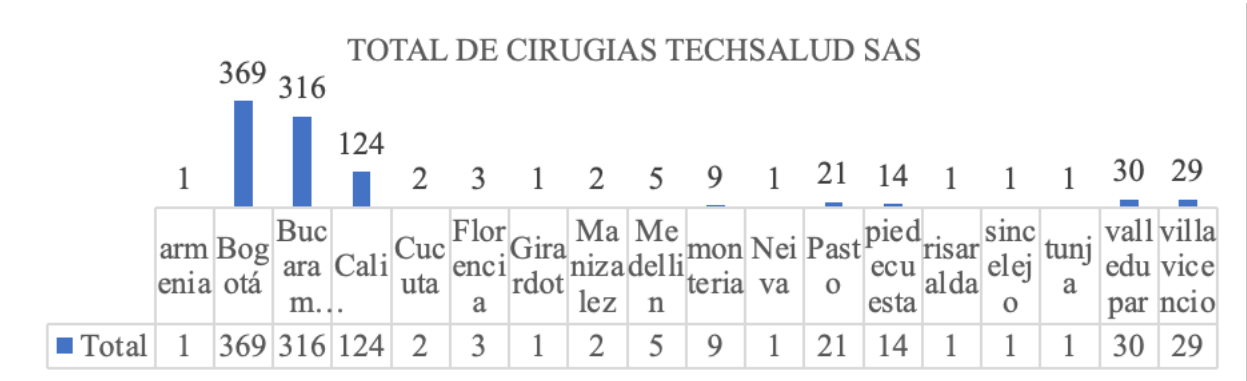
Figura 1. *Cantidad de cirugías año a año*



La figura 1 observamos la cantidad de cirugías programadas (clientes para TECHSALUD) no se evidencian las cirugías realizadas ni las canceladas, este grafico nos muestras las cirugías tanto cancelas como realizadas.

La Figura 2 podemos evidenciar la cantidad total de las cirugías en las diferentes ciudades del país donde Techsalud ejerce su presencia.

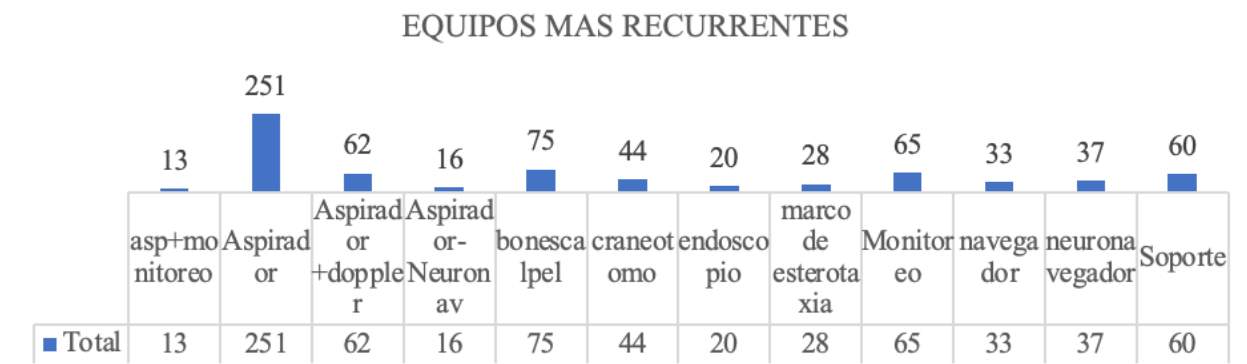
Figura 2. Total, de cirugías



En la figura 2 se evidencian el total de cirugías realizadas a la fecha del análisis estadístico de la empresa TECHSALUD SAS, evidenciando que tiene más presencia en ciudades como Bogotá, Bucaramanga y Cali.

Para la figura 3 encontramos los equipos más solicitados por los clientes a Tachsalud, en el total de cirugías que se evidencian en el maestro de Techsalud.

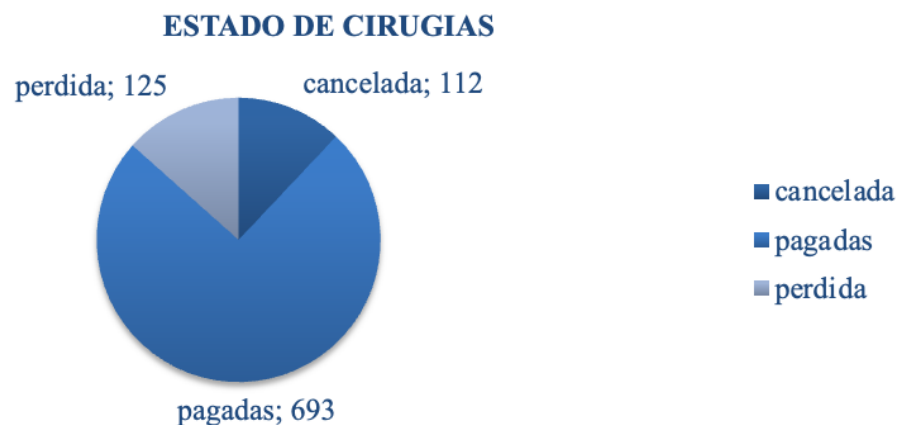
Figura 3. Equipos más recurrentes



En la figura 3 con el total de cirugías realizadas en las diferentes ciudades evidenciamos que el equipo que más se solicita es el “Aspirador” Vs los demás equipos con los que cuenta la empresa, por lo cual no se está aprovechando en su totalidad los activos de la compañía.

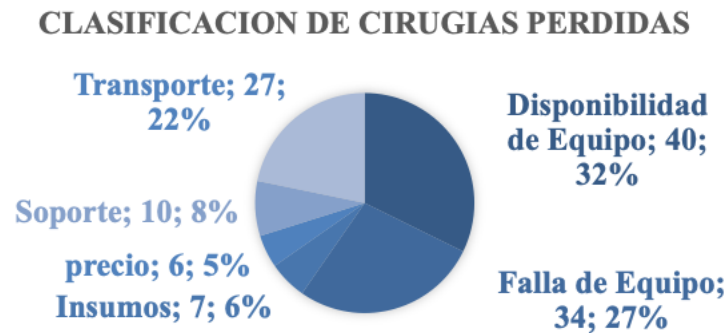
En la figura 4 separamos el total de registros de cirugías por las 3 variables encontradas (Cirugías Realizadas, cirugías perdidas y Cirugías canceladas).

Figura 4. *Estado de cirugías*



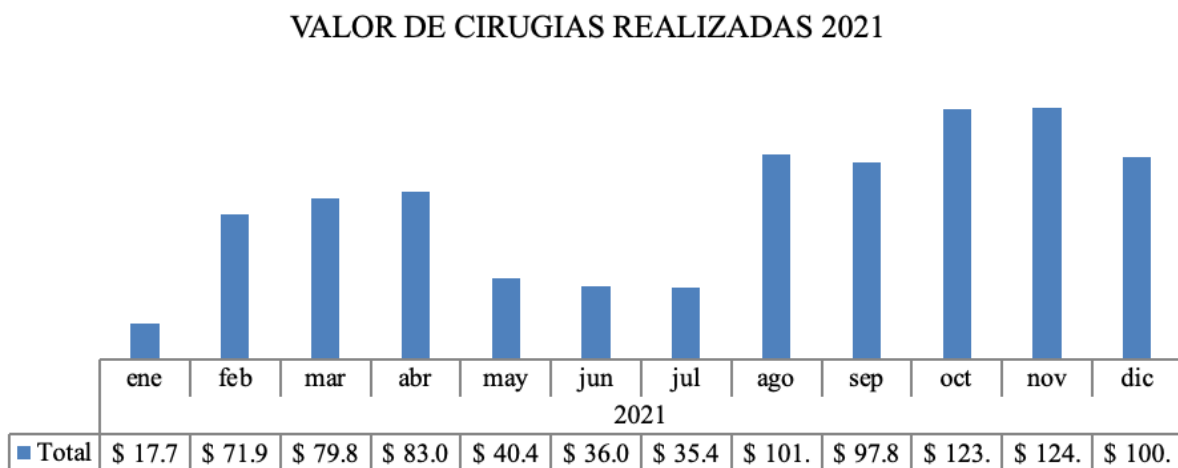
La figura 4 evidencia que el 12.44% de las cirugías fueron canceladas debido a factores externos a la empresa (situaciones relevantes a las clínicas, los pacientes, los terceros) y el 13.45% de las cirugías fueron perdidas debido a factores internos de la empresa.

La figura 5 clasificamos las variables representadas en las cirugías perdidas en sus 5 causas (Disponibilidad de Equipo, Insumos, Soporte, Transporte, Precio y Falla de equipo).

Figura 5. *Clasificación de cirugías perdidas*

La figura 5 evidenciamos que el 32% de las cirugías perdidas se debieron a “Disponibilidad del equipo” que es una clasificación que da la información de TECSALUD SAS cuando el equipo no se encuentra por diferentes razones. Así mismo el 27% de estas cirugías se clasificaron como perdidas por “Fallas en el equipo” y 22% se cancelaron debido a diferentes inconvenientes en el transporte de los equipos.

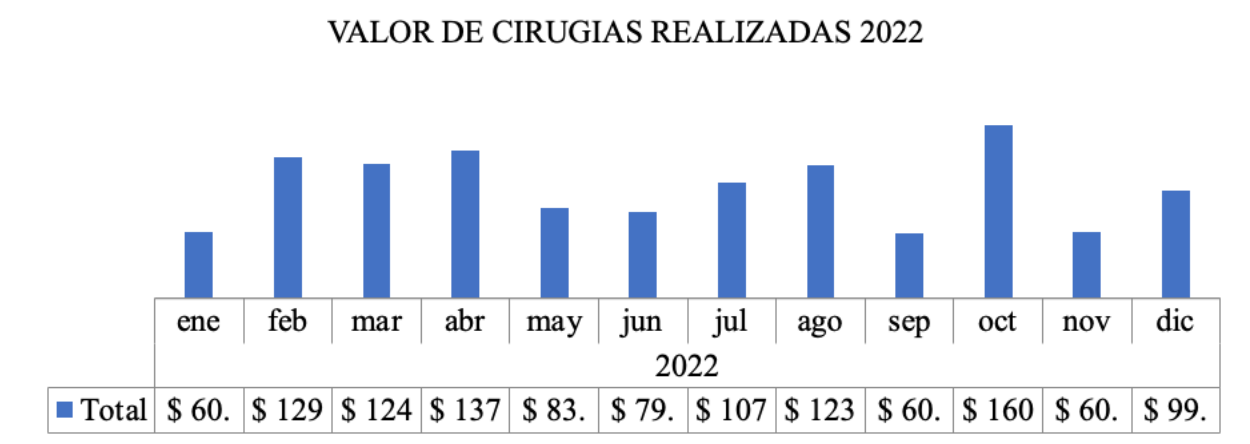
La figura 6 del maestro que Techsalud nos facilitó evidenciamos en valores lo que representa su actividad comercial en cirugías realizadas mes a mes del año 2021.

Figura 6. *Valor cirugías realizadas 2021(cifras en millones de pesos)*

En la figura 6 podemos deducir que las 328 cirugía realizadas por la empresa TECHSALUD SAS representan 911 millones de pesos y que los meses más rentables que tuvieron fueron el mes de octubre, noviembre y diciembre quienes superaron los 300 millones de pesos.

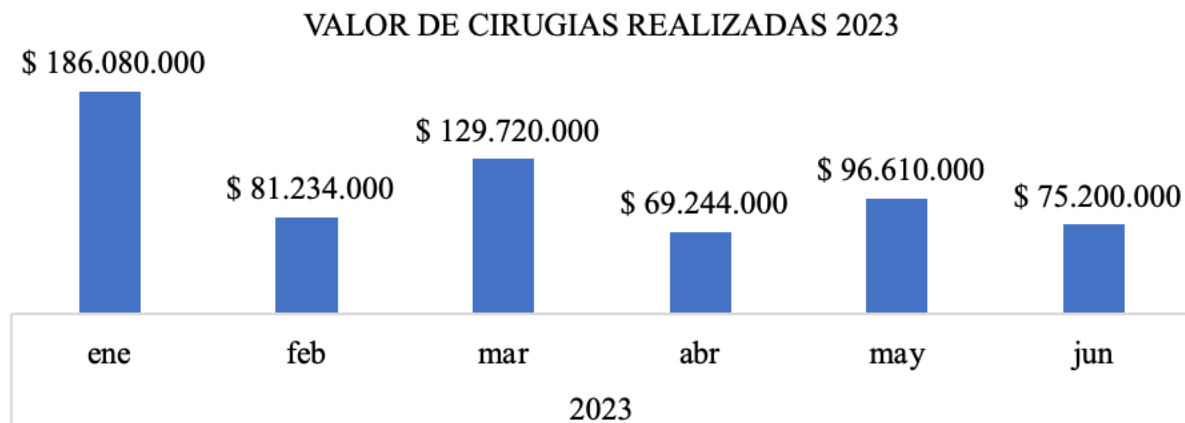
La figura 7 del maestro que Techsalud nos facilitó evidenciamos en valores lo que representa su actividad comercial en cirugías realizadas mes a mes del año 2022.

Figura 7. *Valor de cirugías realizadas en millones*



En la figura 7 podemos deducir que las 448 cirugías de la empresa TECHSALUD SAS, que representan 1225 millones de pesos, los meses más rentables que tuvieron fueron febrero, marzo y octubre, que superaron los 300 millones de pesos.

La figura 8 del maestro que Techsalud nos facilitó evidenciamos en valores lo que representa su actividad comercial en cirugías realizadas mes a mes del año 20223.

Figura 8. *Valor de cirugías realizadas 2023*

En la figura 8 podemos deducir que de las 154 cirugías realizadas por la empresa TECHSALUD SAS en lo que va de este año que representan 638 millones de pesos los meses más rentables que tuvieron fueron el mes de enero y marzo quienes superaron los 300 millones de pesos.

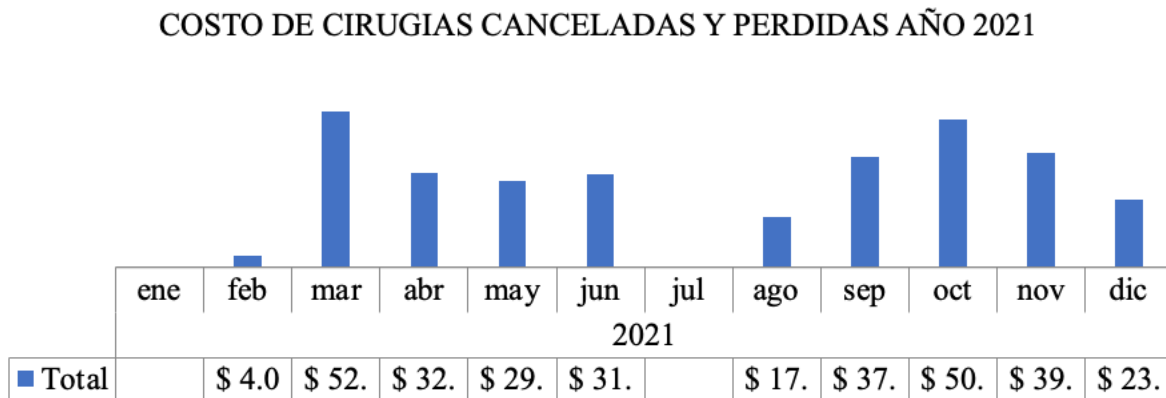
En la Tabla 1 se ve reflejado los valores generados por la actividad comercial de TechSalud sin deducciones.

Tabla 1. *Ganancias facturadas*

Etiquetas de fila	Ganancias netas
2021	\$ 912.783.755
2022	\$ 1.225.877.397
2023	\$ 638.088.000
Total general	\$ 2'776.749.152

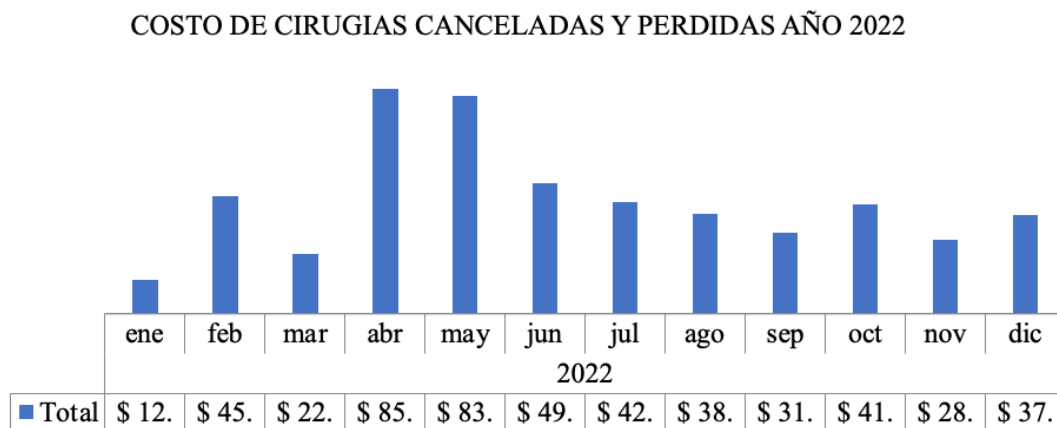
En la tabla 1 evidenciamos el mejor año comercial de Techsalud, aunque podemos deducir que el año 2021 aun estábamos pasando por la pandemia y que del año 2023 no tenemos los registros de todos los meses si no hasta la fecha de junio.

En la figura 9 se observa el valor representativo de las cirugías perdidas y canceladas.

Figura 9 *Valor de cirugías perdidas y canceladas 2021 (cifras en millones de pesos).*

En la figura 9 de acuerdo con el archivo maestro de TECHSALUD SAS el mes de octubre del 2021 alcanzaron una cifra de \$ 50.350.000 en pérdidas por cirugías perdidas y canceladas.

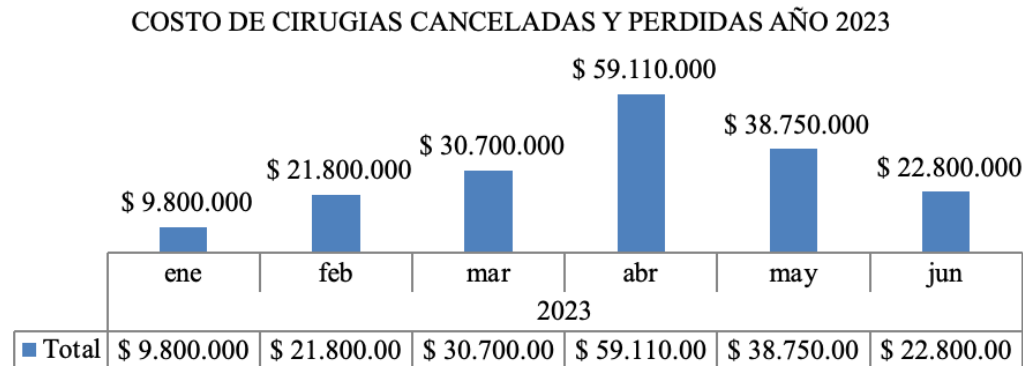
La figura 10 se observa el valor perdido por parte de la empresa en las cirugías perdidas y cancelas en el año 2022.

Figura 10. *Valor de Cirugías pérdidas y canceladas 2022 (Cifras en millones de pesos)*

En la figura 10 de acuerdo con el maestro de Techsalud SAS en los meses de abril y mayo del 2022 alcanzaron una cifra de más 150 millones de pesos en pérdidas por cirugías perdidas y canceladas.

La figura 11 se observa el valor perdido por parte de la empresa en las cirugías perdidas y cancelas en el año 2021.

Figura 11. *Valor de Cirugías pérdidas y canceladas 2023*



En la figura 11 que representa el año 2023 no se han presentado meses donde la cifra de cirugías perdidas y canceladas es muy alta se pueden evidenciar meses que alcanzan los \$ 59.110.000 como lo es el mes de abril del presente año.

En la tabla 2 se ve representado el valor perdido por las cirugías perdidas y canceladas representados en el maestro de Techsalud.

Tabla 2. *Valor de cirugías y canceladas*

Etiquetas de fila	Suma de Canceladas y perdidas
2021	\$ 317.661.344
2022	\$ 518.908.403
2023	\$ 211.660.000
Total, general	\$ 1.048.229.747

En la tabla 2 se observa que aunque el mejor año registrado por Techsalud es el 2022 también es el año con más cirugías perdidas y canceladas siendo este el mayor año con movimientos representados por parte de su crecimiento y actividad comercial.

En los principales problemas que se evidenciaron con la información suministrada por Techsalud SAS en la Compañía tras un análisis cuantitativo, podemos evidenciar la pérdida de

valor monetario de 1.000 millones de pesos en 3 años. Por lo cual la empresa requiere realizar un análisis de causa raíz para identificar las causas principales que generan las problemáticas descritas y establecer un plan de mejora para su corrección y gestión.

1.2 Justificación

La idea de realizar una determinación de causa raíz en los procesos operativos de la empresa surge de la necesidad de satisfacer metas y propósitos planteados por la alta dirección de la misma, con el fin de cumplir con los objetivos estratégicos propuestos para el crecimiento de Techsalud S.A.S.

Techsalud S.A.S evidencia la necesidad de identificar y proponer la integración de la metodología de C&R y análisis multivariado, para poder determinar las causas principales de las problemáticas globales que se han evidenciado en la Compañía, la integración de estas metodologías permitirán que se cuenta con bases cuantitativas y cualitativas sólidas para el correcto análisis e interpretación de las posibles fallas que están ocasionando las desviaciones en los procesos productivos de Techsalud S.A.S, así mismo lograr el diseño de estrategias y acciones de mejora eficaces para cumplir con la demanda del mercado y lograr un posicionamiento de marca .

Por medio de la integración de estas metodologías se puede identificar las causas que están generando desviaciones en los resultados deseados del proceso productivo de la Compañía, tales como problemas en la cadena de distribución, en los procesos de adquisición y mantenimiento de los equipos, optimización de recursos, y oportunidad en la prestación del servicio.

Al aplicar la metodología de C&R y análisis multivariado, la empresa obtendrá una comprensión de los factores que contribuyen a los problemas operativos. Esto proporcionará

información relevante y precisa para la toma de decisiones estratégicas, permitiendo implementar acciones correctivas adecuadas y evitar que los problemas se repitan en el futuro.

En resumen, la justificación de este proyecto determinar la causa raíz de los problemas operativos de la empresa Techsalud S.A.S, mediante la integración, análisis de las metodologías C&R y análisis multivariado. Radica en la mejora de la eficiencia operativa, la toma de decisiones fundamentadas, el enfoque preventivo, la optimización de recursos y el aumento de la satisfacción del cliente. Estos beneficios contribuirán a fortalecer la posición competitiva de la empresa y a garantizar su crecimiento y éxito a largo plazo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejora al proceso operativo de la empresa TECHSALUD S.A.S a partir del análisis multivariado y C&R, que permita la optimización de los procesos y recursos de la organización.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar datos históricos de seguimiento y control del proceso operativo de la empresa TECHSALUD S.A.S, a través del diagrama de pescado, Pareto, identificados los problemas de la empresa, realizando una jerarquización de estos y definiendo a que proceso pertenece y cuál es la problemática principal.

Realizar el análisis causa raíz del principal problema que afecta a la empresa TECHSALUD S.A.S, 5W determinando los defectos principales del proceso y sus posibles causas.

Generar el análisis multivariado del principal defecto identificado versus sus posibles causas raíz, a través de la metodología C&R.

Diseñar una propuesta de mejora para la principal problemática de Techsalud, identificada a partir de la integración de la metodología C&R y el análisis multivariado.

2. Marco referencial

2.1 Estado del arte

Para el presente proyecto es importante analizar diferentes posturas e hipótesis que se han planteado en el ámbito nacional e internacional sobre la utilización de metodologías de análisis multivariado y C&R para la identificación correcta de las causas raíz principales de diferentes problemáticas de los procesos productivos y operativos en diferentes tipos de empresas,

En primera instancia cabe revisar lo expuesto por Br. Chuquihuanga Valle Yosber Manuel, Br. Córdova Holguín Adrián Melquiades y Br. Iglesias Quintanilla Walter en el trabajo de grado “Diseño De Un Plan De Mantenimiento Para Los Equipos Biomédicos De Áreas Críticas De La Clínica Providencia Lima” en el cual se evidencia la necesidad de crear e implementar un plan de mantenimiento para los equipos biomédicos de una clínica, implementando un diagrama de Ishikawa para encontrar las causas comunes de fallos en los equipos y así proponer soluciones para los fallos en los quipos más repetitivas, ya que se presentaban paradas imprevistas debido a fallas repentinas del equipo, actualmente estos equipos médicos desempeñan un papel fundamental en el diagnóstico y el tratamiento de los pacientes por ellos tener los equipos en una alta condición genera seguridad en usarlos y la alta disponibilidad genera mejor flujo de cirugías y rentabilidad en la clínica.

Antes de realizar una cirugía de deben tener en cuenta varios factores previos al inicio del proceso quirúrgico, como tener los insumos que solicita el equipo, contar con la disponibilidad de médicos, instrumentadores quirúrgicos, enfermeros y demás personal sanitario relevante, pero la condición del equipo debe ser primordial para que pueden guiar la cirugía sin contratiempos, por esto, la condición del equipo debe estar en perfectas condiciones de esterilización, calibración y adecuación, para poder dar paso a la cirugía. La investigación planteada tuvo como fin realizar una planeación y ejecución contemplando la disponibilidad continua de los equipos, previendo el excelente funcionamiento de estos para evitar fallas irreparables, con el objetivo de brindar un servicio de calidad a los usuarios y a quienes operan los equipos médicos. (Piura, 2022)

Por otra parte, en lo referido por Graciela Elizabeth Portocarrero Ordoñez, en la tesis de grado “Implementación De Herramientas Para La Mejora De Gestión De Calidad En Una Empresa De Ventas De Equipos Biomédicos” podemos verificar que se buscaba mejorar la calidad en la empresa iniciando con una descripción de los hechos tal y como se presentaban en la realidad utilizando un estudio descriptivo. A través de esta investigación y el análisis multivariado se identifican las oportunidades de mejora que contribuyen a reestructurar los procesos internos establecidos y las actividades que no generan valor. La utilización de diversas metodologías aplicadas a la mejorar para integrar y comprometer a todas las partes beneficiadas de la compañía haciendo énfasis en los procesos orientados a la mejora permitiendo que a lo largo la organización cuente con diversas soluciones en distintos panoramas posibles que puedan llegar a ocurrir en la organización y que pueden dar una respuesta asertiva y eficaz con las metodologías actualizadas e integradas.

Este entorno conlleva a que las empresas se comprometan día a día a mejorar la calidad de los servicios que prestan con la intención de enfrentar los cambios constantes y la competencia del

mercado, esta investigación nace de la necesidad de tener un mismo producto que tenga distintas finalidades para clientes totalmente distintos que cumplan las necesidades requeridas por cada uno de ellos determinando una implementación de herramientas que cumplirán con una mejora continua en el proceso interno de ventas de equipos biomédicos. (Deica, 2021)

Así mismo, según lo expuesto por Santiago García Jimeno y Luisa Paola Mora Céspedes en el trabajo de grado “Herramienta De Pronóstico Basada En El Análisis Factorial Y Modelos De Series De Tiempo Para El Indicador De Riesgo En Transporte De Carga Crm Index” donde se buscaban medir las variables que afectaban el entorno para poder controlar y manejar los pronósticos identificando las variables que influían en los diferentes procesos. En relación con los avances médicos que día a día van evolucionando a pasos agigantados a comparación de los métodos de transporte que durante décadas siguen siendo los mismos a nivel nacional en cuanto a nuestra infraestructura y medios de transporte, lo que con lleva a que el tiempo juegue un papel crítico en los procesos logísticos de la empresa.

Con este análisis reduciremos las variables en pequeños grupos para focalizar la relación entre el tiempo con la disponibilidad de los equipos haciendo que podamos trabajar con variables agrupadas y con esto realizar una prueba de pronósticos y planeación donde puede estar un equipo en determinado tiempo que quede estar centralizado a las diferentes cirugías reduciendo los costes de transporte entre las ciudades.

Dado a las condiciones de la empresa estos estudios de análisis multivariado no son estáticos, ya que a medida que avanza el tiempo las variables pueden salir y entrar en el análisis por eso el mejoramiento continuo y las diferentes metodologías arrojan el comportamiento en el lapso de tiempo de la empresa más lo a lo largo de la misma. (Céspedes, 2004)

De igual manera es relevante analizar la postura de Arnold Samir Jorge Rincón trabajo de grado “Propuesta De Plan De Mejoramiento En El Proceso De Mantenimiento A Los Equipos De Producción De Los Puntos De Venta Presto S.A” En el ámbito del mantenimiento industrial, la técnica de los cinco porqués es una herramienta de análisis de causa y efecto que se utiliza para identificar las causas raíz de los problemas. Esta técnica se basa en realizar una serie de preguntas sucesivas, profundizando en las respuestas hasta llegar a la causa fundamental de un problema.

Se exploran investigaciones y estudios previos relacionados con la aplicación de la técnica de los cinco porqués en el campo del mantenimiento industrial y en la optimización de procesos de producción. Se revisan las experiencias exitosas, los beneficios obtenidos y los desafíos enfrentados al implementar esta técnica en situaciones similares.

Además, se analizan las prácticas y enfoques actuales de mantenimiento en los puntos de venta de Presto S.A., identificando las áreas de mejora y las oportunidades para aplicar la técnica de los cinco porqués en la resolución de problemas y el mejoramiento del rendimiento de los equipos de producción.

También examina las herramientas y metodologías complementarias que se pueden utilizar junto con la técnica de los cinco porqués, como el análisis de causa y efecto, el diagrama de Ishikawa y otras técnicas de mejora continua.

En resumen, esta investigación proporciona una revisión exhaustiva de los avances y las prácticas existentes en la aplicación de esta técnica en el ámbito del mantenimiento industrial. Esta revisión permite fundamentar y orientar la propuesta de plan de mejoramiento para optimizar el mantenimiento de los equipos de producción en los puntos de venta de Presto S.A. (Rincon, 2019) En el artículo “Lineamientos Para El Mejoramiento De La Calidad De La Atención En Salud Y Disminución De Eventos Adversos Asociados A Intervenciones Quirúrgicas En Una Ips De Alta

Complejidad” expuesto por Luis Martin Silva se examinan investigaciones y estudios previos relacionados con el uso del diagrama de Ishikawa en el mejoramiento de la calidad de la atención en salud y la reducción de eventos adversos en intervenciones quirúrgicas. Se revisan experiencias exitosas, enfoques metodológicos aplicados y resultados obtenidos al utilizar esta técnica en contextos similares.

Además, se analizan los lineamientos y estándares actuales para la calidad en la atención quirúrgica en instituciones de alta complejidad, así como los protocolos y recomendaciones existentes para la prevención de eventos adversos en intervenciones quirúrgicas.

También examina las barreras y desafíos encontrados al implementar mejoras en la calidad de la atención quirúrgica y la reducción de eventos adversos, así como las estrategias y enfoques utilizados para superarlos, además, otros métodos y herramientas complementarias que pueden utilizarse en conjunto con el diagrama de Ishikawa, como el análisis de causa y efecto, el análisis de fallas y modos de efectos (Fmea), y otras técnicas de mejora continua en el ámbito de la atención quirúrgica. Lo que proporcione una revisión exhaustiva de los avances y prácticas existentes en la aplicación del diagrama de Ishikawa para mejorar la calidad de la atención y reducir eventos adversos en intervenciones quirúrgicas en una IPS de alta complejidad. Esta revisión permitirá fundamentar y orientar los lineamientos propuestos para mejorar la calidad y seguridad de las intervenciones quirúrgicas en la institución. (Martín, 2020)

Las anteriores investigaciones nos plantean un panorama donde la utilización de la metodología C&R y el análisis multivariado ha impactado positivamente en la identificación de las principales causas raíz de diferentes problemáticas que puede afrontar una empresa y como atraes de las mismas herramientas es posible generar propuestas de mejoramiento que permitan tener mejoras en los procesos.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Metodología C&R

Son enfoques sistemáticos utilizados para evaluar y mejorar la confiabilidad y mantenibilidad de los sistemas, equipos o procesos. Estas metodologías se utilizan en diversos campos, como la ingeniería, la gestión de activos, el mantenimiento y la gestión de la calidad. (ASANA, 2022).

2.2.2 Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE)

Es una técnica sistemática que se utiliza para identificar y evaluar los posibles modos de falla y sus efectos en un sistema o equipo. Se identifican las posibles causas de falla, se evalúa la gravedad de los efectos y se establecen medidas de mitigación o prevención. Previamente antes de aplicar este análisis se debe identificar hacia donde se aplicará, en este caso hablamos de productos y servicios que TECHSALUD ofrece por lo que se procede a plantear lo siguiente:

- Presentación del proceso que se analizara
- Descripción gráfica del proceso y desarrollo de un flujograma con el fin de visualizar los subprocesos que puedan existir
- Se establece una tormenta de ideas para encontrar los fallos en los subprocesos o áreas implicadas.
- Los fallos detectados se colocan en una tabla y para cada uno se evalúa el efecto que podrían suponer en el ámbito de estudio.

Una vez identificada la información pertinente para el desarrollo de este análisis se procede a analizar el nivel de consecuencia que se puede producir. Entendiendo así que entre mayor puntuación tenga la condición será mayor la insatisfacción del cliente.

En la Tabla 3 se presenta la valoración planteada para el análisis explicando la gravedad, el criterio y el valor.

Tabla 3. *Clasificación de la gravedad del modo fallo según el cliente*

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja	No se espera que este fallo de baja importancia produzca algún efecto real sobre el objeto de estudio.	1
Baja	Si existe fallo ocasionaría un ligero inconveniente para el cliente. Es posible que se note un pequeño deterioro de su rendimiento sin ser de mayor importancia. Se puede remediar.	2-3
Moderada	Existe un deterioro observable en el rendimiento del sistema, por lo que puede causar insatisfacción en el cliente.	4-6
Alta	El fallo puede llegar a ser crítico e inutilizar el sistema. Con ello el cliente tendrá un mayor grado de insatisfacción.	7-8
Muy Alta	Fallo potencial muy crítico que produzca afectación en la seguridad del producto o proceso. Si el caso es muy grave se le puntuará con un valor de 10	9-10

En la tabla 3 se explica la clasificación de la gravedad en 5 fases (Muy baja, Baja, Moderada, Alta y Muy alta) así como el valor que representa cada una de esta clasificación.

En la Tabla 4 siguiente se presenta la valoración planteada para establecer la frecuencia de fallo.

Tabla 4. *Frecuencia de ocurrencia de modo de fallo*

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja	Ningún fallo se asocia a procesos casi idéntico. Tampoco se ha dado antes en el pasado, pero se considera que puede ocurrir	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Se puede esperar en la vida del sistema, aunque es poco probable que ocurra.	2-3

Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previstos al actual. Existe la posibilidad de que aparezcan durante la vida del sistema.	4-6
Alta	El fallo se ha presentado con alguna frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado	7-8
Muy Alta	El fallo es casi inevitable. Existe gran posibilidad de que el fallo se produzca de manera más frecuente	9-10

En la tabla 4 se explica la clasificación de la gravedad en 5 fases (Muy baja, Baja, Moderada, Alta y Muy alta) así como el valor que representa cada una de esta clasificación.

En la Tabla 5 se detallan los criterios de consideración al detectar el modo de fallo.

Tabla 5. *Clasificación de detección del modo de fallo*

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es evidente.	1
Alta	El defecto es evidente y aunque se puede detectar fácilmente, podría no ser distinguido en primera instancia.	2-3
Mediana	Defecto detectable, aunque posiblemente no llegue al cliente.	4-6
Pequeña	Es difícil detectar el defecto con procedimientos normales.	7-8
Improbable	Defecto no puede detectarse, pero el cliente posiblemente lo percibirá.	9-10

En la table 5 se puede observar los criterios y los diferentes valores. La anticipación de desviaciones con respecto a los valores establecidos tiene como objetivo evitar situaciones peligrosas. Esta práctica fomenta la confiabilidad y la competitividad al promover una mentalidad proactiva y preventiva para abordar cualquier problema que pueda surgir en cualquier proceso, producto o servicio, sin importar el ámbito en el que se realice el análisis. Cuando los valores se encuentran en niveles altos, aumenta el riesgo de que ocurra un fallo durante la etapa de estudio, lo cual puede resultar perjudicial para el consumidor final. Por lo tanto, es imprescindible tomar medidas correctivas de manera que el proceso de calificación sea más preciso. (LEMA, 2019)

2.2.3 Diagrama de Ishikawa

Esta herramienta pretende analizar de forma gráfica la relación entre las causas y los efectos de un problema en concreto. Para esto Ishikawa plantea 2 hipótesis:

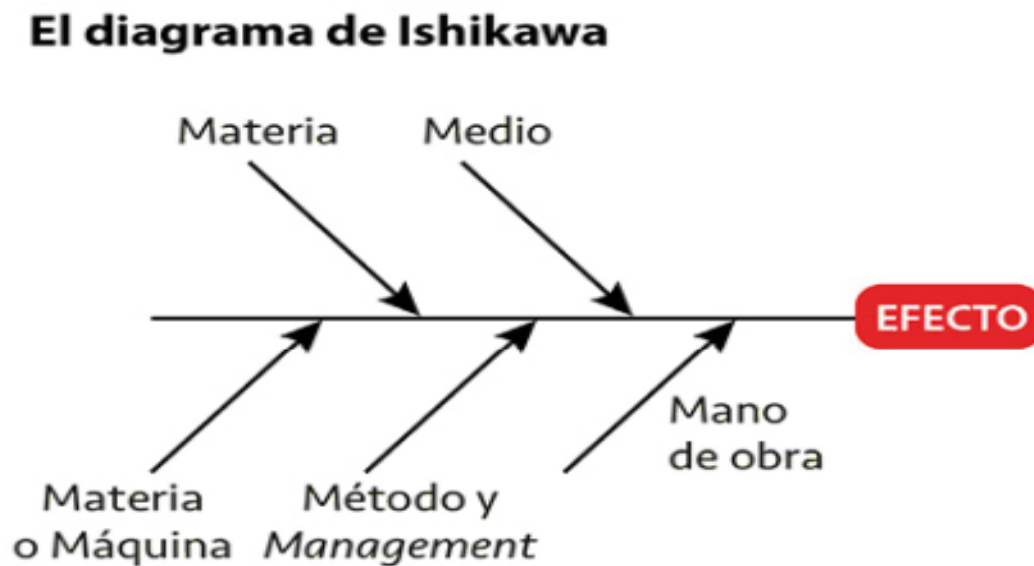
- Existe un número determinado de causas principales y secundarias para cada problema.
- Identificar las causas es el primer paso para la solución del problema.

Para clasificar estas causas Ishikawa plantea las llamadas 5M:

- **Materia:** se refiere a todo lo que es consumible o útil para el proyecto, como las materias primas, el papel, el agua, la electricidad, entre otros elementos necesarios para su desarrollo.
- **Medio:** esta categoría se relaciona con el entorno en el que se realiza el proyecto, el contexto que puede influir en su desarrollo. Esto incluye el lugar de trabajo, los espacios verdes y cualquier otro factor ambiental relevante.
- **Métodos (y Gestión):** abarca los procesos existentes en el proyecto, el flujo de información, la investigación y desarrollo, así como los modos operativos utilizados para llevar a cabo las actividades. La gestión también engloba aspectos relacionados con la planificación, organización y control del proyecto.
- **Material o Máquina:** se refiere al equipo y los recursos materiales necesarios para la ejecución del proyecto. Esto puede incluir locales eventuales, piezas de repuesto, equipamiento, material informático, software, tecnologías, máquinas o cualquier otro tipo de equipo de gran tamaño. Esta categoría suele requerir una inversión económica.
- **Mano de obra:** hace referencia a los recursos humanos involucrados en el proyecto y a la cualificación del personal. Esto incluye el personal directamente implicado en las tareas del proyecto, así como su nivel de experiencia y habilidades. (Min, 2020)

En la figura 12 podemos observar el ejemplo en el cual se basó para realizar el respectivo diagrama de pescado o Ishikawa.

Figura 12. *Diagrama de Ishikawa*



Tomado de Min (2020)

La figura 12 evidencia como se entrelazan las causas con los efectos del problema para así tener una clara idea de que causas pueden ser más o menos representativas al efecto que se represente.

2.2.4 Cinco porque

También conocida como el análisis de causa raíz, es una técnica utilizada para identificar las causas fundamentales de un problema o evento no deseado. Esta metodología fue desarrollada por Kaoru Ishikawa, un experto en calidad y gestión.

La metodología de los cinco porqués se basa en hacer una serie de preguntas sucesivas, profundizando en las respuestas para llegar a la causa raíz de un problema. La idea principal es que, al preguntar "por qué" de manera repetitiva, se pueden descubrir las causas subyacentes y evitar abordar únicamente los síntomas superficiales del problema. La metodología sigue el siguiente proceso:

- Identificación del problema: Se selecciona un problema específico que se desea analizar y resolver.
- Formulación de la pregunta "¿Por qué?": Se plantea la primera pregunta "¿Por qué?" con el objetivo de comprender la causa inmediata del problema.
- Análisis de la respuesta: Se analiza la respuesta a la primera pregunta y se formula una nueva pregunta "¿Por qué?" para profundizar en la causa raíz.
- Repetición del proceso: Se repite el proceso de formulación de preguntas y análisis de respuestas al menos cinco veces, o hasta que se identifiquen las causas raíz del problema.
- Acciones correctivas: Una vez que se han identificado las causas raíz, se pueden definir acciones correctivas específicas para abordarlas y prevenir la recurrencia del problema en el futuro.

La metodología de los cinco porqués es una herramienta simple pero efectiva que ayuda a comprender las relaciones causales y a abordar las causas subyacentes de los problemas. Se utiliza ampliamente en la mejora de procesos, la resolución de problemas y la gestión de la calidad en diversos ámbitos. (Aec, 2019).

En la tabla 6 encontramos la tabla de 5' porques que nos ayudara a relacionar las relaciones causales y abordar de manera directa las causas problemas.

Tabla 6. *cinco por qué'*

Planteamiento del problema	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Resultado
¿Por qué está sucediendo esta situación?						Solución 1
						Solución 2
						Solución 3

En la tabla 6 encontramos la relación del porque suceden estas causas y abordamos unas posibles soluciones.

2.3 Marco conceptual

Para el presente proyecto es necesario describir y desarrollar un marco conceptual sólido que sirva de base teórica para el estudio y comprensión de los objetos con los que TECHSALUD hace referencia. El marco conceptual proporcionará un enfoque estructurado para abordar y analizar los aspectos clave de este tema, brindando una comprensión profunda de sus fundamentos teóricos y conceptuales aplicando distintos análisis que llevaran a cabo un análisis completo de la empresa.

Análisis multivariado: es una técnica estadística que se utiliza para analizar conjuntos de datos que involucren múltiples variables. A diferencia del análisis multivariado, que se enfoca en una variable a la vez, el análisis multivariado examina las relaciones y patrones entre varias variables simultáneamente. El objetivo principal del análisis multivariado es descubrir las relaciones subyacentes, identificar patrones ocultos y comprender la estructura compleja de los datos. (Crehana., 2021)

Mantenimiento correctivo: se refiere a las acciones y actividades realizadas para corregir fallas, averías o problemas en equipos, maquinarias o sistemas después de que han ocurrido. A diferencia del mantenimiento preventivo, que se lleva a cabo de manera planificada y regular, el

mantenimiento correctivo es reactivo y se realiza en respuesta a una situación de mal funcionamiento. (Aner)

Mantenimiento Preventivo: se refiere a un conjunto de acciones y actividades planificadas y sistemáticas que se llevan a cabo de manera regular para prevenir o minimizar el deterioro, fallas y problemas en equipos, maquinarias o sistemas antes de que ocurran. El objetivo principal del mantenimiento preventivo es garantizar el funcionamiento confiable, prolongar la vida útil y reducir el riesgo de averías o interrupciones no deseadas. (Ibm)

Instrumentador quirúrgico: también conocido como técnico de quirófano o técnico en instrumentación quirúrgica, es un profesional de la salud que trabaja en el equipo quirúrgico brindando soporte y asistencia al cirujano durante los procedimientos quirúrgicos. Su función principal es garantizar que se disponga del equipo y los instrumentos necesarios, y asegurarse de que estén esterilizados y en condiciones óptimas. (Profesionales, 2014)

Invima: es una entidad colombiana encargada de regular, controlar y vigilar la fabricación, importación, distribución y comercialización de medicamentos, alimentos, dispositivos médicos y productos cosméticos en el país. (Invima., 2011-2014)

Soporte de MayField: también conocido como arco de Mayfield o sistema de fijación de Mayfield, es un dispositivo utilizado en neurocirugía para proporcionar una fijación segura y estable del cráneo durante los procedimientos quirúrgicos intracraneales. Su nombre proviene del neurocirujano estadounidense William H. Mayfield, quien desarrolló este sistema. (Barrfab.).

En la figura 13 encontramos el soporte de Mayfield propio de la empresa Techsalud.

Figura 13. *Soporte de Mayfield*



En la figura 13 observamos el segundo equipo que más rota en techsalud después del aspirador.

Neuro monitoria: también conocida como monitorización neurofisiológica intraoperatoria, es un conjunto de técnicas utilizadas durante los procedimientos quirúrgicos en el sistema nervioso central para evaluar y monitorear la integridad funcional de las estructuras neurológicas durante la cirugía. El objetivo principal de la neuro monitoria es identificar y prevenir posibles lesiones o daños en el sistema nervioso durante la intervención quirúrgica. (Alvarez, 2017)

En la figura 14 observamos el equipo que monitorea el sistema nervioso del paciente durante la cirugía.

Figura 14. *Neuro monitoreo*



En la figura 14 sin este equipo ninguna neurocirugía podría culminarse con éxito.

Equipo para neuro navegación: también conocido como sistema de navegación quirúrgica o neuro navegación, es una herramienta tecnológica utilizada en neurocirugía para ayudar al cirujano a planificar y guiar con precisión los procedimientos quirúrgicos en el cerebro y el sistema nervioso central. (José Alberto Choreño-Parra, 2018).

En la figura 15 observamos el neuro navegador quien facilita al especialista para ajustar los procedimientos de la intervención.

Figura 15. *Neuro navegador*



En la figura 15 este equipo es el tercer equipo despues del soporte con mas rotacion en Techsalud.

Marco de Estereotáxica: es un dispositivo utilizado en neurocirugía para guiar y orientar con precisión los procedimientos quirúrgicos en el cerebro. Proporciona un sistema de referencia tridimensional que permite al cirujano identificar y localizar con precisión las estructuras cerebrales objetivo. (Expo, 2023).

Figura 16. *Marco de Estereotáxica*



En la figura 16 el marco ayuda al especialista a ser más preciso en la intervención.

Aspirador Ultrasónico: también conocido como aspirador quirúrgico ultrasónico o aspirador de vibración ultrasónica, es un dispositivo médico utilizado en cirugía para la aspiración y eliminación de líquidos y tejidos durante procedimientos quirúrgicos. Combina la función de succión convencional con vibraciones ultrasónicas de alta frecuencia para facilitar la extracción de material biológico. (Salud, 2019).

En la figura 17 observamos el aspirador, el cual durante la cirugía extrae líquidos y desechos para mantener limpio el procedimiento.

Figura 17. *Aspirador Ultrasónico*



En la figura 17 el Aspirador es el equipo más solicitado en TechSalud.

Craneotomía: es un procedimiento quirúrgico en el que se realiza una incisión en el cráneo para acceder al cerebro y realizar intervenciones neuroquirúrgicas. Es una técnica utilizada en una variedad de condiciones médicas, como tumores cerebrales, aneurismas, hemorragias cerebrales, malformaciones arteriovenosas, lesiones traumáticas y epilepsia, entre otras. (NIH)

Esterilización: Es un proceso utilizado para eliminar o destruir todos los microorganismos, incluyendo bacterias, virus, hongos y esporas, presentes en objetos, superficies o medios, con el fin de prevenir la propagación de infecciones y garantizar la seguridad en entornos médicos, laboratorios y otros sectores donde se requiera mantener un ambiente libre de microorganismos. (Primaria, 2009)

Calibración de equipos: es un proceso importante para garantizar la precisión y confiabilidad de los instrumentos y dispositivos utilizados en diversos campos, como la industria, la ciencia y la medicina. La calibración es un procedimiento que se realiza para comparar las

mediciones de un equipo con un estándar de referencia conocido y establecer la correspondencia entre los valores medidos y los valores reales. (Controlab., 2021)

Neurocirugía: es una rama de la medicina que se especializa en el diagnóstico y tratamiento quirúrgico de los trastornos del sistema nervioso central y periférico. Los neurocirujanos son médicos altamente capacitados que se dedican a realizar intervenciones quirúrgicas en el cerebro, la médula espinal y los nervios periféricos para tratar diversas afecciones neurológicas. (Aura, 2023)

Operador Logístico: es una empresa o entidad que brinda servicios integrales de gestión y ejecución de las operaciones logísticas de otras empresas. Su objetivo principal es optimizar y facilitar el flujo de bienes, información y recursos a lo largo de toda la cadena de suministro. (Logisber.)

Equipo Biomédico: se refiere a los dispositivos, instrumentos y equipos utilizados en el ámbito de la medicina y la atención médica para el diagnóstico, tratamiento y monitoreo de pacientes. Estos equipos están diseñados específicamente para aplicaciones médicas y cumplen con altos estándares de calidad y seguridad. (Biomedicos)

IPS 3 y 4 nivel: Las IPS (Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud) de nivel 3 y 4 se refieren a las instituciones de salud que brindan atención médica de alta complejidad y especializada. A continuación, se describen brevemente estas categorías de IPS:

IPS de nivel 3: Estas instituciones prestan servicios de salud de mediana complejidad y se encuentran equipadas para realizar diagnósticos y tratamientos más avanzados. Suelen contar con especialidades médicas y quirúrgicas, unidades de cuidados intensivos, servicios de imagenología y laboratorio clínico, entre otros. También pueden atender emergencias y realizar cirugías de

moderada complejidad. Los hospitales de nivel 3 son un punto de referencia para la atención especializada en una región o área determinada.

IPS de nivel 4: estas instituciones se consideran de alta complejidad y suelen ser hospitales de referencia regional o nacional. Cuentan con una amplia gama de servicios especializados y subespecialidades en diferentes áreas médicas y quirúrgicas. Estas IPS poseen tecnología avanzada, unidades especializadas de cuidados críticos, unidades de trasplante, unidades de terapia intensiva neonatal, servicios de radioterapia, entre otros. También son centros de formación académica y de investigación en salud. (ACV)

Mejoramiento Continuo: es un concepto y una estrategia ampliamente utilizado en diversos campos y organizaciones para impulsar la eficiencia, la calidad y el crecimiento constante. Se basa en la idea de que siempre hay margen para mejorar y optimizar los procesos, productos o servicios, y se enfoca en buscar oportunidades de mejora de manera sistemática y constante. (Nacional, 2007)

2.4 Marco legal

En el desarrollo de este proyecto, es imprescindible tener en cuenta el marco legal que lo regula. Este marco proporcionara el conjunto de normas, leyes, reglamentos y políticas que establecen los derechos, responsabilidades y obligaciones de las partes involucradas, así como los límites y requisitos legales que deben cumplirse.

Ley 1751 de 2015 – Ministerio de Salud y Protección Social:

Esta ley establece el Sistema de Salud en Colombia y tiene disposiciones relacionadas con la adquisición, arrendamiento y uso de tecnologías en salud, que incluyen equipos médicos. Esta ley busca garantizar el acceso, calidad y seguridad de los servicios de salud. (Colombia, 2015)

Decreto 1074 del 2015 Sector Comercio, Industria y Turismo:

Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo. (Decreto Unico Reglamento Sector Comercio, 2015)

Resolución 3100 De 2019 Habilidadación De Servicios De Salud - Ministerio de Salud y Protección Social:

por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilidadación de Servicios de Salud. (Proteccion Social, 2019)

Resolución 00355 de 2019 Ministerio de Agricultura:

Esta resolución, emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social, establece los requisitos técnicos y administrativos para el arrendamiento de tecnologías en salud, incluyendo equipos médicos. Establece criterios para el registro y la operación de las empresas dedicadas al arrendamiento de equipos médicos en Colombia. (Social M. d., 2019)

Resolución 1478 de 2006 – Ministerio de la Protección Social:

Esta resolución, también emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social, regula la importación y comercialización de dispositivos médicos en Colombia. Contiene disposiciones relacionadas con la importación, registro y control de calidad de los equipos médicos. (Social M. d., 2006)

Resolución 3100 de 2019 - Ministerio de Salud y Protección Social:

Esta resolución, emitida por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), establece los requisitos para la obtención del registro sanitario de dispositivos médicos, incluyendo los equipos que se utilizan en el ámbito médico. (Proteccion Social, 2019).

3. Metodología y actividades a realizar

Este proyecto adoptó una metodología rigurosa, fundamentada en la información recopilada durante el análisis inicial del problema. La estructura de trabajo se diseñó considerando un enfoque sistemático para abordar las complejidades inherentes a la pérdida de cirugías en Techsalud S.A.S. El desarrollo metodológico se representa a través del análisis causa raíz que las herramientas utilizadas nos mostraban a lo largo del desarrollo de las actividades, proporcionando una guía detallada para la ejecución eficiente y efectiva del proyecto.

Los objetivos de la investigación fueron claramente definidos en esta etapa, centrándose en la reducción de pérdidas económicas y la mejora de la eficiencia operativa en Techsalud S.A.S. Se establecieron metas específicas y medibles para guiar la implementación del proyecto y evaluar su éxito.

Con los objetivos establecidos, se seleccionaron métodos y técnicas específicos para abordar la problemática. Entre las herramientas utilizadas se incluyen:

3.1 Procesamiento de datos

Espina de Pescado (Ishikawa): Para identificar y visualizar las posibles causas del problema.

Análisis Multivariado: Para examinar relaciones complejas entre variables y encontrar patrones significativos en los datos.

Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar): Como enfoque de mejora continua para implementar y evaluar cambios.

3.2 Análisis de datos

Se realizó sistemáticamente, incluyendo información sobre cirugías programadas, canceladas, factores externos e internos. Se utilizaron herramientas digitales para organizar y estructurar los datos de manera efectiva, facilitando su procesamiento y análisis posterior.

En esta fase, se aplicaron diversas técnicas estadísticas y análisis cuantitativos para examinar la información recopilada. El análisis se centró en identificar patrones, tendencias y relaciones entre variables clave. Se utilizaron gráficos, tablas y métodos estadísticos para visualizar y comprender la magnitud del problema.

Se realizaron entrevistas con el personal de Techsalud, se recopilaron datos históricos y se documentaron las experiencias relacionadas con las cirugías perdidas y canceladas. Esta etapa aseguró la obtención de información completa y actualizada.

3.3 Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos a través del análisis de datos se interpretaron cuidadosamente. Se buscó comprender las causas fundamentales detrás de las pérdidas de cirugías, identificar áreas críticas de mejora y validar si los objetivos iniciales se estaban logrando. La interpretación se realizó en colaboración con el equipo de Techsalud para asegurar la aplicabilidad práctica de las conclusiones.

3.4 Propuesta de mejora y plan de acción

Esta metodología integral proporcionó un enfoque sistemático y estructurado para abordar la problemática identificada en Techsalud S.A.S, asegurando la aplicación efectiva de herramientas y técnicas específicas en cada etapa del proyecto.

Se procedió a desarrollar un marco teórico y conceptual sólido que proporcionara la base conceptual necesaria para abordar la problemática. Esto implicó revisar literatura relevante, investigaciones previas y mejores prácticas en el ámbito de la gestión de equipos médicos y la logística en el sector de la salud. Se identificaron teorías y enfoques que se alinearan con los objetivos del proyecto.

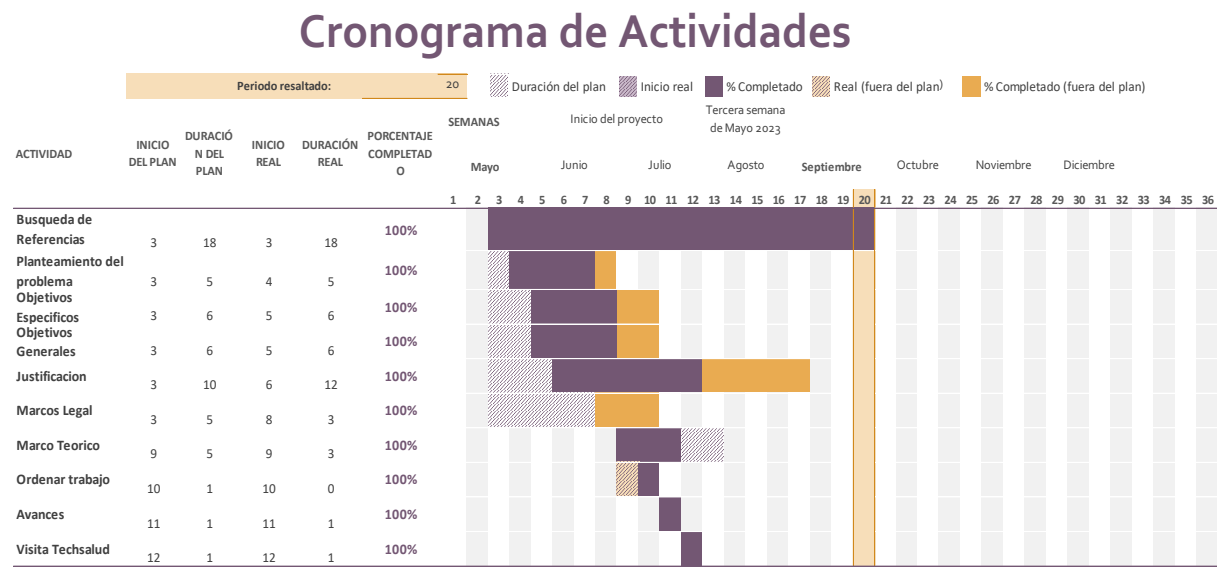
Basándose en los resultados interpretados, se desarrolló una propuesta de mejora detallada. Se estableció un plan de acción que incluyó la implementación de cambios específicos en los procesos, procedimientos y prácticas operativas de Techsalud S.A.S. Esta propuesta se presentó en secciones anteriores del proyecto.

4. Cronograma de actividades

El siguiente cronograma de actividades evidencia como se fue desarrollado el trabajo de grado partiendo desde la identificación del problema, estableciendo los objetivos, realizando la selección de métodos y técnicas, procesamiento de datos, interpretación de resultados y realizando el documento final.

En la figura 18 encontramos el cronograma de actividades del anteproyecto para lograr obtener el aval para realizar esta determinación en la empresa Techsalud.

Figura 18. Cronograma Actividades



En la figura 18 encontramos el inicio del anteproyecto en mayo del 2023 a septiembre del mismo año que fue su aprobación.

Identificación del Problema (Semana 4-8):

- Revisión exhaustiva de la información proporcionada por Techsalud.
- Entrevistas con el personal interno y externo para comprender las percepciones sobre los desafíos en la gestión de cirugías. (Se anexa certificado emitido por la empresa) Ver Anexo 1

1

- Análisis de documentos y registros relacionados con las cirugías programadas y realizadas. (Se anexa tabla de datos históricos) Ver Anexo 2

Establecimiento de Objetivos (Semana 5-8):

- Definición clara de los objetivos generales y específicos del proyecto.
- Validación de los objetivos con el equipo de Techsalud.

Selección de Métodos y Técnicas (Semana 4-5):

- Revisión de metodologías cualitativas apropiadas para abordar las limitaciones de la gestión de información en Techsalud.
- Elección de herramientas específicas como análisis FODA, diagrama de Ishikawa y análisis multivariado para el estudio.

Procesamiento de Datos (Semana 5-11):

- Desarrollo de un protocolo para la recolección de datos cualitativos.
Implementación de grupos focales.
Codificación y organización de datos para su posterior análisis.

Análisis de Datos (Semana 11-13):

- Aplicación de herramientas cualitativas para analizar los datos recopilados.
- Identificación de patrones, tendencias y puntos críticos relacionados con la gestión de cirugías.
- Integración de resultados para obtener una visión global de los problemas identificados.

Interpretación de Resultados (Semana 13-15):

- Sesiones de revisión con el equipo de Techsalud para discutir los hallazgos.
- Formulación de conclusiones preliminares y recomendaciones.

Informe Final (Semana 15-17):

- Redacción del informe final del proyecto.
- Presentación de los resultados y recomendaciones al equipo de Techsalud.
- Entrega de la documentación completa del proyecto.

5. Estudio

5.1 Tipo de estudio

Este trabajo se basa en realizar un estudio descriptivo para aplicar o deducir una circunstancia que se esté presentando actualmente, este estudio describe todas las dimensiones, en este caso describe el objetivo que se va a estudiar. Se realiza un estudio descriptivo porque se centra en recolectar datos que describen la situación actual tal y como es.

6. Presupuesto

El siguiente presupuesto se destinó con propósito de conocer el funcionamiento de la empresa y realizar el estudio previo sobre la problemática que presenta para con ello dar inicio a la elaboración de las causales, objetivos y mejoras presentados en este documento.

En la figura 19 encontramos el presupuesto para realizar las reuniones en la empresa TechSalud.

Figura 19. *Presupuesto*

Nº Presupuesto	Fecha
#1	18/09/2023

Proyecto	Datos Cliente
Empresa: Techsalud S.A.S	Nicolas Osorio Arguelles

Teléfono : 3213831300
nicolas.osorio@ustabuca.edu

Descripción	Precio	Unidad	Importe
Reuniones con el tutor	5000	2	10000
Visita Techsalud	8000	2	16000
Refrigerios	3000	3	9000
lapicero	1700	1	1700
			0
			0
			0
			0
			0
			0
			0
			0
BASE IMPONIBLE		36700	
TOTAL		36700	

Firma del Cliente	
-------------------	--

En la figura 19 observamos el costo del transporte y las onces de esos días.

7. Desarrollo

7.1 Análisis de datos históricos

Según se observa en el Gráfico 4, titulado "Estado de Cirugías", nuestro análisis se centrará en el grupo que constituye el 13.45% de las cirugías pérdidas durante los tres años de operación de la empresa detallado en la fase inicial de nuestra investigación. Este porcentaje representa un total de 125 cirugías que Techsalud no pudo llevar a cabo. Este dato cobra especial relevancia, ya

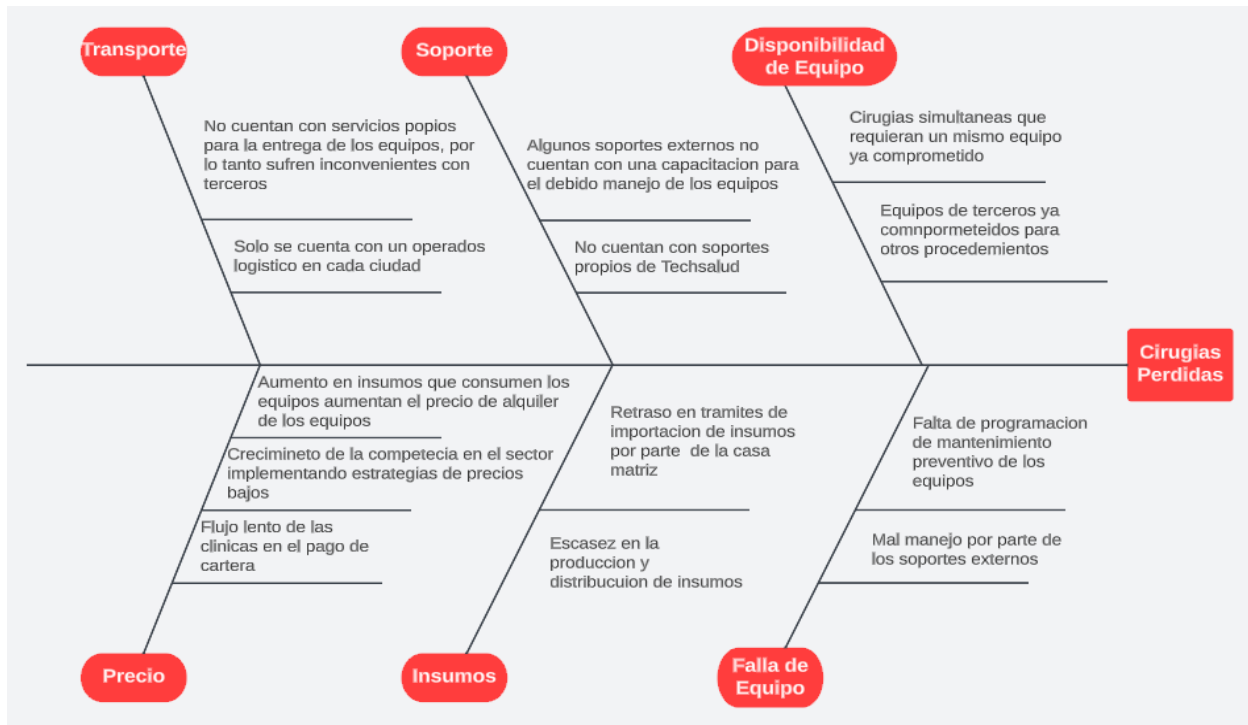
que estas intervenciones médicas no realizadas que implican una pérdida cuantitativa para la empresa.

Este grupo específico de cirugías no realizadas plantea interrogantes cruciales sobre los procesos internos de Techsalud. Analizar las razones detrás de estas cirugías no realizadas se ha vuelto imperativo para mejorar la eficiencia y la efectividad de los servicios médicos proporcionados por nuestra institución. Es fundamental comprender las causas subyacentes, que podrían incluir desde limitaciones en la capacidad operativa hasta problemas en la programación de las cirugías o incluso dificultades en la gestión de los recursos. Al abordar estas situaciones, estamos encaminados hacia la mejora de nuestro proceso operativo y, lo que es más importante, hacia la garantía de una atención integral y oportuna para nuestros clientes.

Para esto hemos diseñado los siguientes diagramas:

7.1.1 Diagrama de Ishikawa

En la figura 20 se realizó el siguiente diagrama podemos identificar las posibles causas y las variables dependientes de la pérdida de cirugías por Techsalud.

Figura 20 Diagrama de Ishikawa

En la figura 20 al efectuar un análisis detallado a través del diagrama de espina de pescado se observó que el aspecto más crítico de nuestro problema radica en la variable "Precio".

Esta categoría alberga una serie de factores externos que están teniendo un impacto significativo en el flujo constante de alquileres en Techsalud. Entre estos factores se incluyen el crecimiento acelerado de la competencia en el mercado, la demora en los pagos retroactivos por parte de las clínicas y el aumento en el costo de los insumos utilizados durante las cirugías debido a la demanda de equipos especializados.

El auge de la competencia ha generado una presión adicional en los precios, lo que ha llevado a una disminución en los márgenes de ganancia de Techsalud. Además, la lentitud en los pagos retroactivos por parte de las clínicas ha afectado el flujo de efectivo de la empresa, creando desafíos financieros significativos. Por otro lado, el aumento en los costos de los insumos,

directamente vinculado a la alta demanda de equipos especializados en las cirugías, ha incrementado los gastos operativos de Techsalud, reduciendo aún más su rentabilidad.

Para abordar esta problemática, es imperativo implementar estrategias que permitan afrontar estos desafíos externos de manera efectiva. Esto podría implicar la revisión y ajuste de las estructuras de precios para mantener la competitividad sin comprometer los márgenes de beneficio. Asimismo, establecer acuerdos contractuales más rigurosos con las clínicas para agilizar los procesos de pago y mejorar el flujo de efectivo de Techsalud. Además, explorar opciones para optimizar la cadena de suministro y negociar acuerdos preferenciales con proveedores de insumos podría ayudar a mitigar el impacto del aumento de costos.

Al abordar estas cuestiones y desarrollar estrategias proactivas para enfrentar los desafíos externos, Techsalud estará mejor posicionado para mantener su competitividad en el mercado y garantizar un flujo de ingresos más estable y predecible a lo largo del tiempo.

7.1.2 Diagrama de Pareto

La tabla de frecuencias nos muestra la recurrencia de las causas que hacen perder las cirugías de Techsalud. En la siguiente tabla encontramos los casos y los más significativos.

En la tabla 7 observamos la tabla de frecuencias realizada con las causas del diagrama de Ishikawa y usando datos estratificados del planteamiento del problema.

Tabla 7. Tabla de frecuencias

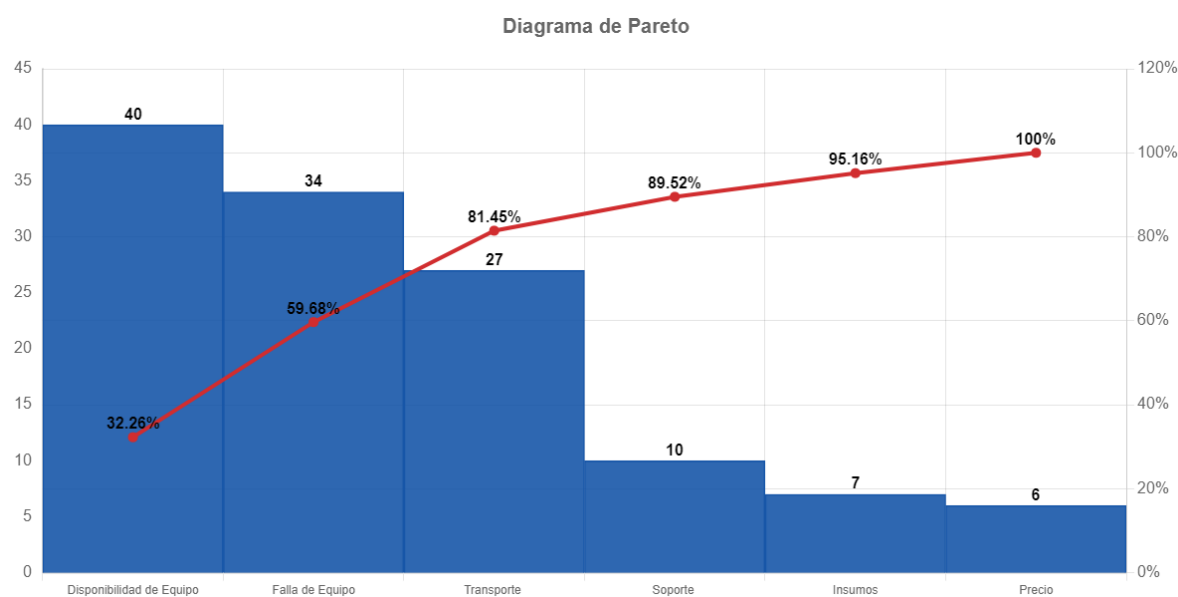
Categoría	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Abs. Acumulada	Frecuencia Rel. Acumulada
Disponibilidad de Equipo	40	32.25%	40	32.26%
Falla de Equipo	34	27.41%	74	59.68%
Transporte	27	21.77%	101	81.45%
Soporte	10	8.06%	111	89.52%
Insumos	7	5.64%	118	95.16%
Precio	6	4.83%	124	100%

En la tabla 7 observamos las 5 causas con su respectivo porcentaje de frecuencia encontrando la disponibilidad de equipo en la Cuma con un 32%.

El análisis Pareto se ha aplicado a las causas de pérdida identificadas en el proceso de gestión de cirugías de Techsalud SAS. La tabla presenta las categorías clasificadas por frecuencia absoluta y relativa, así como sus acumulados respectivos. La representación visual de estas frecuencias destaca que las tres principales causas, "Disponibilidad de Equipo", "Falla de Equipo" y "Transporte", contribuyen significativamente al 81.45% de las pérdidas, subrayando la importancia de abordar estas áreas prioritarias en la estrategia de mejora.

En la figura 21 se realizó el diagrama de Pareto con los resultados de la tabla de frecuencias utilizando Excel para realizar estos procedimientos estadísticos.

Figura 21 *Gráfico de Pareto*



En la figura 21 en el diagrama de Pareto observamos que de las 6 causas 3 de ellas representan el 81% de la problemática en Techsalud.

En base en el análisis llevado a cabo en la fase de planteamiento del problema se observó gracias al Pareto ver Figura 21 y en el desarrollo del primer objetivo donde utilizamos herramientas como el diagrama de Ishikawa y la técnica de Pareto, se pudo realizar una jerarquización detallada de los problemas que enfrenta Techsalud. Estas metodologías nos brindaron una visión estructurada y profunda de las causas subyacentes de los desafíos que la institución está experimentando. El diagrama de Ishikawa nos permitió visualizar de manera clara y sistemática las categorías de las posibles causas que podrían contribuir a los problemas identificados.

Por otro lado, la aplicación del principio de Pareto fue esencial para destacar los problemas críticos dentro de estas categorías. Al identificar el 20% de las causas que probablemente estén provocando el 80% de los problemas, se pudo enfocar nuestra atención y recursos en áreas específicas que necesitan una atención inmediata. Este enfoque basado en datos nos proporcionó una comprensión profunda de los procesos internos de Techsalud y permitió no solo identificar los problemas, sino también priorizarlos según su impacto y relevancia. Así, se pudo identificar el proceso al que pertenecen estos problemas, lo que permitirá tomar medidas específicas y estratégicas para abordar las deficiencias identificadas y mejorar significativamente el funcionamiento de Techsalud.

7.2 Análisis Causa Raíz

1. Identificación del Problema Principal:

- Principal Defecto: Pérdida económica debido a la cancelación y pérdida de cirugías.

A. Identificación de Causas Raíz:

- Causa Principal 1: Disponibilidad del Equipo (32%):
- Causa Raíz:

Disponibilidad de Equipos Inadecuada

Deficiente Programación de Disponibilidad de Equipos.

Proveedores No Confiables o con Entrega Irregular.

- Causa principal 2: Falla de Equipo (27.41%)

Pérdida de eficiencia operativa por falta de equipo para las cirugías.

- Causas Raíz:

Problemas de Mantenimiento Preventivo Ineficiente.

Procesos irregulares en el acople del equipo por fallas imprevistas. |

Retrasos en la entrega de equipos debido a proveedores poco confiables o ineficientes.

- Causa principal 3: Transporte (21.77%)

Retrasos y daños en los equipos médicos durante el transporte, lo que afecta la disponibilidad y la integridad de los equipos para las cirugías.

- Causas Raíz:

Falta de un sistema de seguimiento en tiempo real para monitorear la ubicación y el estado de los equipos durante el transporte.

Capacitación insuficiente del personal de transporte en el manejo adecuado de equipos médicos, lo que aumenta el riesgo de daños durante el transporte.

Estas causas raíz proporcionan una comprensión más profunda de los problemas subyacentes asociados con la falta de equipo y los desafíos en la logística de transporte.

7.3 Análisis multivariado

Las técnicas multivariadas constituyen un conjunto integral de herramientas analíticas que no solo posibilitan la extracción de información, sino que también potencian la capacidad de los

investigadores para explorar, comprender y modelar la complejidad inherente a conjuntos de datos multidimensionales. Al emplear estas metodologías, se logra una gestión más efectiva de la variedad de variables interrelacionadas presentes en los datos, lo cual permite revelar patrones ocultos, identificar tendencias y descubrir relaciones no evidentes mediante enfoques uní variado. Estas técnicas abren la puerta a una exploración más profunda y detallada de la información contenida en los datos, proporcionando una visión que va más allá de simples análisis uní variado. Al ampliar la perspectiva de estudio, los investigadores pueden captar la interdependencia entre variables y evaluar de manera más precisa el impacto conjunto de diversas variables en un fenómeno o resultado particular. En resumen, las técnicas multivariadas no solo se limitan a extraer información, sino que ofrecen una plataforma extensa para explorar la complejidad de los datos, facilitando así la toma de decisiones informada y proporcionando una comprensión más completa de los fenómenos estudiados. (scalahed)

7.3.1 Técnicas de interdependencia

Los métodos de interdependencia se caracterizan por no hacer distinciones entre variables dependientes e independientes. Tiene un propósito muy amplio el cual se centra en la identificación de las relaciones existentes entre variables, explorando no solo la naturaleza de dichas conexiones, sino también las causas subyacentes que las explican. En contraste con los métodos tradicionales que segregan variables en categorías específicas, los métodos de interdependencia buscan comprender qué variables están interrelacionadas, de qué manera se vinculan entre sí y cuáles son los factores que propician dichas conexiones. Este enfoque multidimensional proporciona una perspectiva más completa y detallada sobre la complejidad de las relaciones dentro de un conjunto de datos. El objetivo final de estos métodos no se limita simplemente a establecer la presencia de

relaciones, sino que se amplía para desentrañar los entresijos de estas conexiones, arrojando luz sobre los mecanismos subyacentes que impulsan la interdependencia entre variables. En consecuencia, al emplear métodos de interdependencia, los investigadores no solo identifican asociaciones, sino que también ahondan en la comprensión de los motivos que subyacen a estas relaciones, proporcionando una visión más rica y completa de la dinámica de los conjuntos de datos analizados. (Portal Almedica)

7.3.2 Técnicas dependientes

Los métodos de dependencia pretenden esclarecer la influencia del conjunto de variables independientes sobre las dependientes, así como entender la naturaleza y magnitud de dicha afectación. Estos métodos constituyen un pilar esencial en la investigación, ya que se centran en desentrañar la relación entre distintos conjuntos de variables, proporcionando una comprensión más profunda y matizada de cómo los factores independientes inciden en los resultados o fenómenos de interés.

El objetivo de los métodos de dependencia es discernir la naturaleza de la conexión entre las variables, y no solo establecer la presencia o ausencia de influencia. Estos enfoques analíticos permiten explorar la dirección y la intensidad de la relación, así como identificar posibles patrones, tendencias o interacciones complejas entre las variables. En consecuencia, no solo se trata de determinar la existencia de dependencia, sino de desglosar y comprender de manera exhaustiva cómo las variables independientes impactan y moldean las variables dependientes en un contexto multidimensional.

En este sentido, los métodos de dependencia no solo responden al interrogante de si hay una conexión entre las variables, sino que profundizan en la esencia misma de esa relación,

proporcionando una visión más completa y detallada de la interdependencia entre los conjuntos de variables bajo estudio. Este enfoque analítico resulta esencial para la toma de decisiones fundamentadas y el avance en el conocimiento científico al revelar las complejidades inherentes a las relaciones entre variables en diversos contextos. (scribd)

7.3.3 Selección técnica multivariada

El método seleccionado para desarrollar este trabajo fue la técnica de dependencia cuantitativa individual, con especial énfasis en el uso de una variable dependiente de regresión lineal múltiple. Esta elección se fundamenta en la necesidad de explorar y comprender las relaciones entre las variables de manera detallada y cuantitativa.

La técnica de dependencia cuantitativa individual proporciona un marco analítico que permite evaluar la influencia de múltiples variables independientes sobre la variable dependiente. En este contexto, la elección de la regresión lineal múltiple como variable dependiente permitió en base a los datos de la empresa modelar y cuantificar de manera eficiente las relaciones complejas entre diversas variables, ofreciendo así una visión más completa y precisa de la dinámica subyacente en los datos.

Al optar por este enfoque, se busca no solo identificar las asociaciones entre las variables, sino también cuantificar el grado de impacto que cada variable independiente tiene sobre la variable dependiente. De este modo, se pretende obtener resultados más robustos y una comprensión más profunda de los factores que influyen en el fenómeno estudiado. En resumen, la elección de la técnica de dependencia cuantitativa individual con regresión lineal múltiple se presenta como un enfoque analítico sólido y detallado para abordar la complejidad de las relaciones entre variables en el contexto de este trabajo.

7.3.4 Análisis de regresión lineal múltiple

En el proceso de análisis multivariado para este proyecto, se identificaron dos software: Minitab y SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) ; Aunque, durante nuestra formación académica, tuvimos la oportunidad de familiarizarnos con SPSS, lo que nos proporcionó una base sólida para realizar análisis estadísticos complejos de manera eficiente, por conveniencia de conseguir y utilizar el software, hoy en día, fue más fácil obtener el software Minitab, por lo cual fue el software seleccionado. Este software ofrece una amplia gama de capacidades analíticas, incluida la capacidad de realizar análisis de regresión para investigar las relaciones entre múltiples variables predictoras y una variable de resultado.

Además, la interfaz intuitiva de MiniTab facilita la manipulación de datos, la generación de gráficos y la interpretación de resultados, lo que lo convierte en una herramienta poderosa para explorar relaciones complejas dentro de un conjunto de datos. Por lo tanto, elegir Minitab para este análisis multivariado nos permitió obtener una comprensión más profunda de las relaciones entre las variables y su impacto en el resultado del proyecto. Del archivo maestro que la empresa TechSalud, se tomaron los datos obtenidos del diagrama de Pareto antes realizado para poder hacer la regresión lineal.

1. Lo primero que se hizo fue mirar los últimos datos visualizados en el archivo maestro de la empresa Techsalud, lo que se evidencia que el último dato es del mes de octubre del 2023, por lo que separamos por meses desde septiembre del año 2022 hasta el último dato en octubre del 2023. Ver Figura 22

2. Luego realizamos un Excel en el cual al pasar ese archivo al software nos ayudara a hacer la regresión lineal con una variable dependiente (cirugías perdidas) y 3 variables independientes (Disponibilidad de Equipo, Falla de Equipo, Transporte).
3. El software realiza la regresión de manera sistemática y solo nos queda realizar el respectivo análisis de esta represión.

En la figura 22 podemos evidenciar el maestro que Techsalud tiene para registrar su activada económica.

Figura 22. Maestro TechSalud

Fecha de la cirugía	Equipo	Ciudad servicio	CLIENTE	Valor factura	Canceladas o perdidas	ESTADO	Detalle	Proveedor	costo	Fac prov	fecha PAGO	estado	Otros
10/03/21	Aspirador +doppler	Bogotá	Anatomica	672.268		pagadas		Healthcare				propio	
15/03/21	neuronavegador	Bucaramanga	comuneros	5.000.000		pagadas		Healthcare	3.500.000	FESC-36	01/05/21	pagada	
26/02/21	marco de estereotaxia	Bogotá	Lago	4.000.000	4.000.000	perdida	Disponibilidad de Equipo.						
16/03/21	Aspirador acing	Call	desea	2.500.000		cancelada							
8/03/21	Monitoreo	Bucaramanga	comuneros	4.000.000	4.000.000	perdida	Disponibilidad de Equipo						
5/03/21	Soporte	Bogotá	Palermo	800.000	800.000	perdida	Disponibilidad de Equipo						
19/03/21	neuronavegador+monitoreo	Bucaramanga	comuneros	9.000.000	9.000.000	perdida	Disponibilidad de Equipo						
19/03/21	Aspirador	Manizales	irremedias	1.600.000	1.600.000	perdida	Transporte						
20/03/21	Doppler	Bogotá	Neurospine	2.300.000	2.300.000	perdida	precio						
23/03/21	Aspirador	Manizales	irremedias	1.800.000	1.800.000	perdida	Transporte						
24/03/21	doppler	Bogotá	anatomica	2.300.000	2.300.000	perdida	Falla de Equipo						
27/03/21	Aspirador+Neuronav	Bucaramanga	comuneros	6.500.000	6.500.000	perdida							
29/03/21	neuronavegador	Call	nueva call	5.000.000	5.000.000	perdida	Disponibilidad de Equipo.						
29/03/21	neuronavegador	Bucaramanga	comuneros	4.000.000	4.000.000	pagadas		Healthcare	3.400.000	246	12/6/21	pagada	
20/03/21	neuronavegador	Bucaramanga	comuneros	5.000.000	5.000.000	perdida	Disponibilidad de Equipo						n/a
5/04/21	neuronavegador	Call	nueva call	4.000.000	4.000.000	pagadas		Healthcare	3.500.000	247	12/6/21	pagada	Ana h
3/04/21	Aspirador	Bogotá	centenario	2.800.000	2.800.000	pagadas		Healthcare					Ana h
5/04/21	Soporte	Bogotá	anatomica	800.000	800.000	pagadas		Healthcare					Danie
6/04/21	Doppler	Bogotá	Lago	3.400.000	3.400.000	pagadas		Healthcare					
9/03/21	neuronavegador	Bucaramanga	comuneros	4.000.000	4.000.000	perdida	Transporte						
5/03/21	neuronavegador	Bucaramanga	comuneros	4.000.000	4.000.000	perdida	Transporte	Healthcare	3.024.000			pagada	
6/04/21	Aspirador	Call	nueva call	2.500.000	2.500.000	pagadas		Healthcare					Ana h
12/04/21	Aspirador	Bucaramanga	comuneros	2.500.000	2.500.000	pagadas		Healthcare					Alis p
12/04/21	neuronavegador	Bucaramanga	comuneros	5.000.000	5.000.000	perdida	Transporte						
12/04/21	Aspirador	Ramona	Anatomica	1.813.000	1.800.000	perdida	Transporte						
14/04/21	varios	Bogotá	Lago	14.900.000	14.900.000	cancelada							
17/04/21	marco de estereotaxia	Bogotá	Lago	4.000.000	4.000.000	pagadas		Neuro Lor	2.800.000	312		pagada	Heidy
18/04/21	neuronavegador	Bucaramanga	comuneros	6.500.000	6.500.000	pagadas		Healthcare	3.500.000			pagada	
15/04/21	Aspirador +doppler	Bogotá	Lago	5.900.000	5.900.000	pagadas		Healthcare					jossely
16/04/21	neuronavegador	Bucaramanga	comuneros	4.000.000	4.000.000	pagadas		Healthcare	3.456.000	297	12/6/21	pagada	mea.d230

En la figura 22 observamos el proceso manual que tiene la empresa para llevar un seguimiento de su actividad comercial.

En la figura 23 para que Minitab realizará la regresión lineal simplificamos este archivo en otro archivo de Excel que lo llamamos Libro1.

Figura 23. Archivo para Minitab

	A	B	C	D	E	F	G
1	Mes	Disponibilidad de Equipo	Falla de Equipo	Transporte	Cirugías Perdidas	Costo Cir perdidas	
2	1	2	3	2	7	12	
3	2	2	1	1	5	45	
4	3	1	2	0	4	22	
5	4	6	1	1	8	85	
6	5	4	3	3	14	83	
7	6	5	2	0	8	49	
8	7	2	2	0	4	42	
9	8	4	2	0	7	38	
10	9	5	2	1	8	31	
11	10	4	2	4	11	41	
12	11	3	1	4	8	28	
13	12	2	1	0	4	37	
14							
15							
16							
17							
18							

En la figura 23 se realizó el archivo de tal manera que Minitab tomará valores numéricos para realizar la regresión lineal.

Del maestro sumamos la cantidad de cirugías por cada mes durante un año (2022) y las totales cirugías que se perdieron mes a mes para hacer la regresión lineal. Lo que nos resulta en una variable dependiente que son los Costos de cirugías perdidas (variable continua) y las 3 variables independientes que son la disponibilidad de equipo, Falla de equipo y el Transporte (ver Figura 23). Las variables independientes se tratarán como variables continuas (Minitab S.F.)

En la figura 24 abrimos desde el software el libro1 para proceder con la regresión lineal en Minitab .

Figura 24. *Variables de análisis*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
	Mes	Disponibilid...	Falla de Equ...	Transporte	Cirugías Per...	Costo Cir pe...										
1	1	2	3	2	7	12										
2	2	2	1	1	5	45										
3	3	1	2	0	4	22										
4	4	6	1	1	8	85										
5	5	4	3	3	14	83										
6	6	5	2	0	8	49										
7	7	2	2	0	4	42										
8	8	4	2	0	7	38										
9	9	5	2	1	8	31										
10	10	4	2	4	11	41										
11	11	3	1	4	8	28										
12	12	2	1	0	4	37										
13																
14																
15																
16																
17																
18																

En la figura 24 se nombran los meses y los valores. Teniendo los datos de forma correcta analizamos por regresión lineal para que el software diera los resultados obtenidos. (Ver figura 25)

Figura 25. *Regresión Lineal*

	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
7									
5									
4									
8									
49									
42									
38									
31									
41									
28									
37									

En la Figura 25 observamos el debido procedimiento para realiza el análisis de regresión lineal multivariado con una variable dependiente y 3 variables independientes.

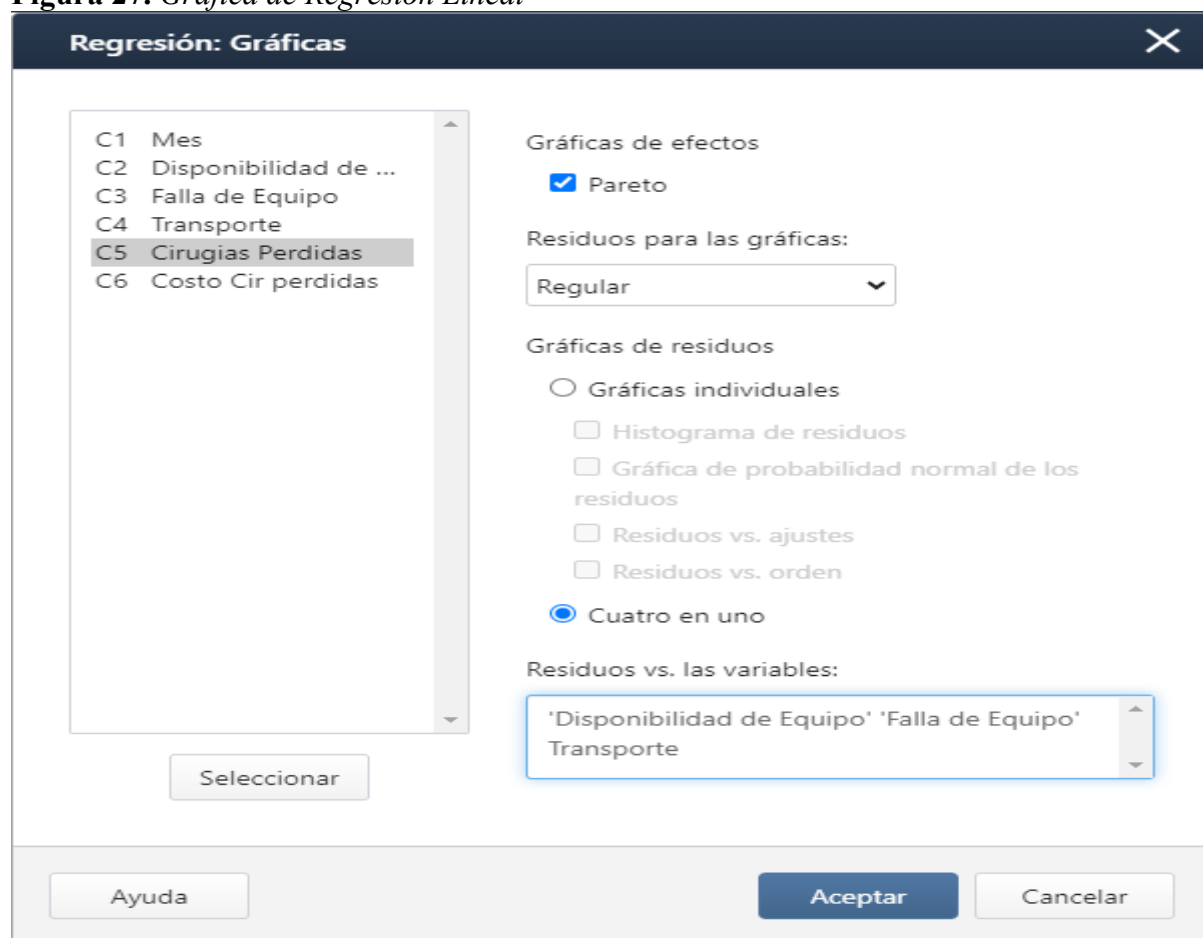
1. Después de que el software realice el análisis nos arroja los siguientes resultados para esta regresión. Ver Figura 26.

En la figura 26 se separan las variables dependientes e independientes.

Figura 26. *Ajuste para variable dependiente e independiente para la regresión lineal*

En la figura 26 se realiza la identificación de variables de respuesta y predictores o variables independientes.

En la figura 27 se observa la selección de graficas para el análisis de Regresión lineal.

Figura 27. *Grafica de Regresión Lineal*

En la figura 27 se observa la selección de cuatro gráficos en uno solo y el gráfico de Pareto, los cuales nos ayudara a verificar la significancia.

En las tabla 8, 9, 10 y 11 se observa los resultados de la aplicación de la regresión lineal.

Tabla 8. *Análisis de regresión Costo Cirugías perdidas vs. Disponibilidad de Equipo, Falla de Equipo, Transporte*

Ecuación de regresión

$$\text{Costo Cir perdidas} = 18.4 + 8.46 \text{ Disponibilidad de Equipo} - 2.04 \text{ Falla de Equipo} - 0.06 \text{ Transporte}$$

Tabla 9. *Coeficientes*

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	18.4	21.5	0.85	0.418	
Disponibilidad de Equipo	8.46	3.98	2.13	0.066	1.02
Falla de Equipo	-2.04	8.62	-0.24	0.819	1.02
Transporte	-0.06	4.01	-0.02	0.988	1.04

Tabla 10 *Resumen de Modelo*

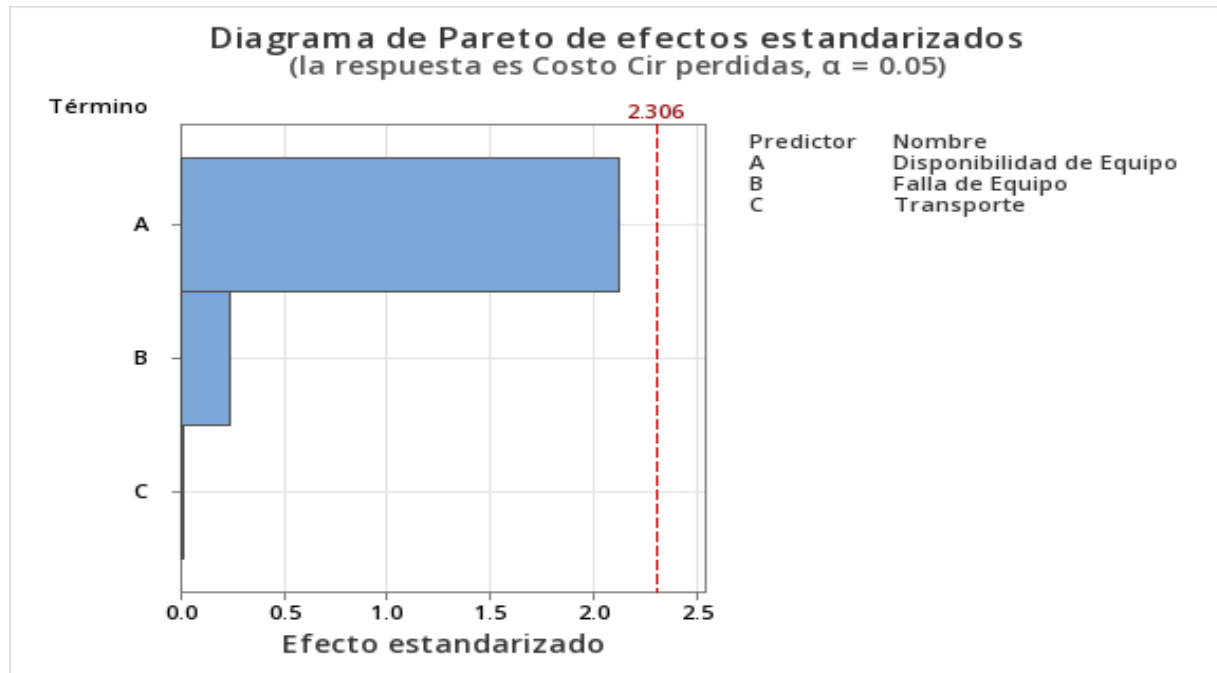
S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
20.3124	37.01%	13.39%	0.00%

Tabla 11 *Análisis de varianza*

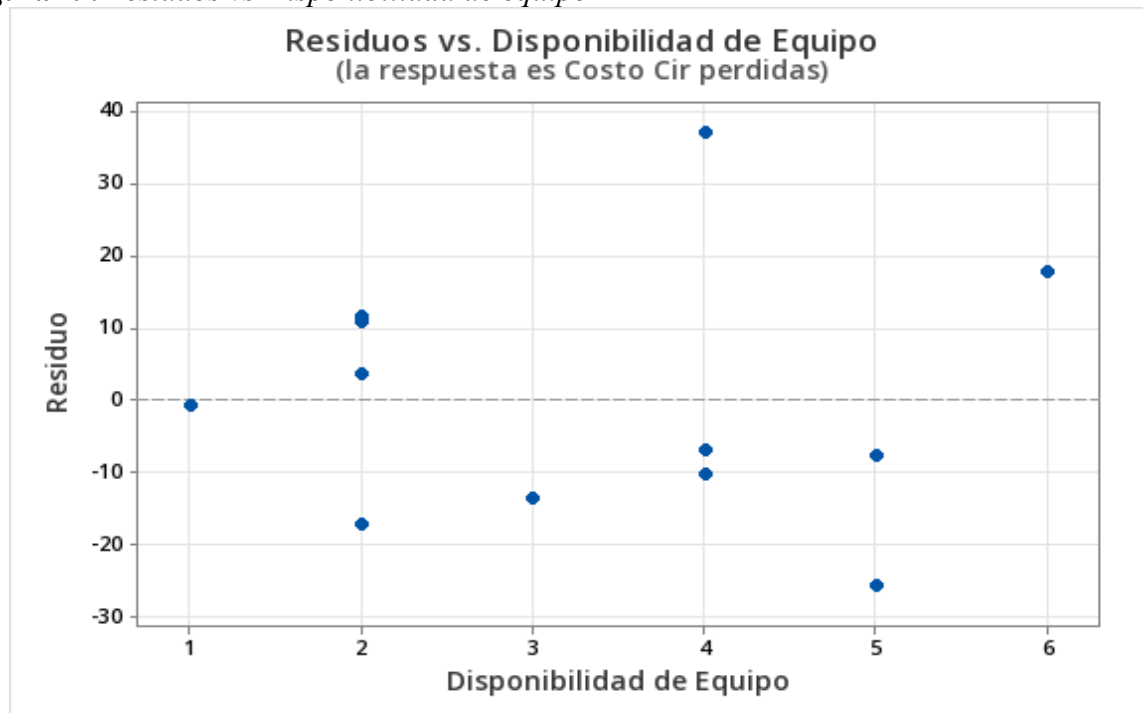
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	1939.51	646.50	1.57	0.271
Disponibilidad de Equipo	1	1867.42	1867.42	4.53	0.066
Falla de Equipo	1	23.18	23.18	0.06	0.819
Transporte	1	0.09	0.09	0.00	0.988
Error	8	3300.74	412.59		
Total	11	5240.25			

En las Tablas 8, 9, 10 y 11 se observa los resultados proporcionados por Minitab. En primer lugar, se observa que las variables independientes no muestran significancia, es decir no influyen sobre los costos de las pérdidas de cirugías ya que el P value es superior al 5%. Igualmente, en el análisis de varianza se observa un valor de P superior al 5%, lo cual confirma que las variables no inciden en los costos de las cirugías perdidas.

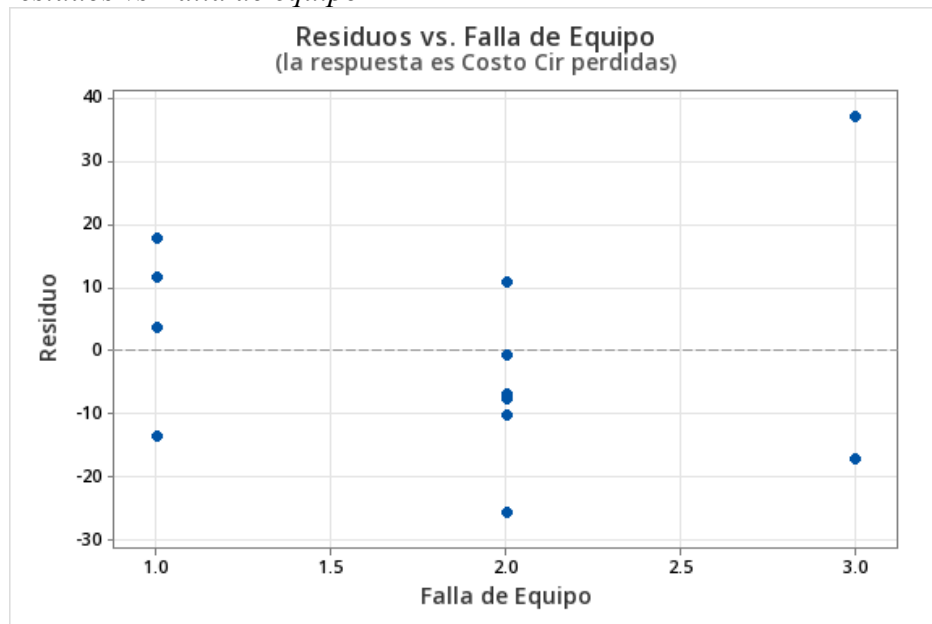
En la figura 28 observamos la verificación de los resultados en el diagrama de Pareto.

Figura 28. Resultados diagrama de Pareto

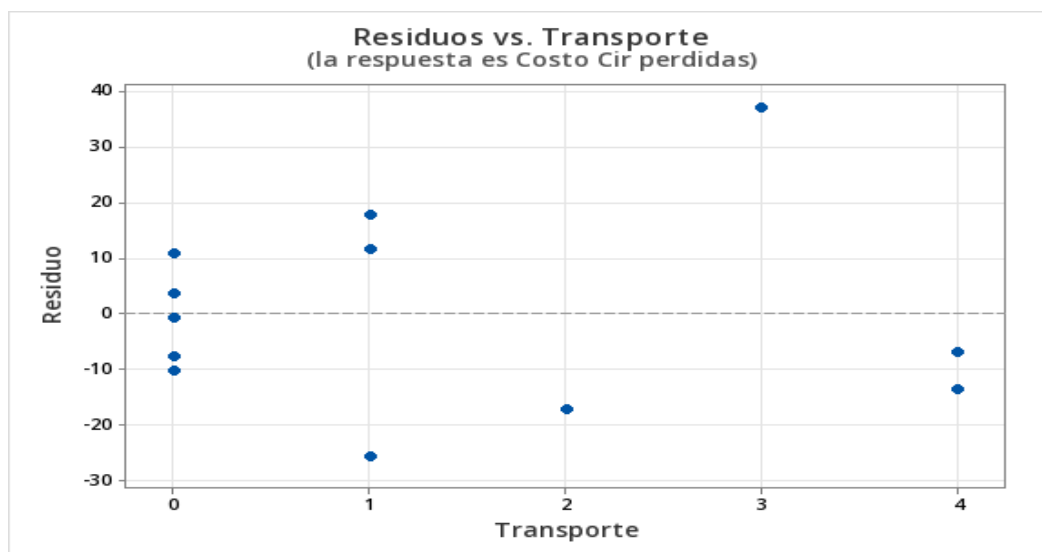
La figura 28 muestra que el diagrama de Pareto confirma la no significancia de las causas identificadas por fishbone (Ver Figura) y Pareto potencial (ver Figura). La variable más próxima en significancia es Disponibilidad de equipo la cual intenta explicar el 8,76% de los costos de las pérdidas de cirugías. Por otra parte, se analizó las diferentes variables versus los residuos como se observa en la figura 29.

Figura 29. *Residuos vs Disponibilidad de equipo*

En la figura 29 se observa el no comportamiento aleatorio alrededor de 0, como los puntos asilados en 4 y la no presencia de ellos en 3 y 5, los cuales presentan puntos solo a un lado del eje central. Igualmente, en la figura 30 se observa el comportamiento de los residuos vs Falla en Equipo.

Figura 30. *Residuos vs Falla de equipo*

En la figura 30 se observa que no se presentan puntos aleatorios alrededor de 0. En algunos casos hay puntos alejados. En la figura 31 se observa la relación de los residuos vs transporte.

Figura 31. *Residuos vs transporte*

En la figura 31 se observa, igualmente un comportamiento de datos no aleatorio alrededor de 0. En algunos casos también presenta datos alejados del eje los cuales podrían no representar el modelo propuesto.

7.4 Propuesta de mejora

Aunque las causas principales encontradas con el fishbone y analizadas con Pareto hayan presentado poca significancia al costo de cirugías perdidas, se establece como principal aspecto a mejorar en volver a realizar un levantamiento de datos de nuevas causas principales, pero esta vez observadas sobre el proceso con el fin de identificar causas más significativas al problema

En la figura 32 se presenta el plan de mejora elaborado según las principales causas del proyecto. En este plan se detallan las acciones específicas para abordar cada causa raíz identificada, junto con las soluciones específicas para implementar las mejoras, que, aunque la significancia del problema no sea extraordinaria, se deben eliminar estas causas pues afectan otros factores de calidad del proceso y eficacia del mismo.

Figura 32 *Plan de Mejora*

PLAN DE MEJORA TECHSALUD S.A.S						
Realizador:	Nicolas Osorio Arguelles		Universidad Santo Tomas			
Causas principales	Causas Raiz	Soluciones Especificas	Recursos	Financiacion	Seguimiento	Responsable del Seguimiento
Disponibilidad de Equipo	Deficiente programacion de Disponibilidad de equipos	Despues de cada cirugia realizada con los diferentes equipos enviarlos a las ciudades Bogota, Bucaramanga para tener el equipo en un punto centro donde se pueda agilizar el transporte a otra ciudad	Personal Administrativo	Propios	Mensual	Administrativo
	Disponibilidad de equipos inadecuada	Los equipos no se programaran con menos de un día de anticipacion	Personal Administrativo	Propios	Mensual	Administrativo
Falla de Equipo	Problemas de mantenimiento preventivo	Revisión y ajuste del programa de mantenimiento preventivo	Personal Administrativo	Propios	Mensual	Administrativo
	Procesos irregulares en el acople del equipo por fallas imprevistas	Capacitación del personal sobre el mantenimiento adecuado y como actuar en diferentes posibles soluciones con los equipos	Personal Administrativo	Propios	Mensual	Administrativo
Transporte	Falta de un sistema de seguimiento en tiempo real para monitorear la ubicación y el estado de los equipos durante el transporte	Implementar sistemas de seguimiento en tiempo real, AirTag	Personal Administrativo	Propios	Mensual	Administrativo
	Capacitacion insuficiente del personal de transporte en el manejo adecuado de los equipos	Capacitar al personal de logística y transporte sobre el manejo de equipos médicos	Personal Administrativo	Propios	Mensual	Administrativo

En la figura 32 se observa las soluciones específicas a cada una de las causas principales y causas raíz con los instrumentos de seguimiento propuestos (Ver anexos 3 y 4).

La primera solución específica para la disponibilidad de equipo se realiza haciendo una columna en el maestro de Techsalud donde se evidencia y se lleva control a la ciudad principal que retorna cada equipo después de cada cirugía en las diferentes ciudades. Por lo tanto, en la figura 33 encontramos como sería la solución específica para devolver el equipo a la ciudad origen.

Figura 33. Maestro ciudad de retorno

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
	NO	Fecha de solicitud	Fecha de la cx	CLIENTE	Ciudad servicio	Ciudad de retorno	CONCEPTO			Am	Asr	Arr	dp	CT	s	mx	nv	mt	NE	BS	P3X4	P4X7	P7X10	PTT	TS/FL
1137	cot	1012	5/12/2023	6/12/23	hic	piedecuesta	aspirador			1		1													
1138	cot	1006	29/11/2023	2/12/23	hic	piedecuesta	cutty			1														1	
1139	cot	1016	4/12/2023	6/12/23	hic	piedecuesta	aspirador			1															
1140	cot	1017	5/12/2023	7/12/23	lago	bogota	aspirador+Doppler			2	1		1												
1141	cot	1018	11/12/2023	18/12/23	oncolife	bogota	arios			5	1			1						1			1		
1142	cot	1014	9/12/2023	11/12/23	chicamocha	Bucaramanga	ssp-monitor			2		1						1							
1143	cot	1019	8/12/2023	11/12/23	Curvilco	floridablanca	avegador			1							1								
1144	cot	1020	11/12/2023	14/12/23	lago	bogota	ssp-nav			2	1														
1145	cot	1023	15/12/2023	18/12/23	comuneros	bucaramanga	monitor			1								1							
1146	cot	948	15/12/2023	20/12/23	chicamocha	Bucaramanga	aspirador			1		1													
1147	cot	1039	14/12/2023	19/12/23	moncaleano	neiva	ssp-nav			2		1					1								
1148	cot	1038	15/12/2023	18/12/23	anatomics	bogota	soporte			1					1										
1149	cot	1026	20/12/2023	23/12/23	somer	medellin	monitor			1								1							
1150	cot	1027	20/12/2023	23/12/23	somer	medellin	monitor			1								1							
1151	cot	1025	24/12/2023	26/12/23	moncaleano	neiva	aspirador			1		1													
1152	cot	1022	18/12/2023	21/12/23	dishospital	bucaramanga	avegador			1							1								
1153	cot	1029	25/12/2023	29/12/23	moncaleano	neiva	ssp-nav			2		1						1							
1154	cot	1030	29-12-233	29/12/23	hic	piedecuesta	sspmon			2			1						1						

En la figura 33 observamos como el equipo que fui utilizado en Neiva, retorna a Bogotá. Esperando su próxima cirugía.

En la figura 34 observamos la columna que dará solución a la programación de cirugías que solo se continuara con el proceso si el equipo tiene más de 24h de disponibilidad para su logística de entrega

Figura 34. *Fecha de solicitud de cirugías*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
		NO	Fecha de solicitud	Fecha de la cx	CLIENTE	Ciudad servicio	Ciudad de retorno	CONCEPTO		Am	Asr	Arr	dp	CT	s	mx	nv	mt	NE	BS	P3X4	P4X7	P7X10	PTT	Ts/FL
1137	cot	1012	5/12/2023	5/12/23	hic	piedecuesta		aspirador		1		1													
1138	cot	1006	29/11/2023	2/12/23	hic	piedecuesta		putty		1														1	
1139	cot	1016	4/12/2023	6/12/23	hic	piedecuesta		aspirador		1		1													
1140	cot	1017	5/12/2023	7/12/23	lago	bogota		Aspirador+Doppler		2	1		1												
1141	cot	1018	11/12/2023	18/12/23	oncolife	bogota		varios		5	1			1						1				1	
1142	cot	1014	9/12/2023	11/12/23	chicamocha	Bucaramanga		asp+monitor		2		1						1							
1143	cot	1019	8/12/2023	11/12/23	Curvilco	floridablanca		navegador		1								1							
1144	cot	1020	11/12/2023	14/12/23	lago	bogota		asp+nav		2	1														
1145	cot	1023	15/12/2023	18/12/23	comuneros	bucaramanga		monitor		1								1							
1146	cot	948	15/12/2023	20/12/23	chicamocha	Bucaramanga		aspirador		1		1													
1147	cot	1039	14/12/2023	19/12/23	moncaleano	neiva	Bogota	asp+nav		2		1						1							
1148	cot	1038	15/12/2023	18/12/23	anatomics	bogota		soporte		1				1											
1149	cot	1026	20/12/2023	23/12/23	somer	medellin	Bucaramanga	monitor		1								1							
1150	cot	1027	20/12/2023	23/12/23	somer	medellin	Bucaramanga	monitor		1															
1151	cot	1025	24/12/2023	26/12/23	moncaleano	neiva	Bogota	aspirador		1		1													
1152	cot	1022	18/12/2023	21/12/23	dishospital	bucaramanga		navegador		1								1							
1153	cot	1029	25/12/2023	29/12/23	moncaleano	neiva	Bogota	asp+nav		2		1						1							
1154	cot	1030	25-12-23	29/12/23	hic	piedecuesta		asp+mon		2			1						1						

La segunda solución específica para la disponibilidad de equipo se realiza haciendo una columna en el maestro de Techsalud donde se evidencia y se lleva control de la fecha de solicitud por lo que se corrobora que el equipo tenga la disponibilidad de 24h para su próxima programación.

8. Conclusiones

En el transcurso de este proyecto, se ha realizado un análisis de las operaciones de Techsalud S.A.S, centrándose en la problemática de la pérdida de cirugías y sus implicaciones económicas. La combinación de herramientas como el diagrama de Ishikawa, el análisis Pareto, el enfoque 5W de causa y efecto, el análisis multivariado, ha proporcionado una comprensión integral de las causas subyacentes y las áreas de mejora potencial. Es importante resaltar que, a través de este proceso, se ha formulado una propuesta de mejora que no solo aborda los problemas

identificados, sino que también establece un marco para la optimización continua de las operaciones de Techsalud.

El análisis de datos históricos de seguimiento y control del proceso operativo reveló que la disponibilidad del equipo y las fallas en el funcionamiento correcto del mismo son las principales causales de las cirugías perdidas. Las herramientas utilizadas proporcionaron una visión clara de los problemas internos y externos que afectan directamente a Techsalud. La jerarquización de estos problemas mediante el Pareto permitió una focalización efectiva en las áreas críticas.

El análisis 5W destacó que la variable "Precio" es la principal causa de pérdida económica para Techsalud. Factores externos como el aumento de la competencia y el lento pago de las clínicas contribuyen significativamente. Este enfoque proporcionó claridad sobre el entorno empresarial y sugirió estrategias específicas para contrarrestar estos desafíos.

La aplicación de la metodología C&R permitió identificar las causas fundamentales detrás de la pérdida de cirugías. En la tabla 9 el enfoque en la disponibilidad del equipo reveló deficiencias en el mantenimiento preventivo, la programación y la coordinación con proveedores. Estos hallazgos ofrecen un camino claro para la implementación de mejoras específicas.

Tabla 12. *Resultados regresión lineal MiniTab*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	1939.51	646.50	1.57	0.271
Disponibilidad de Equipo	1	1867.42	1867.42	4.53	0.066
Falla de Equipo	1	23.18	23.18	0.06	0.819
Transporte	1	0.09	0.09	0.00	0.988
Error	8	3300.74	412.59		
Total	11	5240.25			

En la tabla 9 este análisis, el valor p para el modelo es 0.271, lo que indica que el modelo global no es significativo a un nivel de confianza del 95% ($p > 0.05$). Sin embargo, es importante tener en cuenta que los valores p para las variables individuales también se proporcionan, lo que permite evaluar su contribución al modelo. En este caso, la disponibilidad de equipo tiene un valor p de 0.066, que está cerca del umbral de significancia, mientras que la falla de equipo y el transporte no son significativos ($p > 0.05$).

Para concluir la propuesta de mejora desarrollada se fundamenta en la comprensión profunda de las causas subyacentes identificadas a través de la integración de C&R y el análisis multivariado. La optimización de procesos internos, la mejora en la logística y la coordinación con terceros son aspectos clave de esta propuesta. Su implementación debería no solo abordar los problemas actuales sino también prevenir recurrencias futuras.

Se recomienda la implementación de la propuesta integral de mejora descrita a lo largo del documento como un paso crucial para que Techsalud S.A.S aborde de manera efectiva sus problemas fundamentales. Además, se espera que dicho análisis e implementación no solo contribuya a la mejora de la satisfacción del cliente, sino que también posicione a la empresa de manera más sólida y confiable en el competitivo mercado de alquiler de equipos de neurocirugía. Este enfoque estratégico no solo beneficiará internamente a la organización, sino que también fortalecerá su presencia y reputación en el sector, impulsando así su éxito a largo plazo.

Después de completar este proyecto, he obtenido una valiosa experiencia que ha enriquecido mi conocimiento y habilidades en la gestión de proyectos. Este proceso me ha enseñado la importancia de identificar las causas raíz de los problemas y abordarlos de manera sistemática y efectiva. Además, he fortalecido mi trabajo en equipo, comunicarme de manera más clara y efectiva, y tomar decisiones informadas para alcanzar los objetivos establecidos.

Mi experiencia en este proyecto me ha demostrado que, con dedicación, perseverancia y una metodología adecuada, es posible lograr resultados significativos y generar un impacto positivo en una organización. Mi consejo para aquellos que estén considerando llevar a cabo un proyecto similar es que se mantengan enfocados en sus objetivos, busquen el apoyo y la colaboración de su equipo, y estén abiertos a aprender y adaptarse a medida que avanza el proyecto. Cada desafío superado y cada logro alcanzado les permitirá crecer personal y profesionalmente, y contribuirá al éxito del proyecto y al crecimiento de la organización.

Para finalizar estas conclusiones reflejan la naturaleza integral del análisis llevado a cabo, destacando la importancia de abordar no solo los síntomas evidentes, sino también las causas fundamentales para lograr mejoras sostenibles en las operaciones de Techsalud S.A.S.

Referencias

- ACV, A. o. (s.f.). *Hospitales de Tercer Nivel En Colombia*. Bogotá. Obtenido de <https://www.recavar.org/hospitales-de-tercer-nivel-en-colombia>
- Aec. (2019). *5 Por Que*. Madrid. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/5-porque#:~:text=Los%205%20Por%20que's%20es,de%20cinco%20niveles%20de%20detalle.>
- Alvarez, L. (2017). Neuromonitoreo. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 40, 240. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=72806>
- Aner. (s.f.). *¿Qué es el mantenimiento correctivo?* Obtenido de <https://www.aner.com/blog/mantenimiento-correctivo.html>
- ASANA. (2022). *Análisis de causa raíz: explora y encuentra soluciones efectivas (con ejemplos)*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/root-cause-analysis-template>
- Aura, C. (2023). *Neurocirugia Especialidad*. Obtenido de <https://centroaura.mx/neurocirugia/especialidad#:~:text=La%20neurocirug%C3%ADa%20es%20una%20rama,m%C3%A9dula%20espinal%20y%20los%20nervios.>
- Barrfab. (s.f.). *Accesorios Opcionales*. Obtenido de <https://www.barrfab.com.br/productos/accesorios/accesorios-opcionales/soporte-de-crneo-mayfield-y-herradura>
- Biomedicos, E. (s.f.). *Equipos Biomedicos*. Obtenido de <http://dssa.gov.co/images/Capacitaci%C3%B3n%20inventario%2012%20Marzo.pptx#:~:text=Equipo%20biom%C3%A9dico%3A%20Dispositivo%20m%C3%A9dico%20opera>

cional,fines%20de%20prevenci%C3%B3n%2C%20diagn%C3%B3stico%2C%20tratamiento

Céspedes, S. G.-L. (2004). *Herramienta de pronósticos basada en el análisis factorial y modelos de series de tiempo para el indicador de riesgo en transporte de cargas CRM INDEX*. Bogotá. Obtenido de

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7156/tesis34.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Colombia, C. D. (2015). *Ley Estatutaria NO. 1757*. Bogotá. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Ley%201751%20de%202015.pdf

Controlab. (2021). *La calibración del instrumento garantiza la cantidad de los precios*. Obtenido de <https://controllab.com/es/calibracion-instrumento-calidad-procesos/#:~:text=La%20Calibraci%C3%B3n%20de%20Instrumentos%20es,de%20an%C3%A1lisis%20y%20reducir%20costos>.

Crehana. (2021). *¿Qué es el análisis multivariado? Aprende a dominar datos y variables*. Obtenido de <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/analisis-multivariado/>

Decreto Unico Reglamento Sector Comercio, I. y. (2015). *Decreto 1074*. Bogotá. Obtenido de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30019935>

Deica, U. a. (2021). *Implementación de herramientas para la mejora de gestión de calidad de una empresa de ventas de equipos médicos*. Chíncha. Obtenido de <http://repositorio.autonomadeica.edu.pe/bitstream/autonomadeica/1419/1/Graciela%20Elizabeth%20Portocarrero%20Ordo%C3%B1ez.pdf>

Expo, M. (2023). *Marco de Esterotaxia*. Obtenido de <https://www.medicalexpo.es/fabricante-medical/marco-estereotaxia-1219.html>

- Ibm. (s.f.). *¿QUE ES EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO?* Obtenido de <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-preventive-maintenance#:~:text=El%20mantenimiento%20preventivo%20consiste%20en,dispositivos%20antes%20de%20que%20fallen>.
- Invima. (2011-2014). *Instituto Nacional De Vigilancia De Medicamentos y Alimentos*. Bogotá. Obtenido de <https://www.invima.gov.co/documents/20143/522552/PLATAFORMA+ESTRATEGICA+2011-2014.pdf/31e64448-97f5-84cb-e678-a232c5e295a3?t=1560555537516#:~:text=El%20Invima%20tiene%20como%20objetivo,%2C%20bebidas%2C%20cosm%C3%A9ticos%2C%20dispositivos%20y>
- José Alberto Choreño-Parra. (JULIO - AGOSTO de 2018). NEURONAVEGACION. 11. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2018/rmn184i.pdf>
- LEMA, S. R. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)*. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA , ALCOY, ESPAÑA. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6866060>
- Logisber. (s.f.). *Operado Logistico*. Obtenido de <https://logisber.com/blog/operador-logistico>
- Martín, R. S. (2020). *LINEAMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA*. Obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/5212/Final.%20Art%20c3%adculo%20GCAS%20Grupo%203.%20Promoci%c3%b3n%20XL%20MR..pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- MESA, J. R.-S. (2020). *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, CLÍNICAS, FINANCIERAS Y ADMINISTRATIVAS PARA UNA ADECUADA GESTION TECNOLOGICA DE LOS*

- EQUIPOS BIOMEDICOS*. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA , ANTIOQUIA, MEDELLIN . Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/17954>
- Min, E. y. (2020). *Dliagrama De Ishikawa*. Titivillus. Obtenido de <https://yelitzaramos.files.wordpress.com/2021/05/el-diagrama-de-ishikawa.pdf>
- Nacional, M. d. (2007). *Sistema de Mejoramiento Continuo*. Bogotá. Obtenido de [https://www.mineduacion.gov.co/CNA/1741/article-186379.html#:~:text=El%20mejoramiento%20continuo%20\(o%20garant%C3%ADa,su%20mantenimiento%20y%20mejora%202.](https://www.mineduacion.gov.co/CNA/1741/article-186379.html#:~:text=El%20mejoramiento%20continuo%20(o%20garant%C3%ADa,su%20mantenimiento%20y%20mejora%202.)
- NIH, I. N. (s.f.). *Craneotomia*. UN Sitio oficial del gobierno de Estados Unidos. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/craneotomia>
- Piura, U. n. (2022). *Diseño de un plan de mantenimiento para los equipos biomedicos de areas*. Piura, Peru. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/4174/IMEC-CHU-COR-IGL-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Portal Almedica*. (s.f.). Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941752001/html/index.html>
- Primaria, T. E. (2009). *Esterilizacion de material sanitario en atencion primaria*. Obtenido de https://www.aragon.es/documents/20127/674325/04-2-Taller_4.pdf/c9e87264-a088-385b-f67a-d02db5e901e0#:~:text=La%20esterilizaci%C3%B3n%20es%20una%20t%C3%A9cnica,TODO%20MATERIAL%20EST%C3%89RIL%20EST%C3%81%20DESINFECTADO.

- Profesionales, A. C. (2014). *Perfil y competencia del profesional en instrumentacion quirurgica en Colombia*. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Instrumentaci%C3%B3n_Quir%C3%B3nica_Octubre2014.pdf
- Proteccion Social, M. d. (2019). *Resolucion Numero 36003100*. Bogotá. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%203100%20de%202019.pdf
- Rincon, A. S. (2019). *Propuesta en el plan de mejora en el proceso de*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/c47369b0-9441-4d46-8323-e592123b8a72/content>
- Salud, I. N. (2019). *Aspirador Ultrasonico Para Manejo de Tumores Cerebrales*. Lima. Obtenido de <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/11/1129793/ets-12-2019-aspirador-ultrasonico.pdf#:~:text=El%20aspirador%20ultras%C3%B3nico%20es%20un,trav%C3%A9rs%20de%20una%20fuente%20oficial>.
- scalahed. (s.f.). *Tecnicas de Analisis multivarido*. Obtenido de https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25172w/Tecnicas_de_analisis_multivariante.pdf
- scribd. (s.f.). *Tecnicas Analisis Multivariado*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/359630567/Dependencia-e-Interdependencia>
- Social, M. d. (2006). *Resolucion 1478*. CUNDINAMARCA, Bogotá. Obtenido de <http://www.emssanar.org.co/contenidos/COOEmssanarSF/Resolucion%201478%20de%202006%20Medicamentos%20Control%20Especial.pdf>

Social, M. d. (2019). *Resolucion 36003100*. Bogotá. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%203100%20de%202019.pdf

TOPDOCTORS. (2022). *NEUROCIRUGIA*. Obtenido de <https://www.topdoctors.com.co/diccionario-medico/neurocirugia-tratamiento/>

Anexo 1

Acta de Reunión

ACTA DE REUNIÓN

En la ciudad de Bucaramanga, 27 de julio del 2023, se llevó a cabo una reunión con el estudiante Nicolas Osorio Arguelles con el propósito de discutir y avanzar en el tema de su proyecto de grado.

ASISTENTES:

Nombre del Estudiante: Nicolas Osorio Arguelles
Representante de Techsalud: Paula Daniela Pabón

AGENDA:

Revisión del estado actual del proyecto.
Discusión sobre los pasos a seguir para poner en marcha el proyecto.
Establecimiento de plazos y responsabilidades.

DESARROLLO DE LA REUNIÓN:

La reunión comenzó con una revisión detallada del estado actual del proyecto de grado del estudiante Nicolas Osorio. Se discutieron las mejoras que se podrían proponer sobre el proceso operativo de la empresa TECHSALUD S.A.S a partir del análisis multivariado y C&R, que permitiría la optimización de los procesos y recursos de la organización, así como los posibles desafíos y obstáculos que se pudieran identificar.

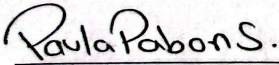
A continuación, se procedió a discutir los siguientes pasos para poner en marcha el proyecto. Se exploraron diferentes estrategias y enfoques, considerando los recursos disponibles y las metas a alcanzar. Se hizo especial énfasis en la importancia de la planificación y la organización para garantizar el éxito del proyecto analizando datos históricos de seguimiento y control del proceso operativo, así como un análisis causa raíz del principal problema y propuesta de mejora para la dicha problemática.

Durante la reunión, se fijaron plazos específicos para las distintas etapas del proyecto. Además, se asignaron tareas de manera que el estudiante tengan una amplia información y conocimiento de la empresa para llevar a cabo los objetivos que se planteen y el desarrollo del mismo.

Cierre de la reunión:

La reunión concluyó con el compromiso del estudiante de trabajar de manera colaborativa y diligente para lograr el éxito del proyecto. Se acordó programar reuniones de seguimiento periódicas para evaluar el progreso y abordar cualquier problema que pueda surgir durante la implementación.

Sin más asuntos que tratar, se dio por finalizada la reunión.


c.c. 1.098.818.431
Coordinadora Administrativa
Techsalud S.A.S.

Anexo 2

Datos Históricos

DATOS HISTORICOS DE CIRUGIS PERDIDAS O CANCELADAS POR EQUIPO	
1 de enero del 2021 A 1 de enero del 2023	Canceladas o perdidas
ASPIRADOR	75
NAVEGADOR	39
MONITOR	55
SOPORTE DE CRANEO	22
DOPPLER	13
BONESCALPEL	19
MARCO DE ESTEROTAXIA	7

Anexo 3

Formato Para Control De Mantenimiento Equipos

FORMATO DE CONTROL DE MANTENIMIENTO EQUIPOS							
EQUIPO	FECHA ULTIMO MANTENIMIENTO	FECHA PROXIMO MANTENIMIENTO	REFERENCIA	MP	MC	REALIZADO POR	FIRMA
Aspirador Ultrasonico Soring							
Aspirador Ultrasonico Misonix							
Soporte de Craneo							
Bonescalpel							
Doppler intraoperatorio							

El formato se implementa con el fin de llevar a cabo un control de los mantenimiento correctivos y preventivos de los equipos médicos.

Anexo 4

Formato Para Control De Capacitación De Personal

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following structure:

- Header Row (Row 1):** Contains the Techsalud logo and the title "FORMATO DE CAPACITACION DE PERSONAL" spanning columns A through G.
- Table Headers (Row 2):** The table has seven columns: "Nombre", "Cargo", "Fecha", "Duracion", "Tema a tratar", "Realizado por", and "Firma".
- Table Rows (Rows 3-10):** There are eight empty rows for data entry, corresponding to rows 3 through 10 of the spreadsheet.
- Formulas Bar:** The formula bar is empty, showing the cursor in cell I9.
- Excel Interface:** The ribbon shows the "Inicio" tab. The status bar at the bottom indicates "Listo" and "Accesibilidad: es necesario investigar".

El formato se implementa con el fin de llevar el control de capacitación de personal tanto instrumentadoras como mensajeros y personal administrativo.