

# **“Gestión del Proceso de Seguimiento Hospitalario UC · Christus”**



Cristóbal Alonso Abarca Cuevas  
Ingeniería Civil Industrial

Diciembre, 2023

## Resumen Ejecutivo

El Hospital Clínico UC Christus enfrenta una alta demanda de pacientes que requieren atención, especialmente en el marco de convenios públicos como es el caso de GES Segundo Prestador, en colaboración con FONASA. En esta área, se han identificado desafíos significativos en el seguimiento de pacientes, generando retrasos notables en el cierre de casos.

El proyecto desarrollado en el Departamento GES Segundo Prestador tiene como objetivo principal reducir en un 10% el tiempo promedio de cierre de casos de pacientes con alta clínica. Esto se logrará mediante la implementación de un software (CRM) diseñado para mejorar la gestión diaria y el seguimiento de los pacientes, eliminando las tareas manuales propensas a errores.

Los objetivos específicos incluyen mejorar el seguimiento de pacientes en el sistema, agilizar la detección de altas clínicas para su pronta inclusión en el sistema FONASA, y establecer alertas para identificar pacientes que excedan los días promedio de tratamiento para su patología.

Gracias a la implementación exitosa del proyecto, se ha logrado una visualización completa de los datos, inexistente hasta ahora. Además, el software ha reducido el tiempo desde el alta clínica hasta el alta administrativa y ha facilitado el seguimiento diario para el personal del departamento mediante alertas, correos y mensajes automáticos con los pacientes.

Esta mejora no solo beneficia al área de implementación, sino que impacta directamente en los pacientes atendidos bajo este convenio, reduciendo significativamente los días de espera para finalizar sus tratamientos.

---

## Abstract

Hospital Clínico UC Christus faces a high demand for patients in need of medical attention, particularly within public agreements such as the GES Segundo Prestador, in collaboration with FONASA. Significant challenges in patient tracking have been identified in this area, leading to noticeable delays in case closures.

The project undertaken in the GES Segundo Prestador Department aims to reduce the average time for closing clinical cases by 10%. This will be achieved through the implementation of a software solution (CRM) designed to enhance daily management and patient tracking, eliminating error-prone manual tasks.

Specific objectives include improving patient tracking within the system, expediting the detection of clinical discharges for prompt inclusion in the FONASA system, and establishing alerts to identify patients exceeding average treatment days for their respective pathologies.

Thanks to the successful project implementation, a previously nonexistent comprehensive data visualization, has been achieved. Additionally, the software has reduced the time from clinical discharge to administrative closure and has streamlined daily tracking for departmental staff through alerts, emails, and automated messaging with patients.

This improvement not only benefits the implementation area but also directly impacts patients under this agreement, significantly reducing wait times to conclude their treatments.

# Índice

<b>Resumen Ejecutivo.....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Problemática.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Objetivos y medidas de desempeño.....</b>	<b>12</b>
a) Objetivo general.....	12
b) Objetivos específicos.....	12
<b>4. Estado del Arte.....</b>	<b>13</b>
<b>5. Posibles Soluciones.....</b>	<b>15</b>
<b>6. Solución Escogida.....</b>	<b>16</b>
6.1 Plan de Implementación.....	17
6.2 Matriz de Riesgo.....	18
<b>7. Evaluación Económica.....</b>	<b>20</b>
<b>8. Metodología.....</b>	<b>21</b>
<b>9. Desarrollo del proyecto.....</b>	<b>22</b>
<b>10. Resultados.....</b>	<b>26</b>
<b>11. Conclusiones y discusión.....</b>	<b>28</b>
<b>12. Bibliografía.....</b>	<b>29</b>
<b>13. Anexos.....</b>	<b>30</b>

# 1. Introducción

La organización UC-Christus es una extensa red de atención médica de alta complejidad que se dedica a brindar servicios médicos ambulatorios, de urgencia y hospitalización en diversas ubicaciones a lo largo del país. Dada la cantidad de colaboradores de más de 5.000 empleados y su carácter de asociación internacional entre CHRISTUS Health (EE. UU.) y la Pontificia Universidad Católica (Chile), puede ser calificada como una gran empresa.

UC-Christus se ha posicionado como uno de los mejores hospitales de alta complejidad en Chile, dado a su foco en la calidad, donde se enfocan en que la atención sea centrada en el paciente, segura, efectiva, eficiente y sobre todo humanizada.

Para el presente proyecto se trabajará específicamente en el centro médico UC-Christus Marcoleta, junto al área de convenios públicos del hospital, concretamente en el departamento de “GES Segundo Prestador”, trabajando en conjunto a Verónica García (Subgerente Ciclo de Ingresos Operacional) y Andrea Giscard (Enfermera Jefe de Área de Admisión y Orientación).

Hoy en día, el sistema de Garantías Explícitas de Salud (GES) asegura la cobertura de un conjunto específico de enfermedades, que actualmente ascienden a 87. Este programa garantiza a los pacientes el acceso oportuno, la protección financiera y la atención de alta calidad para estas enfermedades. La atención GES puede ser proporcionada por medio de dos vías: FONASA<sup>1</sup> o ISAPRE<sup>2</sup>.

Por otro lado, el convenio GES Segundo Prestador se refiere a la asignación de un nuevo hospital a los pacientes que pertenecen a FONASA. Esto ocurre cuando el hospital de origen, donde se realizó la primera atención, no cumple con el agendamiento de citas médicas, controles u operaciones dentro de los plazos establecidos (Garantía de Oportunidad) por FONASA. En consecuencia, al firmar este convenio con FONASA, UC-Christus se convierte en el segundo prestador de servicios médicos para estos pacientes. Sin embargo, es importante destacar que este acuerdo solo cubre 22 de las 87 enfermedades incluidas en el programa GES.

---

<sup>1</sup> Fondo Nacional de Salud.

<sup>2</sup> Instituciones de Salud Previsional.

En abril de 2023, la dirección del Hospital tomó la decisión de aceptar todos los casos derivados por FONASA. Existen tres posibles estados. El primero implica aceptar al paciente una vez que ha sido derivado. El segundo escenario se presenta cuando se rechaza al paciente, ya sea porque su enfermedad no está cubierta por el convenio o debido a un error en la derivación, como un diagnóstico incorrecto en su hospital de origen y también cuando el departamento considera que no será capaz de realizar un correcto seguimiento al total de pacientes en el sistema. El tercer estado se produce cuando FONASA rechaza al paciente, lo cual sucede cuando se contacta al paciente derivado y este decide, por voluntad propia, no recibir atención en las instalaciones de UC-Christus o informa que ya ha sido llamado en su hospital de origen. Para dicha decisión es de vital importancia gestionar los procesos de aceptación, seguimiento y posterior cierre de casos de pacientes, lo cual se irá complejizando a medida que aumenten los pacientes aceptados.

En primera instancia se realizó un proceso de levantamiento de información, para analizar posibles cuellos de botella existentes e identificar posibles oportunidades de mejora que se puedan presentar en el departamento donde se trabajará, analizando en primer lugar la cantidad de pacientes por estado durante el 2023, los que se pueden visualizar a continuación:

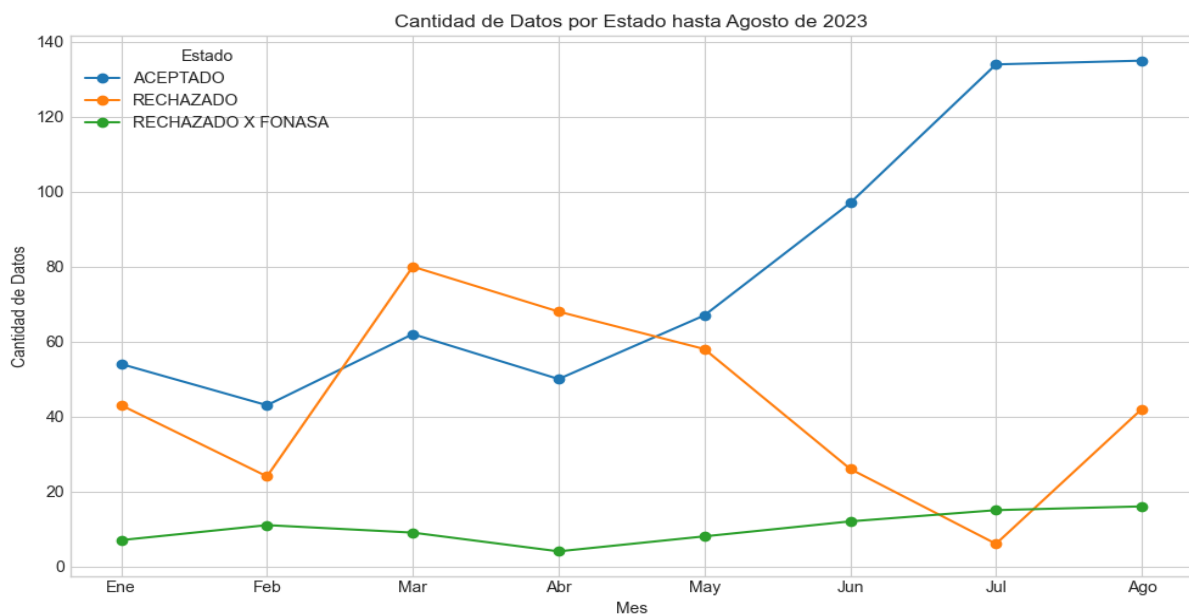


Gráfico N°1: Pacientes por estado, elaboración propia.

En el gráfico N°1 se puede apreciar que, desde abril del 2023, la totalidad de casos que cumplen con una correcta derivación han sido aceptados, tal como se dijo anteriormente por orden de la dirección hospitalaria.

Una vez realizado el levantamiento de información más detallado, se pudo identificar que a medida que se aceptan más pacientes derivados por FONASA, menor son las cantidades de altas administrativas que se emiten. El proceso de alta se realiza una vez finalizado el tratamiento del paciente, una vez que se le entrega la alta clínica a este, por lo cual cuando ocurra esto, el departamento de GES Segundo Prestador debe dar por cerrado este caso en la página destinada a esto por FONASA. Este proceso es de vital importancia, dado a que una vez que se cierre el caso del paciente en la página, se podrá emitir una pre-factura y posterior factura para poder de esta manera cobrar el tratamiento realizado. El cierre oportuno de los casos es esencial para evitar retrasos en los pagos. Por otro lado, el seguimiento de pacientes se hace de manera muy manual, ya que se va revisando caso por caso verificando si aún sigue en tratamiento o no el paciente, lo cual es una tarea muy compleja dado a que el universo de personas con el que se trabaja promedia 500 personas mensuales. En el siguiente gráfico se puede apreciar la cantidad de altas administrativas generadas durante 2023 en contraste a los casos aceptados, en el cual se puede apreciar lo explicado anteriormente, que mientras más casos sean aceptados, más se complejiza la tarea de generar altas:

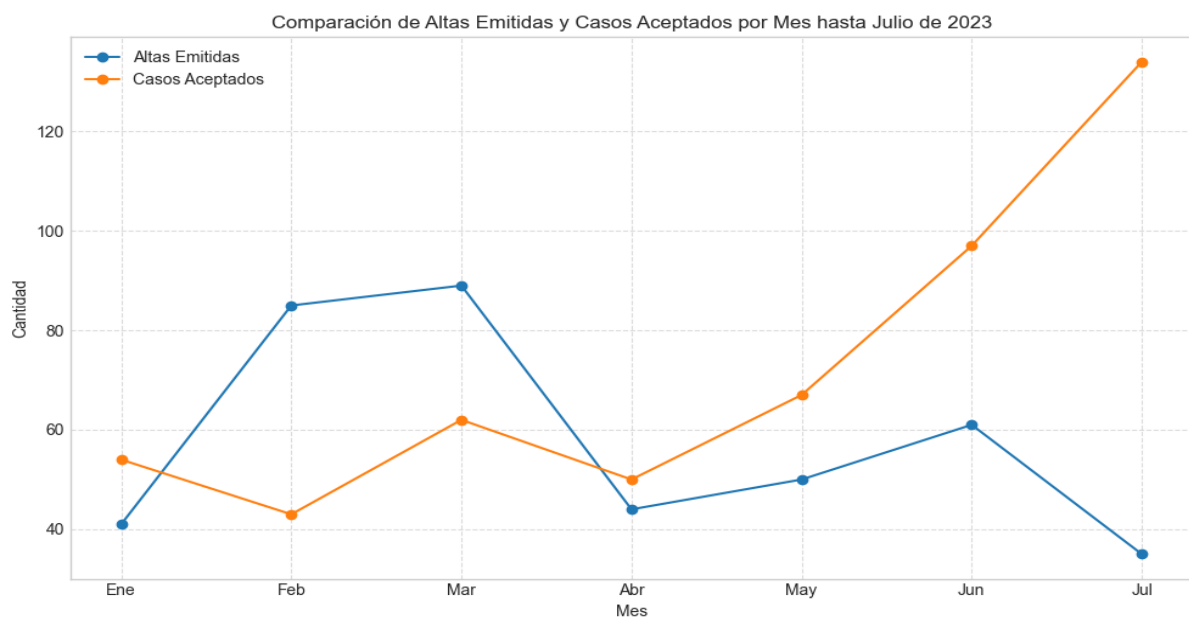


Gráfico N°2: Altas emitidas, elaboración propia.

Por otro lado, hay que tener en consideración los tipos de enfermedades que son derivadas y la complejidad con la que llegan, ya que, al ser segundo prestador, los pacientes derivados no fueron atendidos en su hospital de origen, lo que significa que llegan en un estado de salud complejo, además de tener enfermedades de alta complejidad. A continuación, está la visualización de la cantidad de pacientes por enfermedad que han llegado durante 2023:

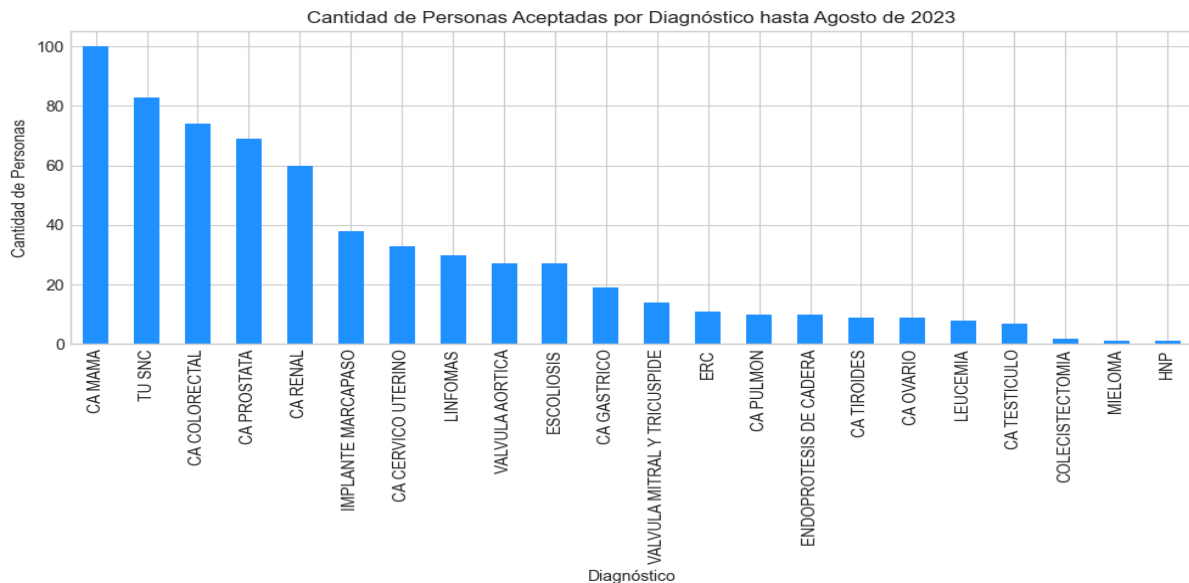


Gráfico N°3: Enfermedades derivadas, elaboración propia.

Del gráfico anterior, se puede identificar que las principales patologías derivadas son oncológicas<sup>3</sup>, esto debido a que el hospital cuenta con un centro especializado en cáncer (CECA) lo cual lo transforma en un referente a nivel nacional, además es sumamente resolutivo en el tratamiento de los tumores<sup>4</sup> del sistema nervioso central (TU SNC), debido a esto FONASA deriva una gran cantidad de pacientes con esta enfermedad.

A pesar de que la dirección del hospital ha tomado la decisión de aceptar todas las derivaciones de pacientes, en algunas ocasiones el departamento, basándose en sus propios criterios de carga laboral, ha optado por rechazar a pacientes. Esto ha ocurrido debido a que no han logrado cumplir con las expectativas de generación de altas, que se evalúan en términos monetarios. El objetivo financiero del departamento es generar altas cuyos montos totales se traducen en facturas a cobrar por un total de \$1.000.000 millones de pesos al mes. Sin embargo, en la actualidad, las altas generadas están produciendo facturas que oscilan entre los \$600.000 y \$700.000 millones de pesos mensuales.

<sup>3</sup> Cáncer.

<sup>4</sup> Masa de tejido cuyas células crecen de manera anormal.



## 2. Problemática

Dado al creciente nivel de aceptación de pacientes, el departamento no está siendo capaz de realizar un correcto seguimiento de pacientes lo cual conlleva a que no se puedan detectar aquellas personas con altas clínicas, dado a que no se tiene un mecanismo de alertas respecto a los pacientes que ya están prontos a terminar su tratamiento.

Junto a lo anterior, en el departamento existen tres maneras de identificar posibles pacientes de alta:

- 1) En primera instancia están las altas clínicas recibidas en el hall central del hospital, las cuales son entregadas por los pacientes, ya que ellos el primer día de su atención firman un compromiso en el cual se hacen cargo de traer toda la información entregada por los médicos (diagnóstico, tratamiento y alta clínica) a las recepcionistas del hall central, quienes todos los días lunes entregarán al departamento GES Segundo Prestador todas las altas recibidas durante la semana anterior. Cabe destacar que, en la mayoría de los casos, una vez que reciben la alta clínica, los pacientes no vuelven a informar este estado, tan solo un 20% cumplen con el compromiso firmado.
- 2) La segunda forma en que se reciben altas, son los casos enviados semanalmente por el área de finanzas del hospital, quienes envían posibles casos que deberían estar cerrados, en base a los montos que han acumulado los pacientes en su tratamiento. Si el monto que acumula un paciente es muy alto, finanzas junta estos casos y los envía los días lunes como consulta al departamento para que analicen si está de alta o no el paciente.
- 3) La última forma en la que se identifican pacientes de alta es a través del seguimiento diario del personal médico del departamento. Quienes se encargan de esta tarea son dos personas, específicamente una enfermera y una tens<sup>5</sup>, quienes revisan los casos y se contactan con los pacientes en el sistema vía telefónica (si es que no traen su información al hall central), además se contactan con diferentes equipos médicos mediante contacto telefónico o correo, para saber en qué etapa van los pacientes en su tratamiento.

Dado a lo anterior, existe una oportunidad de mejora en el tema de la detección de altas médicas, ya que al realizarse todo de manera manual y existiendo una gran dependencia de los pacientes, se generan pérdidas de información y desconocimiento acerca de los posibles casos a cerrar, ya que tan solo dos personas son las encargadas realizar el seguimiento de aproximadamente 500 pacientes,

---

<sup>5</sup> Técnico en enfermería en nivel superior.

por ende mientras más personas sean aceptadas en sistema, más complejo será realizar un correcto seguimiento y posterior emisión de altas administrativas.

Junto a lo anterior, también existe la posibilidad de mejorar la gestión y emisión de las altas administrativas, para esto es esencial entender el proceso que conlleva generarlas, ya que el proceso se divide en tres etapas principales:

- 1) Identificación de la Alta Clínica: En primer lugar, se debe detectar cuando un paciente ha recibido el alta médica.
- 2) Verificación de Documentación Requerida: Una vez identificados los pacientes, el siguiente paso es revisar si disponen de todos los documentos exigidos por FONASA. Esto incluye el registro completo del tratamiento, medicamentos, órdenes y el alta médica. Si falta algún documento o algún médico no ha completado la documentación necesaria, se debe comunicar con el equipo médico tratante para obtener la información faltante. Una vez recopilados todos los documentos requeridos, se procede a cargarlos en la plataforma del convenio.
- 3) Generación de Consulta Médica en el Hospital de Origen: El tercer paso implica programar una consulta médica en el hospital de origen del paciente. Una vez confirmada esta cita, se registra la fecha de alta administrativa en la base de datos del departamento.

Es importante tener en cuenta que el tiempo promedio que transcurre entre la alta clínica y la finalización de este proceso varía según la enfermedad y oscila entre un máximo de 162 días y un mínimo de 25 días, como se puede ver a continuación:

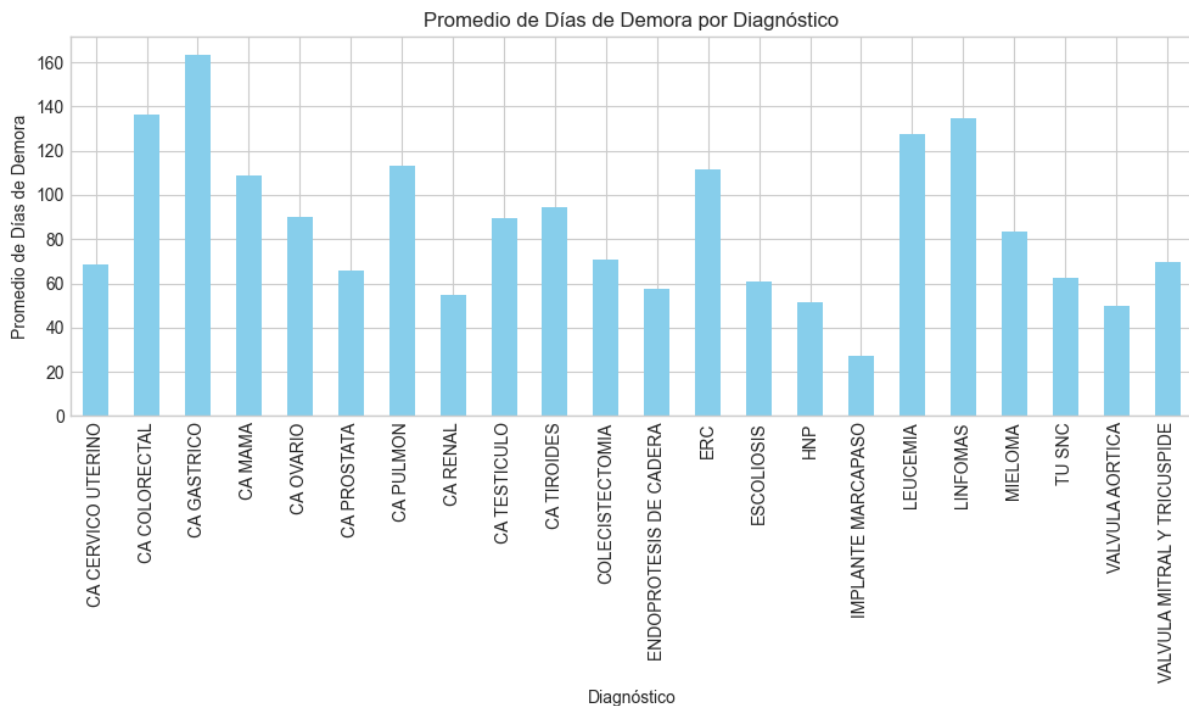


Gráfico N°4: Días de demora alta administrativa, elaboración propia.

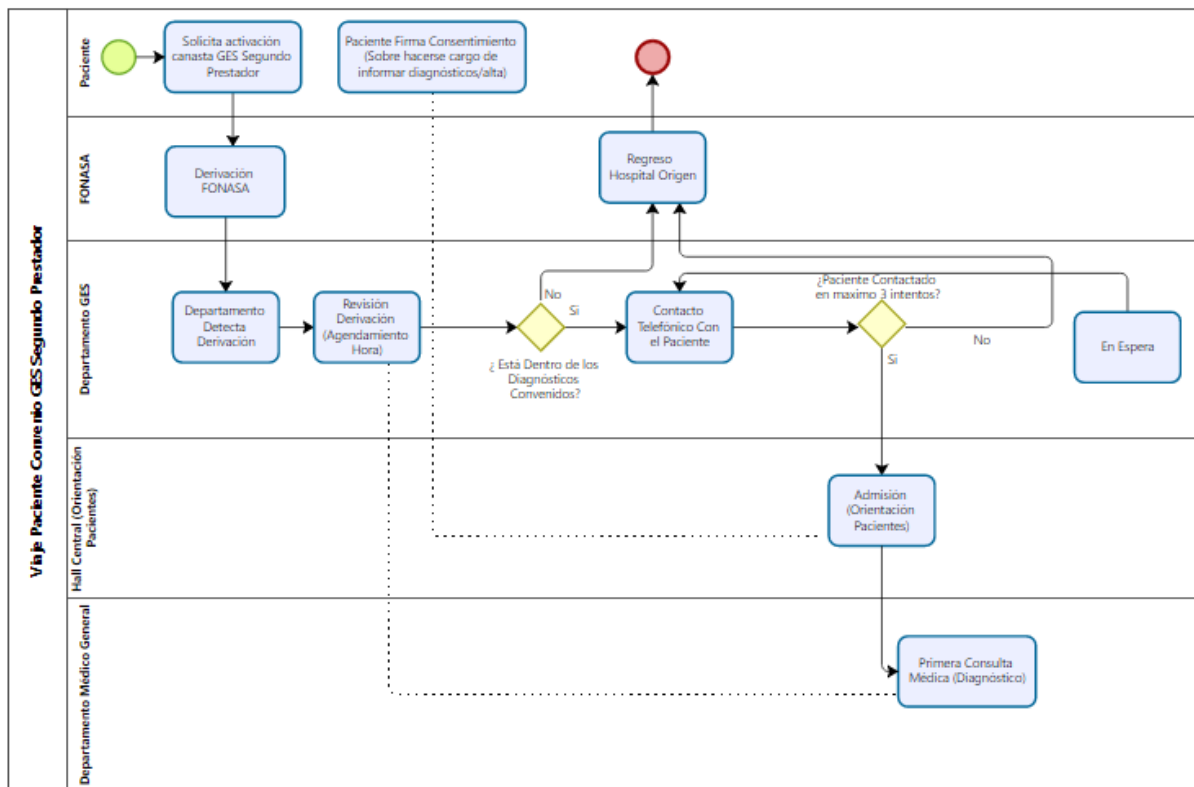
De lo anterior, cabe destacar que, en las enfermedades de tipo oncológicas, los días de retraso son mayores, ya que estas enfermedades son de larga duración y de larga estadía en el sistema, por ende, un mal seguimiento de estas enfermedades genera un retraso en los tratamientos y posterior alta. Por otro lado, en aquellas patologías de tipo quirúrgicas<sup>6</sup> como es el caso de los TU-SNC<sup>7</sup>, HNP<sup>8</sup> los días serán menores ya que no requieren un seguimiento exhaustivo, tan solo el agendamiento de cirugía y posterior control para cerrar el caso. Es por esto por lo que, existe una oportunidad en la reducción de aquellos días de retraso en la emisión de altas administrativas.

Por último, también se presenta una oportunidad de mejora en el flujo del proceso de seguimiento, dado a que en todo momento se depende de la responsabilidad del paciente, en que informe al departamento todo lo que le diagnostiquen, tratamiento, hora de cirugía y alta clínica, lo cual en el 80% de los casos el paciente no cumple con esta responsabilidad, a pesar de firmar un consentimiento, dicho flujo inicial se puede entender con más detalle en el siguiente diagrama:

<sup>6</sup> Que tan solo requiere cirugía.

<sup>7</sup> Tumores en el sistema nervioso central.

<sup>8</sup> Hernias del núcleo pulposo.



Flujo N°1: Flujo de paciente en el departamento, creación propia.

El flujo completo se puede apreciar en el (Anexo 1).

### 3. Objetivos y medidas de desempeño

#### a) Objetivo general

**“Reducir el tiempo promedio de días de cierre de pacientes con alta clínica en un 10% en los próximos 6 meses mediante la gestión de los procesos de seguimiento.”**

Este 10% fue establecido o conversado con la dirección del hospital y el departamento GES Segundo Prestador, quienes ya habían establecido esta meta años anteriores, pero no lo pudieron lograr.

#### b) Objetivos específicos

- 1) Mejorar el seguimiento de pacientes en el sistema.
- 2) Agilizar la detección de aquellos pacientes que estén de alta, para su posterior cierre en el sistema Fonasa.

- 3) Crear una alerta de detección de pacientes que hayan superado los días promedio respecto a su patología.

Para medir los objetivos anteriores, se establecerán tres medidas de desempeño, las cuales medirán el éxito del proyecto:

- 1) **Pacientes libres:**

$$\frac{(\text{Pacientes con alta clínica})}{(\text{Pacientes en el sistema})} * 100$$

Dicha fórmula, nos entregará el porcentaje de pacientes que deberían estar con alta administrativa o comenzado su proceso de cierre.

- 2) **Días de cierre:**

$$\text{Días de alta administrativa} - \text{Días de alta clínica}$$

La fórmula anterior, nos entregará los días de demora en cerrar un caso y emitir su alta administrativa, una vez que al paciente ya se le haya entregado la alta clínica.

- 3) **Días por enfermedad:**

$$\text{Días esperados} - \text{Días en el sistema}$$

Finalmente, la última medida, nos ayudará a generar una alerta, ya que una vez que estén en negativo esta medida, será una señal de que el paciente sobrepasó los días esperados en el sistema. Los días esperados, serán los días estandarizados por enfermedad explicados anteriormente, mientras que los días en el sistema son aquellos que lleva el paciente, desde su ingreso hasta la actualidad.

## 4. Estado del Arte

En el contexto actual de la investigación, se han identificado tres casos que abordan una problemática similar. Aunque estas soluciones provienen de diferentes ámbitos de trabajo, comparten objetivos comunes o similares, lo que las convierte en una sólida guía para abordar la problemática que estamos investigando.

- 1) "Modelo de Programación Mixta para la Optimización de Personal": Una empresa transnacional especializada en la distribución de alimentos se enfrentaba a desafíos en la planificación de personal en el área de atención al cliente. Para abordar esta problemática, la empresa optó por colaborar con la Universidad Panamericana y dos de sus estudiantes, Diana Gómez y Emilio Zamudio. Estos estudiantes propusieron una solución basada en la teoría de colas, que determinaría la cantidad óptima de personal a asignar. Complementando esta aproximación, aplicaron un modelo de programación mixta para lograr una solución más robusta, generando múltiples combinaciones de personal.

El resultado fue la obtención de dos conjuntos óptimos de personal. La primera opción logró reducir los costos de personal en un 9%, mientras que la segunda opción demostró una disminución del 40% en los costos. Este estudio es de gran importancia, ya que muestra cómo generar asignaciones óptimas de tareas y personal mediante un modelo de programación mixta. Esta metodología puede ser aplicada de manera efectiva en el departamento con el cual se está colaborando en el hospital, ofreciendo una perspectiva valiosa para mejorar la eficiencia y reducir costos. (Gómez)

- 2) "San Gabriel PET": La empresa boliviana San Gabriel PET, dedicada a la venta de alimento de mascotas, enfrentaba desafíos significativos en las áreas de ventas y control de inventario, ya que todas las actividades relacionadas con estos aspectos se llevaban a cabo manualmente por parte de los trabajadores. Esta práctica generaba una serie de errores, dada la elevada probabilidad de fallos humanos, especialmente debido a la rotación activa del inventario.

Para abordar esta problemática, el estudiante Efraín Alberto Villca Apaza propuso como proyecto de título el desarrollo de una aplicación móvil. Esta aplicación tenía como objetivo mejorar el control de ventas e inventario, ofreciendo una plataforma amigable para los colaboradores de San Gabriel PET.

A lo largo de su proyecto, el estudiante llevó a cabo la creación e implementación de la aplicación, detallando exhaustivamente el proceso y las metodologías utilizadas. Aunque no proporcionó resultados cuantitativos específicos derivados de las mejoras implementadas por la aplicación, su enfoque sigue siendo una opción válida. La documentación detallada de las problemáticas encontradas y los pasos justificados durante el proyecto sirve como una

guía robusta para la implementación de soluciones similares en proyectos futuros, como el que se está considerando en UC Christus. (Villca Apaza, 2018)

- 3) "Empowering People": Es una empresa especializada en la distribución de alimentos que enfrenta desafíos significativos en la supervisión de productos, las actualizaciones de inventario y la generación de informes de ventas y compras. Para abordar estas problemáticas, decidieron colaborar con Héctor Itsar Castro Uribe, un estudiante que estaba llevando a cabo su proyecto de título. Ambas partes acordaron la implementación de un software como solución, diseñado para reducir errores y facilitar un seguimiento eficiente en el almacenamiento y la distribución de productos.

Aunque los resultados finales obtenidos de la tesis del estudiante aún no están disponibles, el documento detalla cada paso implementado, respaldado por justificaciones sólidas. Este enfoque se presenta como una valiosa guía y fuente de ideas que podrían aplicarse a la problemática del hospital, ofreciendo un marco sólido para futuras mejoras en la gestión de procesos y sistemas. (RAMOS, 2017)

## 5. Posibles Soluciones

En base a lo obtenido en el estado del arte, en conjunto a las problemáticas del departamento y los objetivos planteados, se decidió evaluar dos alternativas que tendrían la capacidad de satisfacer lo anterior:

- 1) Teoría de Colas: La primera alternativa consiste en la creación de un modelo de optimización en conjunto con la teoría de colas, como se evidenció en una de las soluciones previamente expuestas en el estado del arte. La elección de esta opción se basaría en la observación de que, en el departamento, las asignaciones de tareas no se distribuyen de manera eficiente. Estas asignaciones se realizaron según la antigüedad de los empleados, sin una evaluación previa para determinar si esta metodología era la más idónea o si existían otros factores relevantes que debían considerarse al asignar responsabilidades laborales además de la antigüedad.

- 2) Implementación de software: Como segunda opción, se evaluó la posibilidad de implementar un software para la gestión de pacientes y el cierre de casos. Esta opción ganó relevancia debido a que todas las actividades relacionadas con los pacientes se realizan de manera manual, y la total responsabilidad de informar su estado o etapa recae en el paciente. Esta situación ha generado errores en la planificación y un desconocimiento significativo de la etapa en la que se encuentran muchos pacientes dentro del departamento.

La introducción de una herramienta digital, como un software especializado, se presenta como una opción completamente válida para mejorar el flujo de pacientes gestionado por el departamento. Este enfoque no solo tiene el potencial de eliminar errores y mejorar la eficiencia, sino que también proporciona una visibilidad más clara y precisa de la situación de cada paciente, facilitando así una planificación más efectiva y un seguimiento más preciso.

Respecto a la segunda opción, se conversó con la dirección del hospital, quienes entregaron información importante respecto a otras áreas que trabajan con software para el seguimiento de pacientes, entregando dos nombres de softwares con los que se ha trabajado, siendo estos Keirón Healthtech y PipeDrive.

## 6. Solución Escogida

Para seleccionar una posible solución, se realizó una matriz de decisión, de cinco por cinco, la cual en el eje vertical presenta los criterios fundamentales de elección junto a su respectiva ponderación o valoración, mientras que, en el eje horizontal, se encuentran las soluciones evaluadas, como se puede ver a continuación:

Matriz de Decisión				
Criterio	PONDERACIÓN	PIPEDRIVE	KEIRÓN	MODELO
TIEMPO	20%	6	6	4
COSTO	15%	6	6	7
CONFIABILIDAD	20%	5	7	5
IMPACTO	15%	6	6	6
CUMPLIMIENTO OBJ.	20%	6	6	3
RIESGO	10%	6	6	5
	100%	5,8	6,2	4,85

Tabla N°1: Matriz de decisión, creación propia



La matriz anterior, cuenta con una puntuación máxima de siete y una mínima de uno, donde además se les entregó una mayor ponderación a los criterios de tiempo, confiabilidad y cumplimiento de objetivos, esto ya que debido al acotado tiempo con el que se cuenta para implementar, a la privacidad de los datos de pacientes e información que se maneja y para obtener un proyecto exitoso se debe aspirar a cumplir los objetivos propuestos.

La solución escogida para implementar es la del software de Keirón, ya que obtuvo una mayor puntuación en base a los criterios, esto dado a que una vez que se conversó con las distintas áreas que ya trabajan con PipeDrive, comentaron que han tenido problemas con la información de los pacientes, por lo cual perdió confiabilidad, mientras que los que trabajaron con Keirón no tuvieron reparos respecto a este punto.

La forma en la que se trabajará con este software se explicará con mayor detalle a continuación en el plan de implementación.

## 6.1 Plan de Implementación

Para implementar la solución escogida, se planificó un plan que consta de cuatro principales etapas:

- 1) Primera etapa: Esta consiste en la estandarización de días y procesos del departamento, los cuales no existían, esto es para crear un flujo genérico que sea aplicable a las diversas enfermedades derivadas, y de esta forma clarificar las etapas que recorre el paciente, además de establecer el máximo de días que debería estar en el sistema.
- 2) Segunda etapa: En segunda instancia, se encuentra la configuración del software con el que se trabajará (Keirón), esto en base a los requerimientos de las personas del departamento, lo que necesitan ver, formato de visualización de datos, información que les es relevante y herramientas que les serían útil.
- 3) Tercera etapa: La tercera etapa es la más fundamental, dado a que en esta se cargarán los datos de los pacientes al software, además de ingresar pacientes nuevos, por lo que es de vital importancia cargar los datos de manera correcta, para saber exactamente los estados de los pacientes con su respectiva información. Además, en esta etapa se crearán las alertas

para el departamento, las cuales se decidirán en conjunto y en base a las necesidades de los trabajadores.

- 4) Cuarta etapa: Por último, se analizarán oportunidades de mejora, detección de error y posterior corrección de estos, para que el software funcione de manera óptima y sea un aporte al área.

## 6.2 Matriz de Riesgo

Una vez seleccionada la solución a implementar y las etapas de implementación, se realizó una matriz de riesgo, que contiene los problemas que podrían surgir durante la implementación de la solución. Se realizó una matriz de cinco por cinco, donde en el eje vertical, se encuentra la probabilidad de que el evento ocurra, mientras que en el eje horizontal está la gravedad del evento, las diversas situaciones que puedan ocurrir se encuentran dentro de la matriz como se puede ver a continuación:

Matriz de Riesgo					
	1 INSIGNIFICANTE	2 MENOR	3 MODERADA	4 IMPORTANTE	5 CATASTRÓFICO
5 MUY PROBABLE	• Tiempo en ingresar las patologías al sistema.				
4 PROBABLE				• Error al ingresar pacientes nuevos	
3 POSIBLE			• Caída de plataforma	• Error en la agenda del software	
2 NO PROBABLE		• Demora en implementación final			• Pérdida de datos
1 MUY IMPROBABLE			• Compatibilidad con otros sistemas de la empresa		

Tabla N°3: Matriz de riesgo, elaboración propia.

Se encontraron siete posibles eventos que serían de riesgo los cuales se pueden mitigar de la siguiente forma:

- 1) Tiempo en ingresar las patologías: Dado que es un riesgo insignificante, no requiere de una medida específica de mitigación, ya que a la dirección del hospital lo que le interesa es la calidad de los datos y no necesariamente que estén todos los datos al mismo tiempo en un comienzo. A medida que se vaya tomando más experiencia en el uso del software, este punto será cada vez más rápido.
- 2) Error al ingresar pacientes nuevos: Dado a que tiene un riesgo importante, el plan de mitigación respecto a este punto, son las capacitaciones de uso del software al personal que trabaja en el departamento, de esta forma se reducirá notablemente el porcentaje de error.
- 3) Caída de la plataforma: Este punto será mitigado mediante el continuo uso de la planilla actual de datos que se utiliza en el área, esto dado a que en un comienzo se debe tener respaldo en caso de fallas de sistemas, por lo cual se seguirá trabajando de la forma actual en un comienzo, en conjunto al software.
- 4) Error en la agenda del software: Al igual que el punto anterior, se mitigarán errores manteniendo el sistema actual como respaldo.
- 5) Demora en la implementación final: Al igual que el primer punto, para la dirección esta implementación total no es relevante, sino la calidad de la implementación.
- 6) Pérdida de datos: Dato a que esto sería una falla catastrófica, se requieren dos planes, el primero mantener el sistema de la planilla actual por un tiempo, y el segundo plan es tener un espacio aparte del software en un servicio de “nube”, para almacenar todos los datos que se utilicen.
- 7) Compatibilidad con otros sistemas de la empresa: Para esto, hay que trabajar en conjunto con los diversos departamentos del hospital, para que de esta forma todas las extensiones que se realicen sean compatibles con la mayoría de los sistemas de otras áreas.

## 7. Evaluación Económica

Para evaluar económicamente el proyecto, en primer lugar se consideraron los ingresos que podría tener este, dado a que el departamento actualmente emite facturas mensuales por \$700.000.000 y junto a los objetivos planteados, se espera aumentar dicha cifra a \$800.000.000, dichos montos de facturas son pagados por FONASA cada tres meses, por lo cual si se aumenta en \$100.000.000 el monto de las facturas, mensualmente se estaría ganando aproximadamente \$32.000.000, a lo cual hay que restarles los gastos mensuales en los que se incurrirá siendo los siguientes:

Recurso	Costo
Sueldo Ingeniero	\$1.800.000
Licencia Software	\$60.000
Costos Servicios	\$140.000
<b>Total</b>	<b>\$2.000.000</b>

Tabla N°2: Costos, elaboración propia.

Por ende, quedaría un ingreso mensual equivalente a \$30.000.000, junto a una inversión inicial de \$12.500.000 (contratos, licencias, computador, extensión de red y acondicionamiento-remodelación de la oficina).

Para ver la viabilidad económica del proyecto se calculó el van, considerando una tasa equivalente a un 20% (la cual es la que se ocupa en los proyectos del hospital), obteniendo un VAN, TIR y flujo que se puede apreciar a continuación:

Mes	nov-23	dic-23	ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24	jul-24	ago-24	sept-24	oct-24	nov-24
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo	-\$10.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000

Tabla N°3: Flujo, elaboración propia.

Tasa de descuento	20%
<b>VAN</b>	<b>\$102.647.085</b>
<b>TIR</b>	<b>300%</b>

Tabla N°4: VAN y TIR, elaboración propia.

Si bien, la evaluación entrega un VAN alto, cabe destacar que esto se debe al gran flujo de caja que maneja el hospital, dado a que un pequeño departamento mensualmente maneja un flujo de \$700.000.000 mensuales, lo cual es tan solo una pequeña fracción de la totalidad del hospital, por lo que es una importante consideración al analizar el VAN obtenido, ya que esta sería una cifra

totalmente exorbitante para otra empresa u área, pero para el hospital es una cifra normal y positiva, por cual económicamente se considera un proyecto viable.

## 8. Metodología

Para lograr los objetivos específicos y general nombrados anteriormente, se seguirá la metodología BPM<sup>9</sup>, la cual permite diseñar, analizar y mejorar el proceso de negocio, esto en conjunto al plan de implementación de la solución escogida, mencionado anteriormente, por lo cual para lograr los objetivos, se realizaron las siguientes etapas:

- 1) **Diseño:** Se analizaron todos los procesos que se llevan a cabo en la gestión del departamento, para entender el funcionamiento y comprender a cabalidad el proceso de alta administrativa para detectar posibles oportunidades de mejora. Además estableciendo en conjunto al área los objetivos a cumplir y metodología a utilizar.
- 2) **Modelado:** Una vez comprendidos todos los procesos que se llevan a cabo, se comenzó a diagramar estos flujos y visualizar los datos que maneja el departamento, además de estandarizar en etapas genéricas los procesos por los que pasa un paciente, para posteriormente poder implementar el software de manera eficiente.
- 3) **Ejecución:** Una vez estandarizados los procesos y creadas las etapas a utilizar en el software, se dió comienzo a la implementación, generando en primera instancia un pronóstico de simple de altas administrativas que se deberían generar, para ir evaluando las mejoras que estaría generando la realización de los procesos mencionados anteriormente, para luego crear un MVP de seguimiento, el cual se fue mejorando a medida que se cargaban más datos.
- 4) **Control:** En este punto se llevó a cabo un control del avance de la implementación del software, y se compararon los resultados obtenidos, con los resultados históricos que había tenido el departamento, además de analizar posibles oportunidades de mejora en cuanto a la utilización del software.

---

<sup>9</sup> Business Process Management: Gestión de procesos de negocios.

Esta metodología fue seleccionada dado a que BPM permite mejorar la calidad de los procesos minimizando errores y redundancias, además al realizar las etapas mencionadas anteriormente y generar los diagramas necesarios, permite una mayor visibilidad sobre los procesos, generando un monitoreo más efectivo y un control más riguroso, lo cual es necesario en el seguimiento de pacientes.

## 9. Desarrollo del proyecto

Respecto al desarrollo e implementación de la solución escogida, el primer paso realizado fue la visualización de los datos del departamento (una vez comprendido todo el proceso y etapas que existen en el área), esto para facilitar la elección de los principales focos o enfermedades a trabajar, dado a que en el área no existía una visualización rápida de datos, ya que todo se encuentra en una planilla de Excel, por lo que se optó por la opción de realizar un panel en PowerBi, plataforma con la que el hospital ya tiene una licencia y es amigable al visualizar datos, el cual quedó de la siguiente forma:

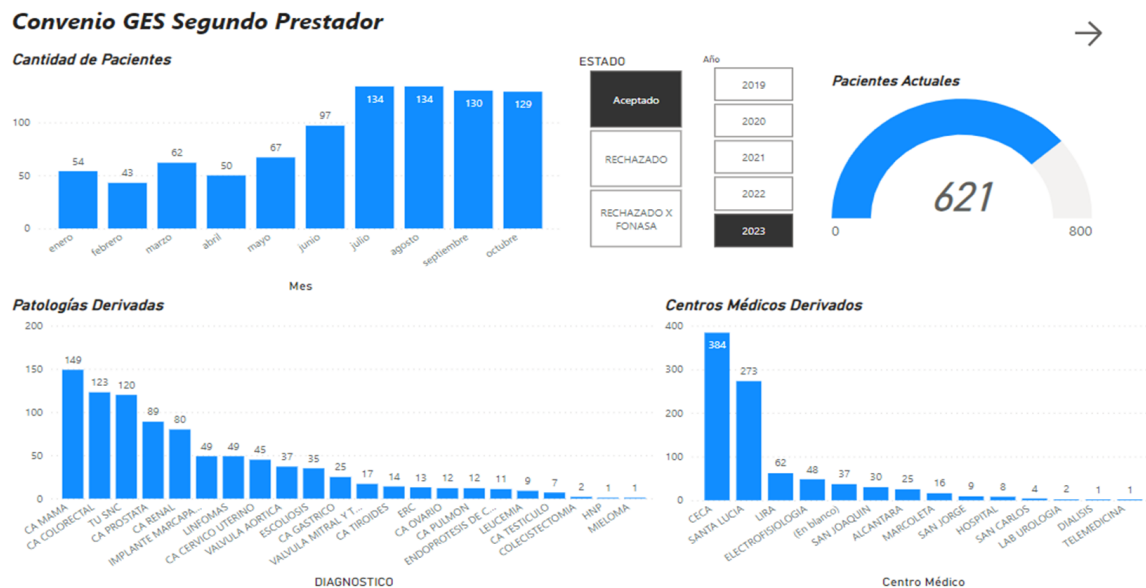


Imagen N°1: Panel de datos, elaboración propia.

La visualización completa realizada se puede revisar en el (Anexo 2).

Para continuar con el desarrollo de la solución, se realizó un pronóstico sencillo de altas que se podrían emitir en base a la cantidad de pacientes que se aceptan. Esto se realizó mediante una regresión lineal en Python, esto para tener una comparación previa a la solución a implementar y de

esta forma ir midiendo el impacto de los resultados de las implementaciones y avances, donde se obtuvo un pronóstico para los meses de octubre, noviembre y diciembre, arrojando que se generarán 66 altas al mes, esto bajo el supuesto que serán aceptados 130 pacientes, como ha ocurrido durante los últimos cuatro meses. Luego de realizar dicho pronóstico, se evaluó la confiabilidad de este pronóstico, por lo que se calculó el error cuadrático medio (MSE) y el error absoluto medio (MAE), obteniendo un MSE equivalente a un 5%, por lo cual el pronóstico es confiable y un MAE de 0,2 lo cual se puede considerar como un buen rendimiento del pronóstico dado a que los valores obtenidos se acercan a los reales. Todos los cálculos mencionados anteriormente se muestran a continuación:

```
import pandas as pd
from sklearn.linear_model import LinearRegression

data = pd.read_excel("C:/Users/cabarcac/Downloads/Predicción.xlsx")

data['Admisiones_Pronosticadas'] = 130

model = LinearRegression()
model.fit(data[['Admisiones']], data['Altas'])

proximos_3_meses = [130] * 3
predicción_prox_3_meses = model.predict(pd.DataFrame(proximos_3_meses, columns=['Admisiones']))

for month, prediction in zip(["octubre", "noviembre", "diciembre"], predicción_prox_3_meses):
    print(f"Predicción de Altas para {month}: {prediction}")
```

```
Predicción de Altas para octubre: 66.23331181694749
Predicción de Altas para noviembre: 66.23331181694749
Predicción de Altas para diciembre: 66.23331181694749
```

Imagen N°2: Script de Python con regresión lineal, elaboración propia.

```
from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error

valores_reales_altas = [66.23, 66.23, 66.23]

mse = mean_squared_error(valores_reales_altas, predicción_prox_3_meses)

mae = mean_absolute_error(valores_reales_altas, predicción_prox_3_meses)

print(f"Error cuadrático medio (MSE): {mse}")
print(f"Error absoluto medio (MAE): {mae}")
```

Error cuadrático medio (MSE): 0.054434403927339774

Error absoluto medio (MAE): 0.23331181694749148

Imagen N°3: Evaluación de pronóstico, elaboración propia.

Una vez realizado los pronósticos y visualización, se pasó a estandarizar los procesos del departamento, las cuales serán las etapas que se crearán en el software, dicho flujo fue trabajado en conjunto al departamento, obteniendo dos procesos, el primero netamente quirúrgico y el segundo incluye casos oncológicos-quirúrgicos los cuales se pueden apreciar a continuación:

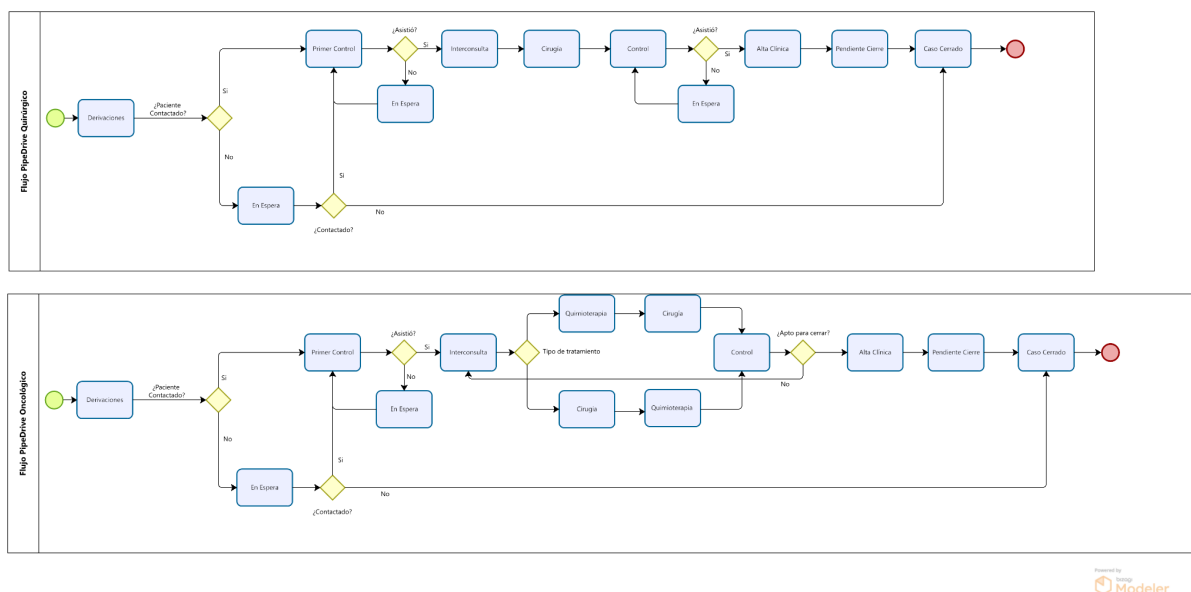


Imagen N°4: Flujo proceso, elaboración propia.



El flujo anterior es tan solo un extracto del flujo completo realizado, ya que para que el software funcione de manera eficiente, las etapas deben ser acotadas y estar correctamente estandarizadas, para que de esta forma abarquen la mayor cantidad de hitos y tareas que ocurren en el área, el flujo completo del departamento y con mayor detalle se puede ver en el (Anexo 1).

Luego de validar el flujo y acotar las etapas a implementar, se pasó a trabajar con la plataforma del software, incluyendo estas etapas y luego se comenzó a subir al software a todos los pacientes que nuevos que fueron derivados a modo de prueba dado a que si se comete un error de digitación no será tan grave debido al tipo y la cantidad de procedimientos que se han realizado en el hospital, los cuales son mínimos y serían fáciles de detectar a diferencia de un paciente que lleva más tiempo en tratamiento. Además, sirve para ir trabajando en la visualización de los datos, como se puede ver a continuación:

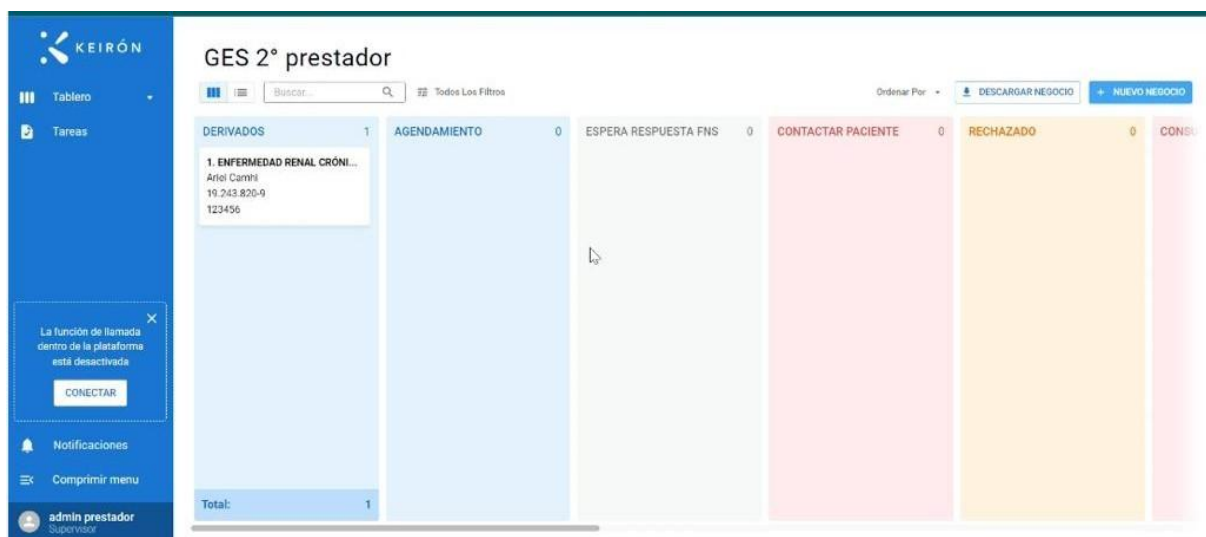


Imagen N°5: Software con las etapas y paciente de prueba, elaboración propia.

En la imagen anterior, se puede apreciar cómo es la visualización de los pacientes y sus distintas etapas, junto a sus respectivas alertas (colores).

Una vez implementado el software y que este estuviera funcionando de manera adecuada, se realizó un control del funcionamiento de este para evaluar si realmente estaba siendo útil, dado a que tan solo se pudo evaluar una semana de funcionamiento, se complejiza la revisión, pero dentro de lo evaluado, queda por mejorar, las interacciones vía WhatsApp con los pacientes, las cuales son automáticas, al igual que la mensajería por correo electrónico, las cuales se deben estandarizar mediante respuestas predeterminadas ejemplo el cual se puede ver en el (Anexo 3).

## 10. Resultados

Respecto a los resultados que se obtuvieron, se pueden analizar varias situaciones. En primera instancia las altas generadas durante los meses de octubre y noviembre, fueron mejores a los resultados esperados por el pronóstico realizando, destacando que hubieron más de los casos aceptados esperados (ya que en el pronóstico se realizó el supuesto de que se mantendría en 130 las derivaciones aceptadas), por lo cual las altas emitidas se lograron mantener estables durante estos últimos tres meses, lo cual es un gran inicio debido a que la cantidad de casos aceptados aumentó notoriamente, como se puede apreciar a continuación:

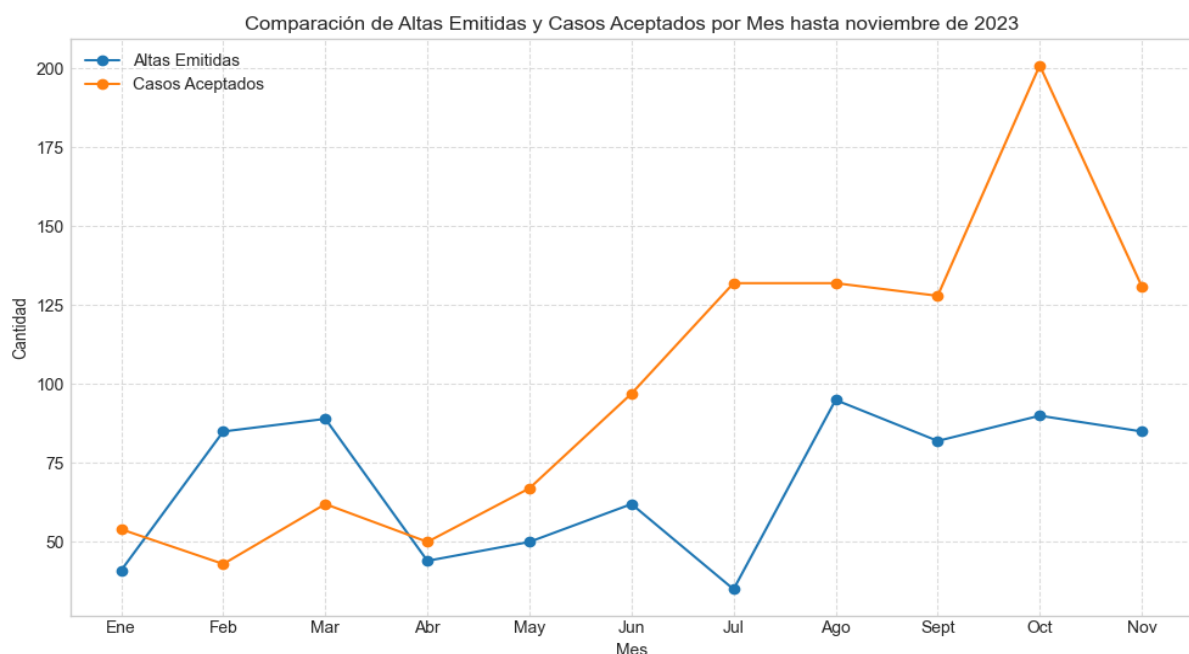


Gráfico N°5: Altas emitidas v/s Casos aceptados, elaboración propia.

A pesar, de que las altas emitidas fueron más de lo que se esperaba en el pronóstico, aún se espera mejorar la cantidad de altas administrativas generadas, y que estas aumenten a medida que exista una mayor cantidad de pacientes.

Por otro lado, respecto a los días promedio de demora de alta administrativa (desde que se le da la alta clínica hasta que se genera el alta administrativa) también se notó una mejora, la cual varía entre un 1% y 10%, lo que se puede visualizar a continuación:

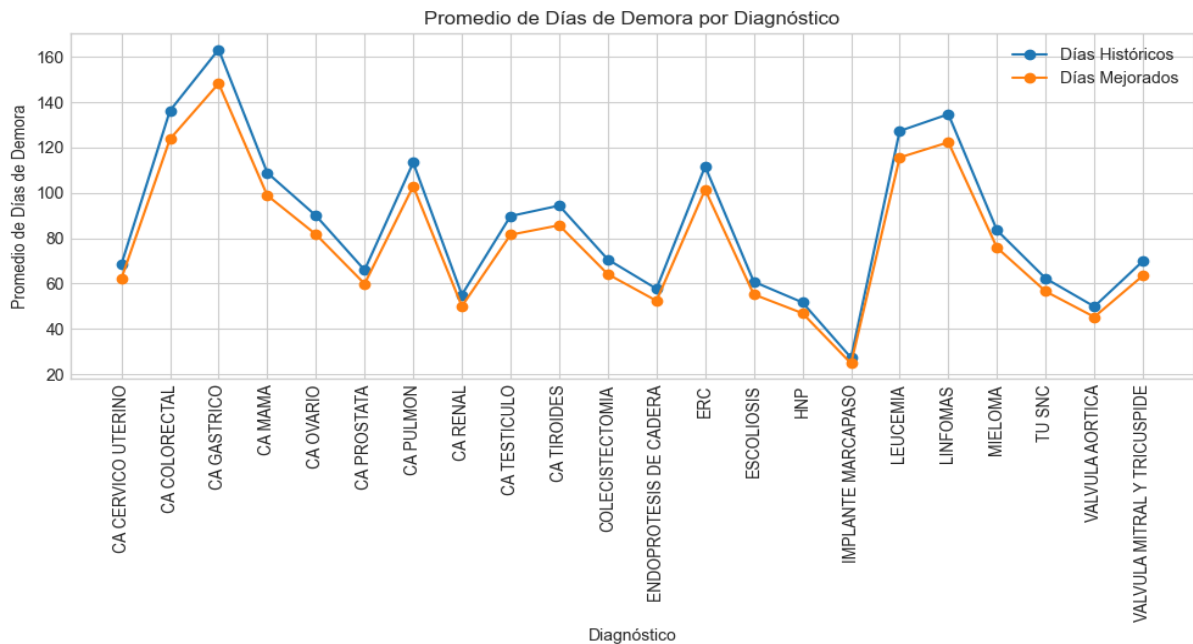


Gráfico N°6: Promedio de días de demora, elaboración propia.

Del gráfico anterior se pueden apreciar en color azul los días históricos que se habían demorado en el departamento en generar el alta administrativa por patología, y en color naranja se encuentra el promedio de días después de la implementación, en lo cual se puede notar una leve mejora.

Por último, analizando las métricas planteadas para el proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$1) \text{ Pacientes Libres: } \frac{(\text{Pacientes con alta clínica})}{(\text{Pacientes en el sistema})} * 100$$

$$\text{Pasado: } (50/620) = 8\%$$

$$\text{Actual: } (20/680) = 3\%$$

Se puede apreciar que a pesar de que actualmente hay más pacientes en el sistema, el indicador logró bajar, por lo cual hay menos pacientes esperando a cerrar sus casos, lo cual es una gran mejora, para el futuro lo esperado es reducir ese porcentaje a un 2%.

$$2) \text{ Días de cierre: } \text{Días de alta administrativa} - \text{Días de alta clínica}$$

Esta métrica se puede evaluar y apreciar con el gráfico n°6, en donde se puede ver la mejoría en los días de cierre.

### 3) Días por Enfermedad: *Días esperados* – *Días en el sistema*

Por último, esta medida de desempeño, más que un índice a mejorar se estableció como una alerta para detectar aquellos pacientes que sobrepasan los días esperados, la cual está siendo utilizada actualmente.

Dado a lo anterior, se incluyó la métrica de las altas emitidas, lo cual es un gran indicador para analizar y considerar, el cual se puede apreciar en el gráfico n°5.

## 11. Conclusiones y discusión

En relación con los resultados obtenidos, se observa un progreso alentador en el proyecto desarrollado. En la mayoría de las enfermedades analizadas, se logró cumplir con el objetivo general de reducir en un 10% el tiempo promedio de cierre de pacientes con alta clínica. Aunque en algunas patologías no se alcanzó este objetivo, se espera que, con el progreso continuo y la mejora en la comprensión del software implementado, se pueda lograr este objetivo de manera integral en todos los casos.

En cuanto a los objetivos específicos, se puede apreciar que se lograron cumplir en su totalidad, obteniendo resultados positivos y con perspectivas de mejora aún mayores en el futuro.

No obstante, se reconocen oportunidades de mejora en la aplicación y uso del software, tanto en su aspecto visual como en la facilidad de uso. Además, se debe trabajar en conjunto al departamento el actualizar las alertas establecidas y los procesos según sea necesario.

Por otra parte, aunque se delegó en cierta medida el seguimiento y la comunicación de los pacientes a través de un software, se preservó la atención centrada en la experiencia del paciente. Esto se debe a que los valores fundamentales del hospital y del departamento están orientados hacia la provisión de una atención de calidad, garantizando que el paciente se sienta cómodo y respaldado en todo momento.

En relación con los desafíos futuros, se contempla la elaboración de un manual de uso detallado que incluya explicaciones exhaustivas sobre los flujos utilizados, las etapas involucradas y las alertas creadas. Esto permitirá prepararse para posibles cambios en el personal que utilice el software en el

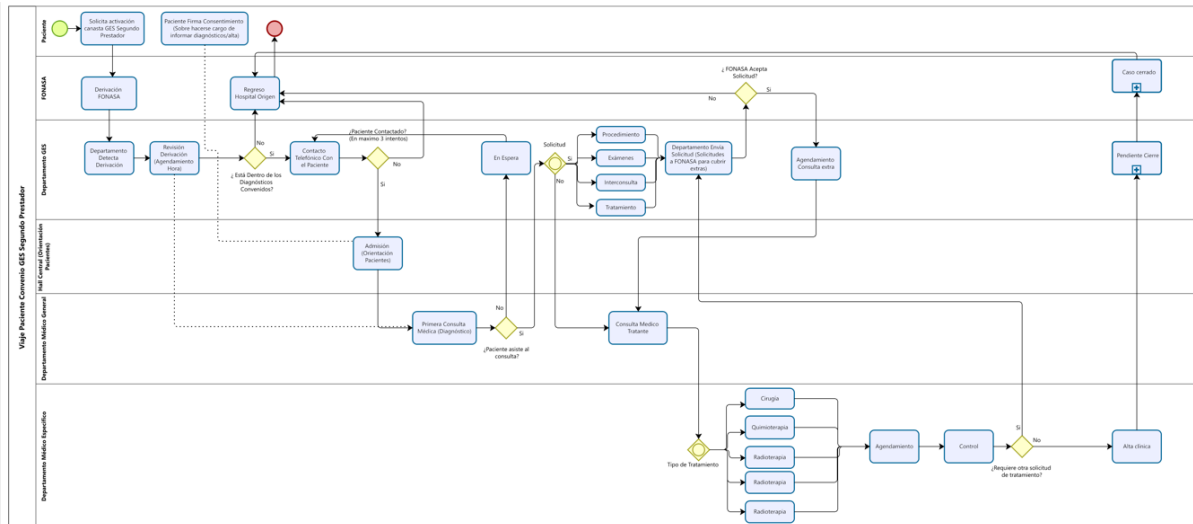
futuro. Además, se continuará trabajando en fortalecer las relaciones con otras áreas, con el objetivo de lograr una integración de sistemas que mejore la visualización y la experiencia general de los pacientes.

## 12. Bibliografía

- Gómez, D. R. (s.f.). *Modelo de programación mixta para la optimización de personal*. In J. Valencia (Presidencia). *Sesiones técnicas II. Conferencia llevada a cabo en IV Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro*. . Mérida, Yucatán, México.
- RAMOS, N. A. (2017). *Aplicación de Ventas y Seguimiento de Clientes*.
- Villca Apaza, E. A. (2018). *Aplicación móvil de control de ventas e inventarios con alertas tempranas caso: Empresa importadora y distribuidora de alimentos e insumos para mascotas san Gabriel Pet (Doctoral dissertation)*.
- Gahona L., Patricio, (2022). *Gestión de Operaciones, modelamiento BPM (Cátedra)*.
- Bizagui.(2023).[https://help.bizagi.com/process-modeler/es/index.html?my\\_first\\_model.htm](https://help.bizagi.com/process-modeler/es/index.html?my_first_model.htm).
- HubSpot.(2023).<https://blog.hubspot.es/sales/que-es-un-software-crm>.
- AprendeMachineLearning.(2018).<https://www.aprendemachinelearning.com/regresion-linea/-en-espanol-con-python/>.

## 13. Anexos

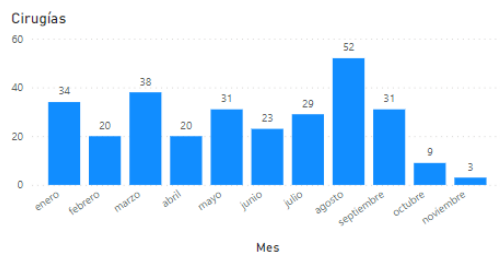
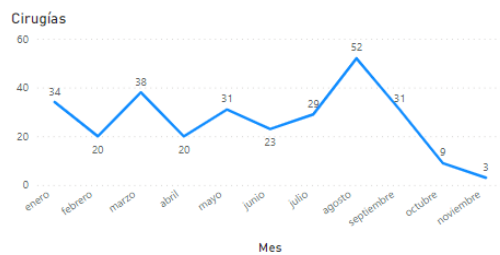
### Anexo 1:



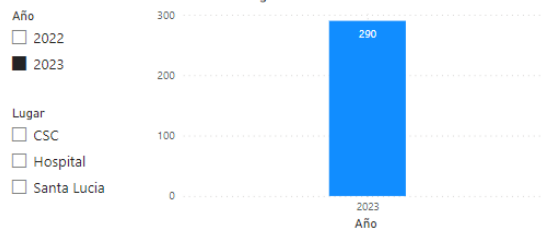
### Anexo 2:



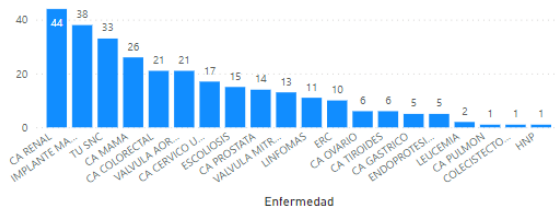
#### Actividad Quirúrgica

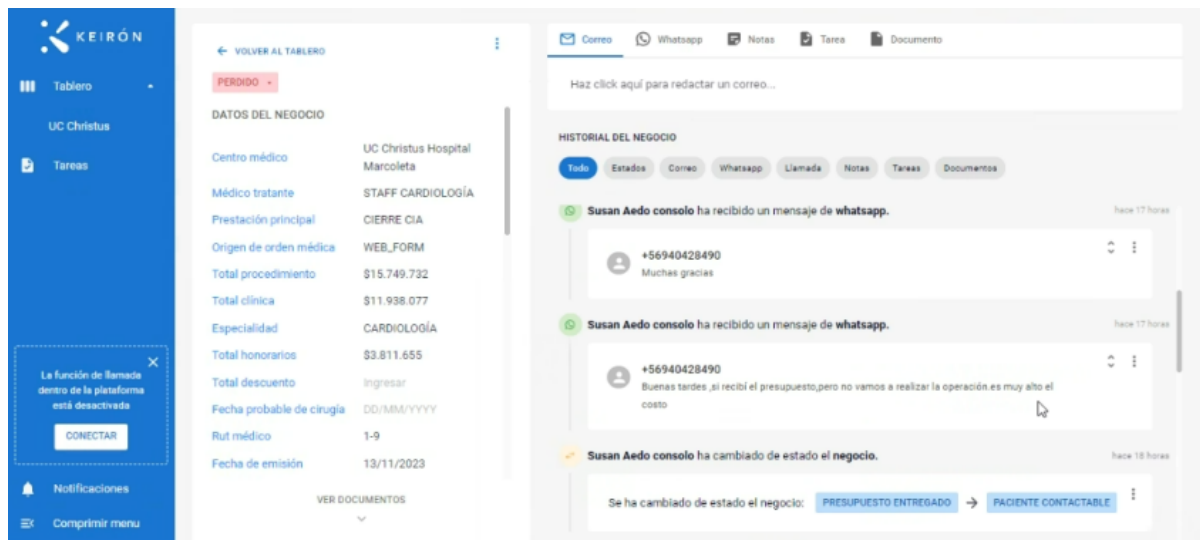


#### Total anual cirugías



#### Enfermedad Tratada



Anexo 3:

The screenshot displays the KEIRÓN web application interface, which is divided into three main sections: a left sidebar, a central data table, and a right-hand communication history panel.

**Left Sidebar (Navigation):**

- Logo: KEIRÓN
- Menu items: Tablero, UC Christus, Tareas.
- Notification: "La función de llamada dentro de la plataforma está desactivada" with a "CONECTAR" button.
- Bottom links: Notificaciones, Comprimir menu.

**Central Data Table (DATOS DEL NEGOCIO):**

DATOS DEL NEGOCIO	
Centro médico	UC Christus Hospital Marcoleta
Médico tratante	STAFF CARDIOLOGÍA
Prestación principal	CIERRE CIA
Origen de orden médica	WEB_FORM
Total procedimiento	\$15.749.732
Total clínica	\$11.938.077
Especialidad	CARDIOLOGÍA
Total honorarios	\$3.811.655
Total descuento	Ingresar
Fecha probable de cirugía	DD/MM/YYYY
Rut médico	1-9
Fecha de emisión	13/11/2023

Below the table is a link: [VER DOCUMENTOS](#)

**Right-hand Panel (Historial del Negocio):**

At the top, there are tabs for: Correo, Whatsapp, Notas, Tarea, Documento. Below this is a text input field: "Haz click aquí para redactar un correo..."

The "HISTORIAL DEL NEGOCIO" section includes sub-tabs: Todo, Estados, Correo, Whatsapp, Llamada, Notas, Tareas, Documentos. The "Whatsapp" tab is selected.

The history shows three entries:

- Entry 1:** "Susan Aedo consolo ha recibido un mensaje de whatsapp." (hace 17 horas). Message from +56940428490: "Muchas gracias".
- Entry 2:** "Susan Aedo consolo ha recibido un mensaje de whatsapp." (hace 17 horas). Message from +56940428490: "Buenas tardes ,si recibí el presupuesto,pero no vamos a realizar la operación es muy alto el costo".
- Entry 3:** "Susan Aedo consolo ha cambiado de estado el negocio." (hace 18 horas). Status change from "PRESUPUESTO ENTREGADO" to "PACIENTE CONTACTABLE".