



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEJORA DE LA INDICACIÓN, GESTIÓN Y ENTREGA DE
MEDICAMENTOS PARA LOS SERVICIOS DE HOSPITALIZACIÓN EN
EL HOSPITAL CLÍNICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER
EN INGENIERÍA DE NEGOCIOS CON TECNOLOGÍAS DE
INFORMACIÓN

VÍCTOR ALEJANDRO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

PROFESOR GUÍA:
SR. JUAN DOMINGO VELÁSQUEZ SILVA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
SR. ÁNGEL JIMÉNEZ MOLINA
SR. EDUARDO TOBAR ALMONACID

SANTIAGO DE CHILE
2021

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo se desarrolla dentro del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, hospital clínico-docente de esta casa de estudios el cual ofrece entre su amplia gama de servicios, los de Hospitalización a lo largo de distintas especialidades. En particular, este trabajo se enfoca en la interacción entre el Servicio de Farmacia y los Servicios de Hospitalización.

Su objetivo general corresponde a mejorar la indicación, gestión y entrega de medicamentos hacia los distintos servicios, permitiendo que esta interacción sea más eficiente y que los tiempos invertidos en gestiones del proceso se disminuyan, para así disponer de ellos con otros fines o liberarlos. El proyecto considera solo aquellos Servicios de Hospitalización a los que diariamente el Servicio de Farmacia les realiza un despacho.

En principio, se levantan los procesos característicos de esta interacción, instanciando la situación actual mediante una arquitectura de macroprocesos, haciendo foco en la Cadena de Valor del HCUCH y posteriormente caracterizando los diagramas BPMN de esta situación actual. Los procesos principales involucrados son la Indicación de Medicamentos, Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados y Devolución de Medicamentos. Las devoluciones son un problema real para la disponibilidad de HH de Personal de Farmacia y se estima que su gestión le cuesta cerca de 9.5 millones de pesos al mes al HCUCH.

Para cada proceso involucrado, se propone un rediseño, eliminando pasos considerados innecesarios y entregando otros que aporten valor, de la mano del diseño de una serie de lógicas de negocio que apoyen al desarrollo de estos procesos y a la toma de decisión de algunos agentes involucrados. En particular, se incluyen la detección de cantidades solicitadas anómalas, la re-asignación de insumos devueltos y la obtención de una ruta de despacho en función de la vuelta de despacho correspondiente.

Este rediseño se consolida en un apoyo tecnológico, el cual se diseña conceptualmente de la mano de un levantamiento de requerimientos funcionales, una arquitectura tecnológica y la identificación de casos de uso y sus respectivos diagramas de secuencia con un diagrama de clases. Se implementa un prototipo para cada lógica de negocios, utilizando como base una muestra de datos de recetas para el año 2018 y 2019. Los resultados fueron satisfactorios y en particular, la re-asignación de insumos es capaz de disminuir en más de un 30% las devoluciones en promedio, a partir de la muestra de datos utilizada.

Finalmente, se genera un plan de gestión del cambio y una evaluación económica basada en el ahorro en HH que este proyecto significaría, la que muestra que este proyecto podría ser viable económicamente hablando. En base a todo lo anterior, se concluye que los resultados son favorables.

Sólo el que ensaya lo absurdo es capaz de conquistar lo imposible. No hay más que un modo de dar una vez en el clavo, y es dar ciento en la herradura. Y sobre todo no hay más que un modo de triunfar de veras: arrostrar el ridículo.

- Miguel de Unamuno, Vida de Don Quijote y Sancho, 1905

Agradecimientos

Quiero partir agradeciendo a la gente del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, que sin más credenciales que mi palabra y mis ganas, siempre me recibieron y atendieron mis dudas. A Silvana Villaleiva, Ana María Guerrero, Juan Pablo Plaza, Gemita Mardones, Magyolue Quintana y Karin Pozo del Servicio de Cirugía. Y muy especialmente agradezco a la Sra. Nancy Abusada, quien siempre me recibió de buena gana en el Servicio de Farmacia y sin su apoyo nada de esto habría sido posible, Gladys Sepúlveda y Mabel Cerda, quienes se dieron el tiempo de explicarme paso a paso la dinámica de Farmacia y a Carlos Marras, quien también de forma desinteresada siempre me recibió, me presentó agentes claves y me aportó con algunos recursos clave para este trabajo. También mis agradecimientos al Dr. Eduardo Tobar, quien me otorgó la oportunidad inicial de realizar algún trabajo interesante en el Hospital y fue mi puerta de entrada a la organización.

A mis compañeros de trabajo y amigos del WIC. Siempre me dieron el espacio que necesité para poder trabajar en esta tesis y fueron comprensivos cuando era necesario. A mi profesor guía, Juan Velásquez, quien también fue comprensivo y siempre tuvo una palabra de apoyo y de preocupación respecto al estado de mi trabajo.

A mis compañeros de generación del MBE. Siempre nos apoyamos mutuamente, incluso cuando el programa ya había terminado para la mayoría. Le deseo mucho éxito y salud a todos ustedes en el futuro.

A mis amigos de la vida, muy especialmente a los de SK9 quienes de repente me preguntaban cómo iban esos avances. Se logró. También una mención muy especial a la Cami, quien desde que la conozco y supo que estaba haciendo esta tesis, tuvo una palabrita de ánimo durante el día para mí. Eternamente agradecido.

Y finalmente a mi familia. Como dije en mis agradecimientos de la memoria de pregrado, soy un hombre verdaderamente afortunado de tenerlos a todos ustedes. Muy especialmente a mi hermano Felipe, que con sus conocimientos frescos respecto a herramientas de optimización me ayudó muchísimo en instantes claves del desarrollo de este trabajo. Todo el éxito para tí, hermano.

Víctor Alejandro Hernández Martínez

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	i
Agradecimientos	iii
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	xi
1 Introducción y Contexto	1
1.1 Antecedentes de la Industria	1
1.2 Descripción General de la Organización	1
1.3 Problema u Oportunidad Identificada	2
1.3.1 Análisis del Problema	2
1.3.2 Scoring de Hipótesis	9
1.3.3 Interacción entre Farmacia y Hospitalización	11
1.4 Objetivos y Resultados Esperados del Proyecto	13
1.4.1 Objetivo General	13
1.4.2 Objetivos Específicos y Resultados Esperados	13
1.5 Alcances	14
1.6 Riesgos Potenciales	15
2 Marco Teórico	16
2.1 Ingeniería de Negocios y Rediseño de Procesos	16
2.1.1 Procesos de Negocios y su Rediseño	16
2.1.2 Patrones de Procesos	16
2.2 Arquitectura de Macroprocesos	17
2.2.1 Macroproceso	17
2.2.2 Relaciones entre Macroprocesos	19
2.2.3 Arquitectura basada en patrones	20
2.2.4 Patrón de procesos para Macro 1	22
2.2.5 Metodología de Rediseño de Procesos	25
2.2.6 Variables de Dirección de Cambio	26
2.3 Patrones de Procesos para Hospitales	29
2.3.1 Propuesta de diseño	29
2.4 Operaciones y Supply Chain	31
2.4.1 Gestión de Operaciones	31
2.4.2 Gestión de Supply Chain	31
2.4.3 Actividades dentro de una Supply Chain	31
2.4.4 Logística	32
2.5 Logística de un Hospital	32
2.5.1 Definición	32
2.5.2 Literatura asociada a la Logística de un Hospital	33
2.5.3 Problemas en dispensación de medicamentos	36
2.6 Business Analytics	37
2.7 Data Mining	37
2.7.1 Knowledge Discovery in Databases	38

2.7.2	CRISP-DM	39
2.7.3	Algunas aplicaciones de Data Mining sobre hospitales	40
2.8	Detección de outliers	41
2.8.1	Dificultades en la detección de Outliers	41
2.8.2	Aspectos determinantes del problema	42
2.8.3	Aplicaciones de detección de outliers	44
2.8.4	Implementación con scikit-learn	44
2.9	Problema del Vendedor Viajero	46
2.9.1	Formulación	46
2.9.2	Variantes útiles	47
2.10	Otras experiencias MBE en HCUCH	48
3	Planteamiento Estratégico y Modelo de Negocios	49
3.1	Posicionamiento Estratégico	49
3.2	Balanced Scorecard	51
3.3	Modelo de Negocios	51
4	Análisis Situación Actual	53
4.1	Arquitectura de Procesos	53
4.2	Modelamiento Detallado de Procesos	54
4.2.1	Modelamiento IDEF0	54
4.2.2	Modelamiento BPMN	61
4.3	Diagnóstico de la Situación Actual	81
4.3.1	Indicación de Medicamentos	81
4.3.2	Devolución de Medicamentos	86
4.4	Cuantificación del Problema u Oportunidad	87
5	Propuesta de Diseño de Procesos	89
5.1	Direcciones de Cambio y Alcance	89
5.1.1	Asignación de responsabilidades	89
5.1.2	Mantenimiento consolidada de estado	90
5.1.3	Anticipación	91
5.1.4	Integración de procesos conexos	92
5.1.5	Prácticas de trabajo	92
5.1.6	Coordinación	93
5.1.7	Apoyo TI	94
5.2	Arquitectura de Procesos To Be	94
5.3	Diseño detallado de Procesos To Be	95
5.3.1	Diseño en IDEF0	95
5.3.2	Diseño en BPMN	99
5.4	Diseño de Lógica de Negocios	110
5.4.1	Identificación de Cantidades Solicitadas Anómalas	110
5.4.2	Re-asignación de Devoluciones	111
5.4.3	Obtención de Ruta de Despacho	116
6	Propuesta de Apoyo Tecnológico	122
6.1	Especificación de Requerimientos	122
6.1.1	Requerimientos Funcionales	122
6.1.2	Requerimientos No Funcionales	130
6.2	Arquitectura Tecnológica	131
6.3	Diseño de la Aplicación	133
6.3.1	Casos de Uso	133
6.3.2	Diagramas de Secuencia	136

6.3.3	Diagrama de Clases	144
6.4	Prototipo Funcional Desarrollado	145
6.4.1	Descripción y alcances de prototipo	145
6.4.2	Muestra de datos utilizada	145
6.4.3	Prototipo de Identificación de Cantidades Solicitadas de Anomalías	149
6.4.4	Prototipo de Re-asignación de Insumos y Obtención de Ruta Óptima	163
7	Gestión del Cambio	176
7.1	Contexto de la Organización	176
7.2	Observación de la Implementación a Realizar	177
7.3	Análisis de los Principios de Diseño	177
7.3.1	Liderazgo y Gestión del proyecto de cambio	177
7.3.2	Estrategia y sentido del proceso de cambio	178
7.3.3	Cambio y conservación	178
7.3.4	Organización y Estructura del proyecto de cambio	179
7.3.5	Gestión Emocional	180
7.3.6	Comunicaciones	180
7.3.7	Desarrollo de las habilidades	180
7.3.8	Gestión del Poder	181
7.3.9	Monitoreo y evaluación del proceso	181
7.3.10	Inicio, hitos, ritos y cierre	181
7.4	Caracterización del Cambio	182
7.5	Factores Críticos de Éxito	182
7.6	Plan de Gestión del Cambio	183
8	Evaluación del Proyecto	184
8.1	Análisis Retrospectivo	184
8.1.1	Presentación de datos	184
8.1.2	Resultados	184
8.2	Definición de Beneficios y Costos	186
8.2.1	Beneficios y Costos	186
8.2.2	Datos y cuantificación	186
8.3	Flujo de Caja	188
8.3.1	Situación Actual Optimizada	188
8.3.2	Situación con Proyecto	188
8.3.3	CAPM	189
8.3.4	Flujo de Caja	190
8.4	Análisis de Sensibilidad	191
9	Conclusiones	192
9.1	Importancia de la problemática	192
9.2	Conclusiones sobre el trabajo realizado	193
9.3	Trabajo futuro	194
	Bibliografía	195
	Anexos	198
A	Anexos Prototipo Tecnológico	198
A.1	Datos	198
A.2	Implementación Lógicas de Negocios	200
B	Anexos Evaluación de Proyecto	245

Índice de Tablas

1.1	Objetivos específicos del proyecto	14
1.2	Riesgos potenciales del proyecto	15
4.1	Horarios de Despacho definidos en Servicio de Farmacia	66
4.2	Horarios de Devolución definidos en Servicio de Farmacia	75
5.1	Equivalencia entre nodos numerados y Servicios en el plano reducido	119
6.1	Lista de Códigos de Servicio con su nombre correspondiente	147
6.2	Cantidad de Recetas por Servicio en muestra de datos seleccionada	148
6.3	Insumos con más de 5.000 apariciones en Recetas	151
6.4	Resumen de Resultados Isolation Forests	152
6.5	Resumen de Resultados Elliptic Envelope	156
6.6	Resumen de Resultados One Class SVM	160
6.7	Composición de Vueltas de Despacho y Posibles Compatibilidades	164
6.8	Devoluciones de Despachos del día 03 de septiembre de 2018	168
6.9	Devoluciones de Despachos del día 03 de septiembre de 2018 Post Re-asignaciones	170
6.10	Diferencia entre Devoluciones originales y Devoluciones con re-asignación para 2018 y 2019	172
8.1	Devoluciones y Recetas por Servicio y por Año	185
8.2	Tabla de Beneficios y Costos.	186
8.3	Datos utilizados en la evaluación.	187
8.4	Escenarios para Análisis de Sensibilidad	191
9.1	Lista de Insumos únicos encontrados en las Recetas de Cirugía entre 2018 y 2020 - Parte 1	198
9.2	Lista de Insumos únicos encontrados en las Recetas de Cirugía entre 2018 y 2020 - Parte 2	199
9.3	Lista de Insumos únicos encontrados en las Recetas de Cirugía entre 2018 y 2020 - Parte 3	200

Índice de Figuras

1.1	Organigrama de Direcciones del HCUCH	2
1.2	Árbol Why para el descubrimiento de causas raíces a partir de un problema inicial	4
1.3	Árbol How para el análisis del problema en los Servicios del HCUCH	6
1.4	Representación Gráfica a través de un gráfico de dispersión de Scoring de Hipótesis	10
1.5	Puntajes asignados para el Scoring de las hipótesis resultantes	12
2.1	Macroprocesos en una organización	19
2.2	Diagrama IDEF0 con Arquitectura de procesos basada en patrones	21
2.3	Patrón de procesos para Macro 1	23
2.4	Relaciones entre Variables de Dirección de Cambio	29
2.5	Arquitectura de macroprocesos para hospitales	30
2.6	Diagrama de etapas de CRISP-DM	40
2.7	Ejemplo de la idea detrás de Elliptic Envelope	45
2.8	Ejemplo de la idea detrás de Isolation Forests	46
3.1	Posicionamiento Estratégico de HCUCH en Pirámide de Hax	50
3.2	Balanced Scorecard de HCUCH	51
3.3	Modelo de Negocios de HCUCH	52
4.1	Arquitectura de Macroprocesos de HCUCH	54
4.2	Macro 1.1 - Líneas de servicios a pacientes	55
4.3	Macro 1.2 - Servicios Compartidos Propios	56
4.4	Patrón de Procesos para Cadena de Valor - Servicio de Hospitalización	57
4.5	Patrón de Procesos para Cadena de Valor - Servicio de Farmacia	57
4.6	Patrón de Procesos para Gestión del Servicio de Hospitalización	58
4.7	Patrón de Procesos para Entrega del Servicio de Hospitalización	59
4.8	Patrón de Procesos para Administración de Relación con el Servicio	59
4.9	Patrón de Procesos para Gestión del Servicio de Farmacia	60
4.10	Patrón de Procesos para Entrega del Servicio de Farmacia	61
4.11	Diagrama BPMN para Gestión y Entrega de Servicio de Hospitalización	63
4.12	Diagrama BPMN expandido para subproceso de Evaluación y Procedimientos	64
4.13	Sistema Informático de Farmacia - Auditoría de Solicitudes	67
4.14	Sistema Informático de Farmacia - Solicitudes por Servicio	68
4.15	Sistema Informático de Farmacia - Informe de Solicitudes a Despachar	68
4.16	Sistema Informático de Farmacia - Solicitud Receta	69
4.17	Sistema Informático de Farmacia - Comprobante de Despacho	70
4.18	Distintos tipos de Casetera. 4, 5 y 6 filas	70
4.19	Proceso de Armado de Caseteras	71
4.20	Carro de Transporte para Caseteras	72
4.21	Diagrama BPMN para Situación Actual de Indicación de Medicamentos y Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados	74
4.22	Sistema Informático de Farmacia - Informe de Solicitudes de Devolución	76

4.23	Verificación de Devoluciones	77
4.24	Recipientes con Devoluciones ya verificadas	78
4.25	Sistema Informático de Farmacia -	78
4.26	Diagrama BPMN para Situación Actual de Devolución de Medicamentos . .	80
4.27	Ficha Clínica Electrónica - Ejemplo de Pauta indicada por Médico para Indi- cación de Dalteparina Sódica 5000 UI	82
4.28	Ficha Clínica Electrónica - Definición de Dalteparina Sódica 5000 UI	82
4.29	Devoluciones por Servicio - 2018	87
4.30	Devoluciones por Servicio - 2019	88
5.1	Macro 1.1 Atención Hospitalaria - Gestión del Servicio de Hospitalización Intervenido	96
5.2	Macro 1.2 Servicio de Farmacia - Administración de la Relación con el Servicio Intervenido	97
5.3	Macro 1.2 Servicio de Farmacia - Gestión del Servicio de Farmacia Intervenido	98
5.4	Macro 1.2 Servicio de Farmacia - Entrega del Servicio de Farmacia Intervenido	98
5.5	Diagrama BPMN para el Rediseño de la Indicación de Medicamentos	100
5.6	Diagrama BPMN para el Rediseño de la Gestión y Entrega de Medicamentos	104
5.7	Diagrama BPMN para el Rediseño del subproceso de Despacho de Caseteras	106
5.8	Diagrama BPMN para el Rediseño de la Devolución de Medicamentos	108
5.9	Diagrama BPMN para el sub-proceso del Procedimiento Administrativo de Devolución	109
5.10	Plano Resumido del HCUCH	117
5.11	Grafo Representativo del HCUCH	118
5.12	Matriz con distancias entre los nodos del grafo HCUCH	119
6.1	Diagrama de Arquitectura MVC	132
6.2	Modelo de Datos Relacional propuesto para Apoyo Tecnológico	132
6.3	Diagrama de Casos de Uso para Apoyo Tecnológico	133
6.4	Diagrama de Secuencia de Caso de Uso <i>Ingreso a la plataforma</i>	136
6.5	Diagrama de Secuencia de Caso de Uso <i>Indicar Medicamentos</i>	137
6.6	Diagrama de Secuencia de Caso de Uso <i>Procesar Receta Recibida</i>	138
6.7	Diagrama de Secuencia de Caso de Uso <i>Generar documentos</i>	139
6.8	Diagrama de Secuencia de Caso de Uso <i>Registro de uso de Medicamentos y Sueros</i>	140
6.9	Diagrama de Secuencia de Caso de Uso <i>Revisión de Devoluciones</i>	141
6.10	Diagrama de Secuencia de Caso de Uso <i>Confirmar recepción de Casetera</i> . .	142
6.11	Diagrama de Secuencia de Caso de Uso <i>Iniciar Chat</i>	143
6.12	Diagrama de Clases	144
6.13	DataFrame con datos de Recetas para los años 2018 y 2019	147
6.14	Gráfico con cantidad de Recetas por Servicio en muestra de datos	148
6.15	Gráfico con Insumos con más de 3.000 apariciones en Recetas	150
6.16	Detección de anomalías con Isolation Forests para SODIO CLORURO 0.9% 20 ML. Contamination igual a 0.05	153
6.17	Detección de anomalías con Isolation Forests para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.1	153
6.18	Detección de anomalías con Isolation Forests para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.15	154
6.19	Acercamiento sobre gráfico de Isolation Forests para PARACETAMOL 500 MG con contamination igual a 0.15	154
6.20	Detección de anomalías con Isolation Forests para DALTEPARINA SODICA 5000 UI. Contamination igual a 0.05	155

6.21	Detección de anomalías con Isolation Forests para DALTEPARINA SODICA 5000 UI. Contamination igual a 0.3	155
6.22	Detección de anomalías con Elliptic Envelope para SODIO CLORURO 0.9% 20 ML. Contamination igual a 0.05	157
6.23	Detección de anomalías con Elliptic Envelope para SODIO CLORURO 0.9% 20 ML. Contamination igual a 0.1	157
6.24	Detección de anomalías con Elliptic Envelope para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.05	158
6.25	Detección de anomalías con Elliptic Envelope para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.1	158
6.26	Detección de anomalías con Elliptic Envelope para DALTEPARINA SODICA 5000 UI. Contamination igual a 0.05	159
6.27	Detección de anomalías con Elliptic Envelope para DALTEPARINA SODICA 5000 UI. Contamination igual a 0.1	159
6.28	Detección de anomalías con One Class SVM para SODIO CLORURO 0.9% 20 ML. Contamination igual a 0.05	161
6.29	Detección de anomalías con One Class SVM para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.05	161
6.30	Detección de anomalías con One Class SVM para DALTEPARINA SODICA 5000 UI. Contamination igual a 0.05	162
6.31	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Enero 2018	173
6.32	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Enero 2019	173
6.33	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Junio 2018	174
6.34	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Junio 2019	174
7.1	Organización para Proyecto de Cambio	179
8.1	Flujo de Caja para Situación Actual Optimizada	190
8.2	Flujo de Caja para Situación con Proyecto	190
8.3	Diferencia entre ambos Flujo de Caja	191
9.1	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Febrero 2018	235
9.2	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Marzo 2018	235
9.3	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Abril 2018	236
9.4	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Mayo 2018	236
9.5	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Julio 2018	237
9.6	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Agosto 2018	237
9.7	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Septiembre 2018	238
9.8	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Octubre 2018	238

9.9	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Noviembre 2018	239
9.10	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Diciembre 2018	239
9.11	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Febrero 2019	240
9.12	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Marzo 2019	240
9.13	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Abril 2019	241
9.14	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Mayo 2019	241
9.15	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Julio 2019	242
9.16	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Agosto 2019	242
9.17	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Septiembre 2019	243
9.18	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Octubre 2019	243
9.19	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Noviembre 2019	244
9.20	Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Diciembre 2019	244
9.21	Sueldos Técnicos de Farmacia HCUCH Abril 2021	245
9.22	Sueldos Químico-farmacéuticos HCUCH Abril 2021	246
9.23	Sueldos Enfermeras HCUCH Abril 2021	247
9.24	Sueldos Profesionales TI	247

Capítulo 1

Introducción y Contexto

En el presente capítulo se da una introducción al proyecto que involucra esta tesis y luego se entrega un contexto al dominio específico de su desarrollo. Primero, se entrega una descripción general de la organización involucrada. Luego, se exploran las distintas oportunidades asociadas a los problemas que se puede identificar en esta organización, a partir de su base estratégica. Se escoge una de ellas y se describe de forma breve. A partir de la oportunidad escogida, se plantean los fundamentos de este trabajo tales como objetivos, alcances y riesgos asociados.

1.1 Antecedentes de la Industria

1.2 Descripción General de la Organización

El Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH) es una institución pública de salud y que además cumple funciones como campo clínico-docente, donde se forma más del 30% de los médicos especialistas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. A lo largo de su historia se ha caracterizado por su asistencia de primer nivel y por intervenciones de alta complejidad a lo largo de distintas áreas de la medicina. Además, cumple un rol fundamental en la investigación, producción científica y docencia.

En el ámbito asistencial se realizan 443.000 consultas al año, 23.000 altas médicas, 20.000 cirugías, 1.200.000 exámenes de laboratorio, 130.000 exámenes radiológicos y 630.000 procedimientos clínicos. Abarca una alta convocatoria de pacientes, en su mayoría provenientes de Independencia, Recoleta, Quilicura y Conchalí. En lo docente, se forma el 35% del postítulo de la Facultad Medicina de la U. de Chile, actualmente alberga 470 alumnos en 40 programas de postítulo de especialidades y subespecialidades médicas, lo que lo sitúa como uno de los principales centros formadores del país. Además, al año se realizan cerca de 180 proyectos de investigación de distinto tipo: Fondecyt, Fonis, Conicyt, con financiamiento interno y externo, así como nuestros académicos participan en más de 200 publicaciones ISI y no ISI, tanto internacionales como nacionales. A pesar de ser una institución pública, el hospital no forma parte de la red pública de salud desde el año 1994 donde finaliza su convenio con el

Ministerio de Salud, haciendo necesario su autofinanciamiento en más de un 90

El HCUCH ofrece dos principales tipos de servicios: *Servicios Asistenciales de Salud* y *Servicios Académicos*. Los Servicios Asistenciales de Salud corresponden a *Atención Ambulatoria*, en la que se ofrece consultas de especialidad, procedimientos y cirugía ambulatoria. *Atención Cerrada u Hospitalaria*, donde se atiende a niños, adultos y maternidad. Por último, *Atención de Urgencia*, donde se atiende niños y adultos donde médicos especialistas en medicina de urgencia son la base del equipo médico que atiende el servicio. Los Servicios Académicos surgen del rol del hospital como campo clínico para la Universidad de Chile, donde se realiza la formación de alumnos de pregrado y posgrado de carreras asociadas a salud. Este trabajo pone especial énfasis en los Servicios Asistenciales de la organización. En su organización, el HCUCH cuenta con cuatro direcciones: Dirección General, Dirección Médica, Dirección Académica y Dirección de Administración y Finanzas. Además, se ofrecen más de 20 especialidades distintas en el dominio de la salud.

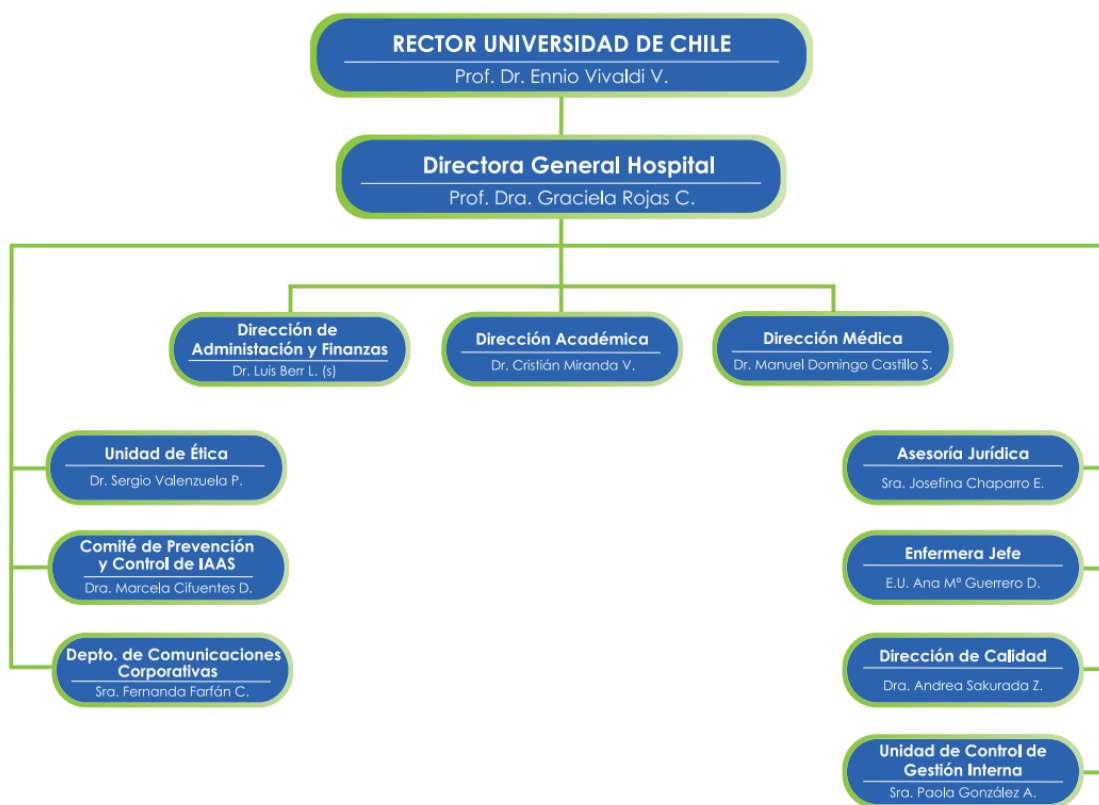


Figura 1.1: Organigrama de Direcciones del HCUCH
Fuente: HCUCH, 2021

1.3 Problema u Oportunidad Identificada

1.3.1 Análisis del Problema

El HCUCH tiene un posicionamiento estratégico de *Mejor Producto* a través de una *Diferenciación* basada en un servicio lo más completo posible, gracias a sus profesionales de

excelencia y variadas especialidades de salud. Esto se asocia al siguiente objetivo estratégico: Entregar un servicio de calidad, a través de un servicio completo y que a la vez sea rentable para el hospital. Sin embargo, en la actualidad el HCUCH se enfrenta al siguiente problema. La administración del hospital no está completamente enfocada en su estrategia, sino que más bien, está enfocada en subsistir económicamente. Los problemas económicos del hospital son importantes desde hace mucho tiempo y eso es lo más importante en el norte de quienes lo administran. Esta situación impacta por completo a la organización.

Para analizar este problema, se utiliza la metodología de (Chevallier, 2016), para resolución de problemas complejos. La información fue recopilada a través de entrevistas con agentes clave expertos, asociados al HCUCH y su administración.

Primero se analiza la *disyuntiva inicial* para encontrar sus causas raíces y profundizar en una de ellas, lo que se representa gráficamente en la Figura 1.2. Entonces es posible plantear la siguiente disyuntiva: ¿Por qué el hospital debe preocuparse de subsistir económicamente más que de su estrategia como hospital clínico? Se reconocen dos principales motivos por lo que esto ocurre. Primero, el hospital debe autofinanciarse por completo, debido a que no recibe subsidios por ninguna entidad gubernamental, al no formar parte de la red pública de salud.

Y el otro motivo, es el hecho de que el hospital cuenta con muchos costos al llevar a cabo sus operaciones. Esto se debe a que, primero, el hospital cuenta con esta característica *dual*, al cumplir con labores docentes y de hospital clínico, lo que encarece sus funciones.

Otra razón es que el hospital tiene una amplia planta de personal. En este contexto, se reconoce que aproximadamente el 63% de los costos del hospital, corresponden a las remuneraciones del hospital. Esta amplia planta se asocia a los múltiples servicios y prestaciones de salud que el hospital ofrece a sus pacientes, a lo largo de sus distintas especialidades.

Por último, se señala que en sus operaciones, *el servicio que se le ofrece al paciente no siempre es rentable*, desde una perspectiva óptima. En otras palabras, no se gana todo lo que se podría ganar. Esto se debe a que, primero, existen algunos servicios complejos que no generan ganancias para el hospital. Por ejemplo, los trasplantes. Un trasplante siempre suele generar pérdidas al ser realizado por el hospital, pero se realizan ya que aportan al prestigio de la institución, la docencia y además a la salud de los pacientes. Por otro lado, se identifica que el funcionamiento interno no siempre es eficiente. En los servicios del hospital, interactúan múltiples unidades que deben trabajar en equipo, de forma coordinada para que este servicio se materialice y beneficie al paciente. Sin embargo, en muchas instancias este funcionamiento en equipo no es del todo eficiente: Se pierde tiempo esperando respuestas entre áreas, no siempre hay dotación de personal disponible, no hay roles claros para la realización de ciertas tareas. Al final del día, se cumple con lo acordado, pero existe la sensación de que se podría funcionar mucho mejor. Finalmente, otra razón de esta baja rentabilidad es que existen servicios que, debido a su complejidad, consumen una gran cantidad de recursos. Por ej. el servicio de Hospitalización, en la que se utilizan camas, medicamentos, tiempo de atención de médicos y enfermería, exámenes e imágenes, alimentación y servicio de higiene, entre otros.

De estas causas raíces identificadas, la más manejable de todas en este momento corre-

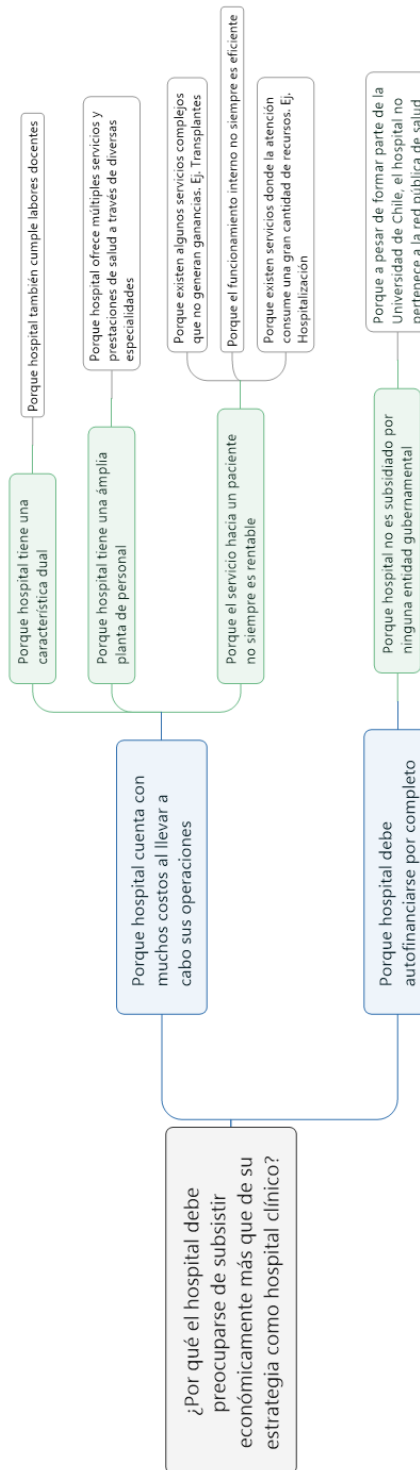


Figura 1.2: Árbol Why para el descubrimiento de causas raíces a partir de un problema inicial
Fuente: Elaboración propia

sponde a la asociada al **funcionamiento interno ineficiente**. La naturaleza clínica-docente del hospital y sus deudas están muy lejos de ser resueltas por completo. El hospital no dejará de realizar procedimientos complejos, que además suelen ser poco frecuentes. Tampoco reducirá su tamaño, infraestructura, especialidades ni su planta de personal, por estar establecidas y reconocidas por sus pacientes, y por contribuir a la labor docente del hospital. Por esto se concluye, que se profundizará en la causa raíz asociada al funcionamiento ineficiente.

Entonces, continuando con la metodología de resolución de problemas complejos, se procede a buscar, a partir de esta causa raíz, posibles formas de darle solución (es decir, descubrir los posibles ¿Cómo?) para generar hipótesis de posibles oportunidades y evaluarlas.

Para empezar con este análisis, se plantea el siguiente *gap/dilemma*: **¿Cómo ofrecer un servicio completo al paciente sin funcionar de forma ineficiente?** Como ya se ha mencionado, el servicio completo se vuelve complejo de entregar, considerando los distintos agentes que interactúan para generar este servicio, por lo que se producen distintas ineficiencias a través de las principales líneas de negocio del hospital.

A grandes rasgos, se reconocen dos caminos posibles para resolver este funcionamiento ineficiente. Primero, se podría enfocar los esfuerzos en hacer un *uso eficiente de los recursos disponibles*. En este contexto, entiéndase *recurso* como todo aquello que puede ser utilizado en la entrega del servicio. Es decir, no sólo *insumos*, sino que también el tiempo disponible de los Recursos Humanos, la cantidad de Recursos Humanos, la Infraestructura disponible, todos estos elementos críticos que se requiere para el funcionamiento de un hospital.

Por otro lado, se podría enfocar esfuerzos en *mejorar el trabajo en conjunto* que se realiza entre áreas y/o servicios del hospital. Básicamente, que el flujo de acción entre las distintas áreas del hospital sea lo mejor posible para no comprometer el funcionamiento y la entrega del servicio.

Considerando estos dos caminos posibles, se analizan las oportunidades asociadas para cada una de las principales líneas de servicios del HCUCH: Urgencias, Atención Ambulatoria y Hospitalización.

Respecto al Servicio de Urgencias, para analizar el potencial uso eficiente de recursos aquí, se identifican 4 fuentes de insumos propios de este servicio:

- 1.- **Camas para pacientes:** Camas en las que temporalmente se atiende a un paciente que lo requiera.
- 2.- **Boxes de atención:** Boxes para atender a los pacientes en un espacio controlado.
- 3.- **Insumos disponibles:** Urgencias requiere distintos insumos para realizar labores de reanimación y primeros auxilios.

Ante esto, se propone **mejorar el uso de estos recursos a través de su optimización respecto a la demanda y la capacidad disponible**.

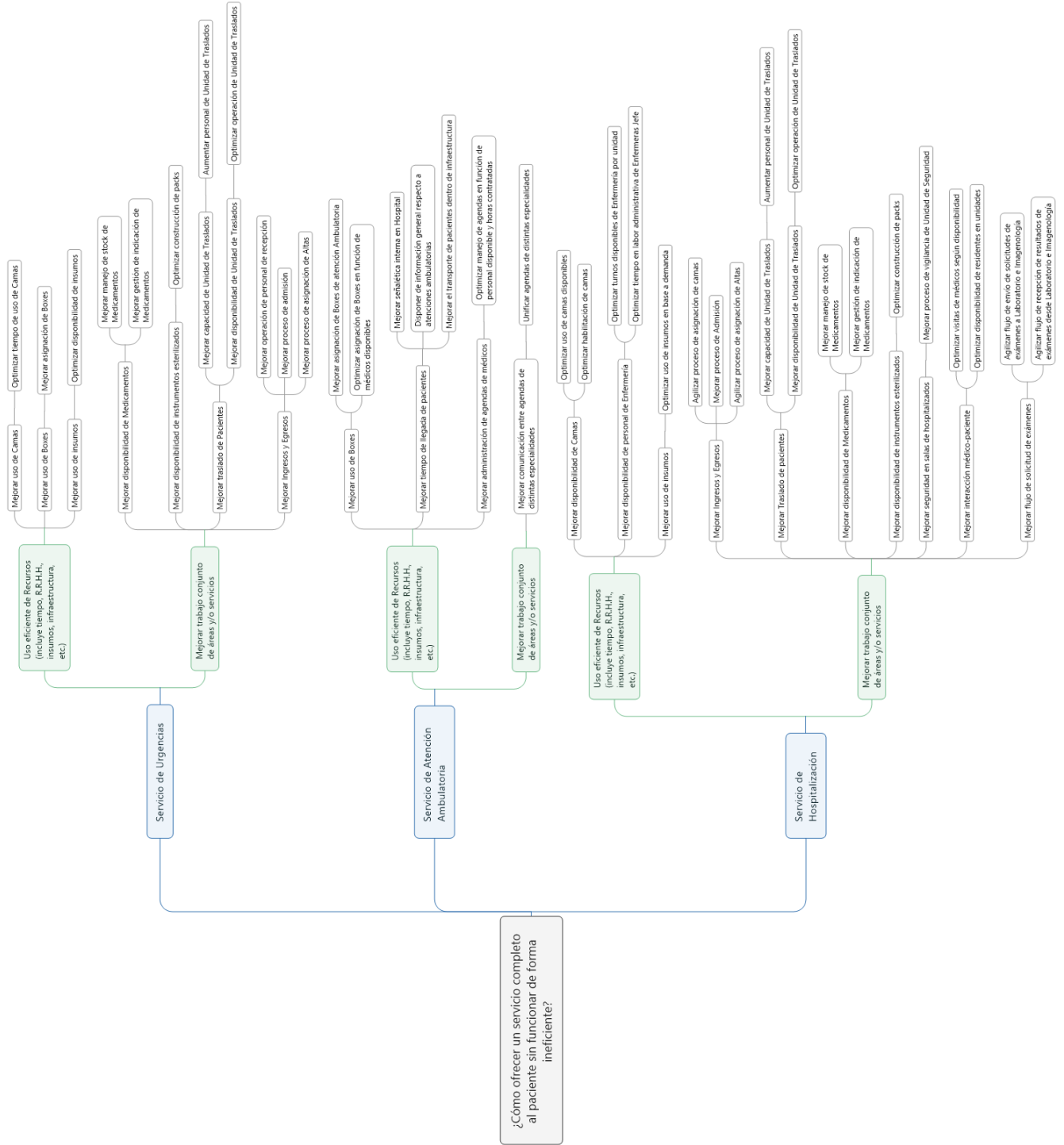


Figura 1.3: Árbol How para el análisis del problema en los Servicios del HCUC
Fuente: Elaboración propia

En cambio, para analizar el potencial de mejora del trabajo conjunto, se identifican las fuentes principales de trabajo conjunto de esta área (en otras palabras, aquellas instancias que dependen de la interacción entre el servicio de Urgencias y otras áreas):

- 1.- **Mejorar disponibilidad de medicamentos:** Para mejorar esto, se proponen dos caminos en base a la realidad del hospital: Primero, *mejorar el manejo de stock de medicamentos*, para que el stock para el servicio esté la mayor parte del tiempo disponible y mejorar la *gestión de indicación de medicamentos* para este fin, considerando que toda administración de medicamentos parte desde una indicación escrita por el médico que atiende. Sin embargo, este trámite suele verse demorado por la interacción de los distintos actores en su gestión (Un Servicio de Hospitalización en particular y Farmacia).
- 2.- **Mejorar disponibilidad de Instrumentos Esterilizados:** El Servicio de Esterilización se preocupa de la disponibilidad de instrumentos con los que se realizan procedimientos quirúrgicos de distintas complejidades. Entonces, ellos generan packs que son despachados a todo el hospital. Así, una opción para mejorar, es optimizar la construcción de estos packs, para cada necesidad.
- 3.- **Traslado de Pacientes:** En esta instancia, participa el Servicio de Traslados y Administrativa. Para mejorar el Traslado de Pacientes, se propone mejorar la capacidad del Servicio asociado a través de un aumento de personal, o de mejorar directamente la disponibilidad del personal actual, optimizando sus operaciones.
- 4.- **Ingresos y Egresos de Pacientes:** En esta instancia, participa la recepción del hospital y los médicos de turno. Para mejorar los Ingresos, se piensa en optimizar el actuar del personal de Recepción en Urgencias. Y para los Egresos se propone en optimizar el proceso de asignación de Altas. Éstas dependen mucho de la disponibilidad de los Médicos asociados, quienes suelen tardar más de lo necesario en tomar esta decisión.

Respecto a la Atención Ambulatoria, sus principales fuentes de recursos son:

- 1.- **Boxes de Atención:** Se proponen dos caminos posibles. Uno orientado a mejorar su asignación respecto a la atención y demanda por especialidad, y luego optimizar cómo se asignan los Boxes de atención en función de los médicos disponibles para atender.
- 2.- **Disponibilidad y Agendas de los Médicos:** Para esto, se propone optimizar estas agendas en función del personal médico disponible y las horas contratadas que cada médico debe cumplir. Suele pasar que un médico bloquea sus agendas por motivos anexos (seminarios, congresos, etc.) y eso inhabilita recursos como boxes y otros, generando recursos no disponibles que en verdad sí podrían estar disponibles.
- 3.- **Tiempo de los pacientes respecto a su agendamiento previo:** El tiempo disponible de cada paciente para llegar a su hora agendada, suele verse afectado por la inexistencia de información rápida disponible y la compleja infraestructura del hospital. Para mejorar esta situación, se propone mejorar la señalética interna del Hospital para caracterizar con mayor claridad las distintas áreas, disponer de algún medio de información respecto al

estado real de las agendas y, por último, mejorar la forma en que el paciente se desplaza o transporta al interior del hospital. Los adultos mayores suelen ser sensibles a este último punto.

Una instancia de trabajo en conjunto muy importante en la Atención Ambulatoria, es el *manejo de agendas*. Varias especialidades suelen manejar sus propias agendas, lo que no permite un manejo eficiente de los recursos totales del hospital (como Boxes disponibles) por lo que se propone que la comunicación entre las agendas de las distintas especialidades mejore, a través de la unificación de estas en una única fuente.

Para el análisis del potencial mejor uso de recursos del Servicio de Hospitalización, se consideran los siguientes recursos clave:

- 1.- **Camas disponibles:** Para mejorar el uso de las camas, se propone optimizar su uso según demanda de pacientes y especialidad u Optimizar la forma en que se habilitan las camas luego de su uso.
- 2.- **Disponibilidad del Personal de Enfermería:** Este servicio es altamente sensible a la disponibilidad de este personal ya que, en todas las especialidades, Enfermería es quien realiza las gestiones y cuidados básicos de cada paciente. En particular, ésta suele verse afectada por problemas con los turnos disponibles para un personal escaso y por el tiempo en que las distintas Enfermeras y su jefatura realizan otras labores anexas al cuidado del paciente, como labores administrativas. Se propone optimizar los tiempos invertidos en estas tareas y el cómo se distribuyen los turnos disponibles del personal.
- 3.- **Insumos:** Por último, para mejorar el uso de insumos, se propone optimizar su uso en función de la demanda por especialidad, para cada tipo principal de insumos en este servicio: Fármacos, Instrumentos, Disponibilidad de Instalaciones Especializadas (ej. Medicina Nuclear, Salas de Exámenes, etc.), Insumos de Housekeeping y Alimentación.

Finalmente, para la potencial mejora del trabajo conjunto, se identifican las siguientes instancias:

- 1.- **Mejorar Ingreso y egreso:** En Hospitalización, el Ingreso (para que sea efectivo) es dependiente de Enfermería. Para mejorar Ingreso, se propone agilizar el proceso de asignación de camas. El Egreso es dependiente de Enfermería y el médico (quien indica el Alta). Para mejorar Egresos, de forma similar a Urgencias, se propone agilizar el proceso en que se asignan Altas.
- 2.- **Mejorar Disponibilidad de medicamentos:** Como se mencionó en el caso de Urgencias, la disponibilidad de Insumos es dependiente de Enfermería, Médicos, Abastecimiento, Farmacia en algunos casos y Traslados en algunos casos. Entonces, para mejorar la disponibilidad de Insumos, de forma similar a Urgencias, se segmenta esta idea en: *Mejorar el manejo de stock de medicamentos* y *Mejorar la gestión de indicación de medicamentos* que cumplan este fin, considerando los problemas que suele ocurrir durante ésta.

- 3.- **Mejorar disponibilidad de Instrumentos Esterilizados:** en esto se propone optimizar la construcción de packs, por los motivos que se señalan en análisis anteriores.
- 4.- **Traslado de Pacientes:** El Traslado de Pacientes entre unidades, depende de la Unidad de Traslados. Se propone mejorar la capacidad de la Unidad asociada a través de un aumento de personal, o de mejorar directamente la disponibilidad del personal actual, optimizando sus operaciones.
- 5.- **Seguridad en salas de Hospitalización:** La seguridad en las distintas salas de Hospitalización es dependiente de la unidad de Seguridad del hospital. Para mejorarla, se propone optimizar sus operaciones.
- 6.- **Interacción Médico-Paciente:** Esta interacción se lleva a cabo cuando un Médico observa, monitorea y le asigna un procedimiento o evaluación a un paciente, y suele depender de Médicos y Becarios Residentes. Para mejorar la interacción Médico-Paciente, se sugiere optimizar el proceso de visitas de médicos a cada paciente u optimizar la disponibilidad de médicos o residentes en las unidades.
- 7.- **Exámenes e Imagenología:** La obtención de resultados de exámenes e imágenes, depende de Médicos, Enfermería, Laboratorio e Imagenología. Para mejorar el flujo de solicitud de Exámenes, se propone agilizar los procesos en los que se solicitan exámenes e imágenes para el paciente o agilizar la forma en que se obtiene una respuesta una vez que estos exámenes e imágenes ya tienen sus resultados.
- 8.- **Uso de Pabellón:** El área de Pabellón es muy importante y suele ser altamente demandada. Por último, para mejorar el uso de Pabellón, se propone optimizar su disponibilidad en función de la demanda asociada a los Servicios.

1.3.2 Scoring de Hipótesis

Entonces, cada oportunidad descubierta a través de la metodología de resolución de problemas complejos, se transforma en una *hipótesis* que es posible evaluar en función de un *factor de impacto* sobre la organización y un *factor de factibilidad* de ser implementado. Por simplicidad, se consideró cada hipótesis como el tercer nivel de profundidad para cada árbol. Con ambos factores, se puede representar gráficamente un puntaje o *scoring* para las distintas hipótesis formuladas y apreciar cuáles son las mejores oportunidades para ser abarcadas en este proyecto. En particular, tanto el factor de impacto como el factor de factibilidad, fueron segmentados en 3 factores para realizar un análisis en mayor detalle. El factor de impacto fue segmentado en:

- Factor de Impacto en el área involucrada.
- Factor de Impacto en otras áreas.
- Factor de Impacto directo en el cliente.

Por otro lado, el factor de factibilidad fue segmentado por:

- Factor de factibilidad a nivel organizacional.
- Factor de factibilidad respecto a recursos humanos disponibles.
- Factor de factibilidad respecto a la facilidad de implementación en función de información disponible y acceso.

Cada factor es evaluado en una escala de 1 a 10 donde 1 es la peor evaluación y 10 es la mejor. Para obtener los valores definitivos de Impacto y Factibilidad, se obtiene el promedio simple de las medidas que contiene cada uno. A continuación, se presentan los resultados y la representación gráfica del scoring, incluyendo todas las hipótesis disponibles.

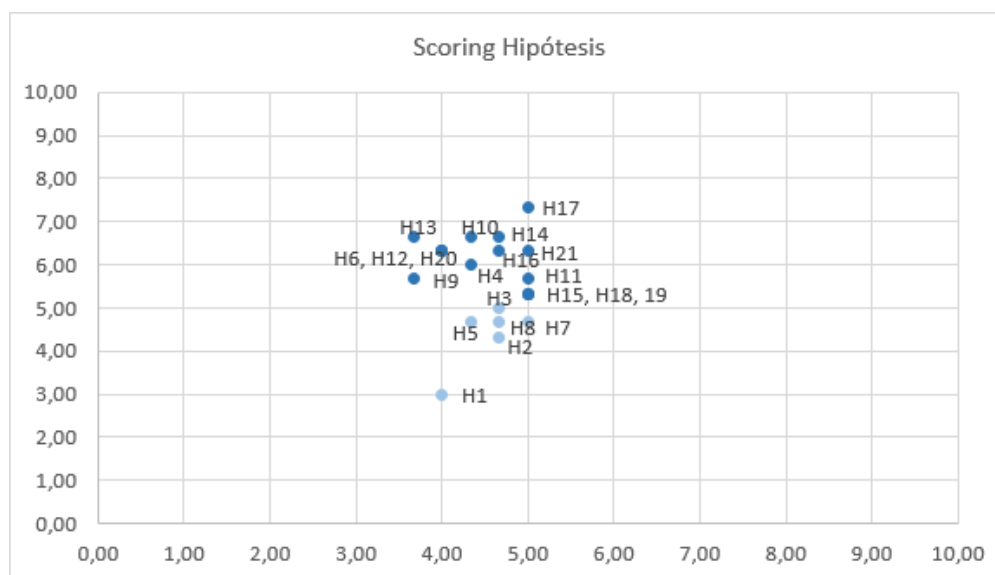


Figura 1.4: Representación Gráfica a través de un gráfico de dispersión de Scoring de Hipótesis

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico contenido en la Figura 1.4 y los datos contenidos en la Figura 1.5, es posible obtener aquellas hipótesis que destacan tanto en su Factor de Impacto como Factor de Factibilidad. A continuación, se muestra una verbalización para cada una, considerando el análisis previo del problema:

- Hipótesis 17: Existe la oportunidad de funcionar de forma más eficiente, mejorando la disponibilidad de Medicamentos en Hospitalización, gestionando correctamente su indicación y despacho y mejorando el manejo de stock.
- Hipótesis 14: Existe la oportunidad de funcionar de forma más eficiente, mejorando el uso de insumos en Hospitalización, optimizando su uso en función de su demanda.
- Hipótesis 16: Existe la oportunidad de funcionar de forma más eficiente, mejorando el traslado de pacientes en Hospitalización, mejorando la capacidad y disponibilidad del personal de traslados.

- Hipótesis 21: Existe la oportunidad de funcionar de forma más eficiente, mejorando el flujo de solicitud de exámenes en Hospitalización, mejorando el envío y recepción de sus solicitudes
- Hipótesis 11: Existe la oportunidad de funcionar de forma más eficiente, mejorando la comunicación entre agendas de atención ambulatoria de distintas especialidades, a través de su unificación.
- Hipótesis 15: Existe la oportunidad de funcionar de forma más eficiente, mejorando los ingresos y egresos en Hospitalización, agilizando y mejorando sus procesos asociados.

La hipótesis en la que se enfocará este proyecto corresponde a la hipótesis 17, la cual se basa en cómo llegan los medicamentos desde el Servicio de Farmacia hasta cada especialidad del Servicio de Hospitalización. Esto corresponde a la *interacción* entre Farmacia y los Servicios de Hospitalización.

1.3.3 Interacción entre Farmacia y Hospitalización

El Servicio de Farmacia o Farmacia Central en el HCUCH es aquél que se encarga de abastecer a los Servicios de Hospitalización y otros servicios de insumos, principalmente *medicamentos* y *sueros*. A su vez, Farmacia es abastecida por el Servicio de Abastecimiento, quienes periódicamente reponen el stock de Farmacia.

Durante la interacción entre Farmacia y los Servicios de Hospitalización, ocurren diversos procesos en los que participan distintos agentes, pero todo se realiza con el objetivo de que un *paciente hospitalizado* reciba su *tratamiento médico*.

Todo comienza con la *indicación*, donde los *médicos* responsables de los pacientes hospitalizados a lo largo de los Servicios diariamente realizan sus *visitas médicas*, muchas veces acompañados de estudiantes de medicina, al ser un hospital clínico-docente. En estas visitas, los médicos examinan a sus pacientes y a partir de ahí, toman una decisión respecto al siguiente paso en su tratamiento, entre los que se encuentra el hecho de *indicar* medicamentos. Esta indicación se hace a través de un software, donde también participa el Personal de Enfermería para terminar en la creación de una *receta*, la cual contiene todos los insumos que el paciente necesitará para su tratamiento del día.

Farmacia diariamente recibe recetas provenientes de distintos Servicios de Hospitalización, y realiza múltiples pasos antes de atender esta receta. Para algunos de los Servicios existentes, Farmacia realiza un *despacho* de insumos, los cuales son realizados bajo ciertas condiciones asociadas a la *dinámica* existente en cada Servicio de Hospitalización. Esta dinámica se construye a partir de la forma de trabajar que cada Servicio tiene y las condiciones bajo las cuales Farmacia responde a cada Servicio, se construye a partir de acuerdos establecidos entre ambas partes. Un ejemplo de estas condiciones es la *hora* en la que Farmacia le despacha a un Servicio puntual. En promedio, según datos de los años 2018 y 2019, Farmacia responde diariamente cerca de 50 recetas a cada uno de los Servicios.

Esta interacción no termina ahí. Cada día, los Servicios entregan los insumos que no utilizaron del despacho del día anterior, lo que se conoce por *devoluciones*. Los Servicios de Hospitalización no tienen una bodega de almacenamiento de insumos propia, por lo que una vez empieza una nueva jornada, todo lo que no se utilizó se devuelve. Farmacia recibe miles de unidades devueltas diariamente, las cuales deben ser limpiadas, registradas y ordenadas una por una.

Toda esta interacción es susceptible a diversos problemas. Por un lado, las recetas pueden ser emitidas de forma errónea, ya sea por un error humano o por falta de stock. Los Servicios no cuentan con esta información, como se discutirá en capítulos posteriores. Por otro lado, las devoluciones son demandantes en tiempo, tanto para el Personal de Enfermería de alguno de los Servicios como para el Personal de Farmacia disponible.

Todos estos problemas se traducen en *tiempo invertido* por parte de los *recursos humanos* entre los distintos Servicios y Farmacia, lo que representa costos importantes para el HCU-CH, además de tiempo desperdiciado que podría utilizarse en mejorar el servicio entregado efectivamente a los pacientes.

Hipótesis	Nombre	Impacto de Proyecto			Factibilidad de Proyecto				Avg.
		Impacto en área	Impacto en otras áreas	Impacto en cliente	Avg. org.	Factibilidad RRHH	Facilidad Implementación	Avg.	
H1	Mejorar uso de Camas	3	1	5	3,00	3	6	3	4,00
H2	Mejorar uso de Boxes	5	1	7	4,33	5	6	3	4,67
H3	Mejorar uso de insumos	3	5	7	5,00	5	5	4	4,67
H5	Mejorar disponibilidad de instrumentos esterilizados	4	5	5	4,67	5	6	2	4,33
H7	Mejorar Ingresos y Egresos	5	3	6	4,67	4	6	5	5,00
H4	Mejorar disponibilidad de Medicamentos	4	6	8	6,00	6	5	2	4,33
H6	Mejorar traslado de Pacientes	5	6	8	6,33	4	4	4	4,00
H8	Mejorar uso de Boxes	7	3	4	4,67	5	6	3	4,67
H9	Mejorar tiempo de llegada de pacientes	8	2	7	5,67	4	4	3	3,67
H10	Mejorar administración de agendas de médicos	8	4	8	6,67	3	5	5	4,33
H11	Mejorar comunicación entre agendas de distintas especialidades	7	4	6	5,67	6	4	5	5,00
H12	Mejorar disponibilidad de Camas	6	6	7	6,33	4	5	3	4,00
H13	Mejorar disponibilidad de personal de Enfermería	8	5	7	6,67	4	4	3	3,67
H14	Mejorar uso de insumos	8	6	6	6,67	5	6	3	4,67
H15	Mejorar Ingresos y Egresos	6	4	6	5,33	6	5	4	5,00
H16	Mejorar Traslado de pacientes	6	6	7	6,33	6	3	5	4,67
H17	Mejorar disponibilidad de Medicamentos	8	7	7	7,33	8	5	2	5,00
H18	Mejorar disponibilidad de instrumentos esterilizados	6	5	5	5,33	8	5	2	5,00
H19	Mejorar seguridad en salas de hospitalizados	5	4	7	5,33	7	3	5	5,00
H20	Mejorar interacción médico-paciente	7	5	7	6,33	6	3	3	4,00
H21	Mejorar flujo de solicitud de exámenes	6	6	7	6,33	7	5	3	5,00

Figura 1.5: Puntajes asignados para el Scoring de las hipótesis resultantes
Fuente: Elaboración propia

1.4 Objetivos y Resultados Esperados del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

Mejorar la **Indicación, Gestión y Entrega de medicamentos** para los Servicio de Hospitalización del HCUCH, con el fin de que tanto el Servicio de Farmacia como los Servicios de Hospitalización asociados, funcionen de forma más eficiente a través de la disminución del tiempo de personal clínico invertido en esas gestiones y la ocurrencia de errores, en un periodo de 6 meses.

Entiéndase la *Indicación, Gestión y Entrega de medicamentos* como todo el proceso necesario para que un medicamento llegue al respectivo Servicio de Hospitalización, a partir de una indicación hecha por el médico respectivo.

1.4.2 Objetivos Específicos y Resultados Esperados

Para lograr este objetivo, se proponen los siguientes objetivos específicos para el proyecto, cada uno con su resultado esperado:

- 1.- **Mejorar la gestión de indicaciones de medicamentos entre los Servicio de Hospitalización y Farmacia:** La gestión de las indicaciones de medicamentos desde el médico hacia el paciente, puede pasar por una serie de errores. Esos errores se traducen en que el proceso asociado debe repetirse, lo que puede producir complicaciones. Entonces, para medir este objetivo específico se propone medir el porcentaje de recetas reenviadas desde algún Servicio de Hospitalización. Se espera que este porcentaje se reduzca en un 25% en un plazo de 6 meses.
- 2.- **Mejorar proceso de confirmación de indicaciones:** Para parte del proceso de gestión de indicaciones, el Servicio de Farmacia realiza una serie de pasos y validaciones sobre las indicaciones de los Servicios. El problema es que estos pasos toman bastante tiempo y son muchas veces repetitivas y propensas a errores, por lo que se propone mejorar el proceso, considerando como medida de ello, el tiempo que el personal de Farmacia invierte en ello. Se espera que esta medida se reduzca en un 20% en un plazo de 6 meses.
- 3.- **Mejorar la existencia de devoluciones durante la gestión de medicamentos entre los Servicios de Hospitalización y Farmacia:** Dada la actual forma de operar dentro de los distintos Servicios de Hospitalización, la cantidad de Devoluciones diarias existentes es alta. Las devoluciones involucran tiempo de gestión tanto para el personal clínico de cada Servicio como de los Técnicos de Farmacia que reciben estas devoluciones. Entonces, se pretende disminuir las cantidades actuales de devoluciones. Para medir este objetivo específico, se propone medir el porcentaje de insumos devueltos en base a lo que originalmente se solicitó. Se espera que este porcentaje disminuya en un 25% en un plazo de 6 meses.
- 4.- **Mejorar proceso de despacho hacia los Servicios:** Diariamente, Farmacia realiza despachos de medicamentos a los distintos Servicios en un horario establecido. Ciertos

Servicios deben recibir sus insumos ciertos horarios. Como se discutirá posteriormente, este proceso está a cargo de un funcionario puntual, quien lo lleva a cabo a partir de su experiencia. Entonces, se propone mejorar este despacho hacia los distintos servicios, considerando que éste sea más eficiente en tiempo. Por lo tanto, para este objetivo específico se mide el tiempo invertido en despacho, el cual se espera reducir en un 20% en un plazo de 6 meses.

Objetivo específico	KPI	Resultado Esperado	Plazo
Mejorar la gestión de indicaciones de medicamentos entre los Servicios de Hospitalización y Farmacia	% Recetas reenviadas	Reducción de un 25%	6 meses
Mejorar proceso de confirmación de indicaciones	% Tiempo de Farmacia invertido en confirmación	Reducción de un 20%	6 meses
Mejorar la existencia de devoluciones durante la gestión de medicamentos entre los Servicios de Hospitalización y Farmacia	% de devoluciones	Reducción de un 25%	6 meses
Mejorar proceso de despacho hacia los Servicios	% Tiempo invertido en despacho	Reducción de un 20%	6 meses

Tabla 1.1: Objetivos específicos del proyecto
Fuente: Elaboración propia

1.5 Alcances

A continuación, se describen los alcances que tendrá este proyecto.

- Se considerará solo aquellos Servicios de Hospitalización a los que Farmacia les despacha sus Medicamentos en los horarios establecidos para ello. Existen otros Servicios que cuentan con un auxiliar propio que se encarga de retirar los Medicamentos en Farmacia. Estos quedan fuera de este proyecto.
- El proyecto involucra procesos asociados a la operación diaria de Farmacia. Procesos de planificación a mediano y largo plazo no son considerados dentro de este proyecto.
- Se espera desarrollar un prototipo a nivel experimental de las lógicas de negocio. No se desarrollará una versión funcional del apoyo tecnológico sobre el cual se espera que esta lógica de negocios funcione.
- Para el desarrollo de las lógicas de negocio, se utilizarán detalles de recetas de los años 2018 y 2019, los cuales fueron los únicos datos posibles de conseguir.

1.6 Riesgos Potenciales

Se identifican una serie de riesgos, evaluados según un *Análisis de Falla y Efectos* a partir del conocimiento rescatado mediante entrevistas con agentes clave del HCUCH. Esta evaluación utiliza para cada riesgo un *índice de severidad, ocurrencia y detección*, resultando en un *Número de Prioridad de Riesgo*. Esta evaluación se contiene en la Tabla 1.2.

Riesgo	Índ. de sev.	Índ. de Ocu.	Índ. de Det.	NPR
Resistencia al cambio en Organización	6	7	2	84
Falta de R.R.H.H. para implementación y puesta en marcha	3	9	3	81
Pocos recursos económicos para implementación en escenario real	8	9	1	77
Capacidad limitada para intervenir al apoyo tecnológico actual	6	6	2	72
Falta de datos para implementar lógica de negocios	7	5	2	70
Mal utilización de apoyo tecnológico	5	8	1	40
Infraestructura tecnológica limitada	4	8	1	32
Requerimiento de conocimientos específicos en implementación	4	3	2	24

Tabla 1.2: Riesgos potenciales del proyecto
Fuente: Elaboración propia

En particular, se observa que los riesgos más altos son:

- *Resistencia al cambio en la organización*: En entidades de salud, este elemento suele ser recurrente debido a formas arraigadas en la cultura de la organización, a la hora de funcionar y ofrecer sus servicios.
- *Falta de R.R.H.H. para implementación*: Este proyecto podría proponer cambios y roles que actualmente no existan. El manejo de R.R.H.H. es un tema sensible para la organización, por lo que requerir de nuevos profesionales podría representar un riesgo importante.
- *Pocos recursos económicos para implementación en escenario real*: Si se pretende que el proyecto continúe y se da que éste proyecto requiera recursos económicos importantes para su implementación, habrá un riesgo para ésta.
- *Capacidad limitada para intervenir al apoyo tecnológico actual*: Este proyecto podría requerir que el apoyo tecnológico que el hospital utiliza actualmente, deba intervenir. Esto podría depender desde el contacto con el personal de TI del hospital hasta la factibilidad que exista de poder intervenir el apoyo asociado.
- *Falta de datos para implementar lógica de negocios*: Es importante observar el comportamiento de los procesos y para esto, los datos son fundamentales. Si no existen datos, el proyecto podría verse comprometido en cierto punto.

Capítulo 2

Marco Teórico

En el presente capítulo, se describe un marco teórico que sustenta el dominio con el que se abarca el problema y la lógica de negocios propuesta para resolverlo.

2.1 Ingeniería de Negocios y Rediseño de Procesos

2.1.1 Procesos de Negocios y su Rediseño

Las organizaciones en general son caracterizadas con una estructura. Suelen tener unidades definidas y con una función en particular, las cuales son llamadas áreas. En síntesis, esta caracterización se puede denominar como una visión *funcional* de la organización. Ésta ha sido la interpretación predominante a fines del siglo XX para observar a las organizaciones. Sin embargo, una visión moderna y que en los últimos 20 o 30 años ha empezado a surgir, observa a las organizaciones como una estructura menos rígida, en la que el fin es orientado hacia el cliente y hacia la generación de productos o servicios para ellos. Para conseguir ese fin, se conciben los Procesos de Negocio como el motor de la organización. Un Proceso de Negocios corresponde a un set de tareas o actividades, lógicamente relacionadas entre sí, llevadas a cabo para conseguir un determinado resultado de negocio (Davenport et al., 1990).

En una visión funcional es posible reconocer procesos, los cuales funcionan gracias a la experiencia de la organización y su historia. Además, se observa que si bien suelen ser mejorados en el tiempo, pocas veces estos cambios son sistémicos y orientados al cumplimiento de los objetivos globales de la organización. Entonces, en una visión moderna, se hace necesario que estos procesos sean *rediseñados*. Barros (Barros, 2000) señala que tal como en la ingeniería tradicional, los procesos en un rediseño tienen sus planos, los que permitirán explicitar la forma en que éstos operarán y posteriormente simularlos para evaluar su desempeño.

2.1.2 Patrones de Procesos

Al caracterizar y rediseñar procesos en una organización, es recurrente que estos se repitan en distintas organizaciones asociadas a un mismo rubro. La experiencia ha mostrado que las

buenas prácticas que caracterizan a las empresas líderes en distintos rubros, suelen presentarse de forma muy similar entre una empresa y otra. Esto permite concluir que existen algunos procesos que existen en cualquier organización, compartiendo una estructura o arquitectura común, el cual puede ser aplicado incluso en contextos diferentes. Por ejemplo, Barros (Barros, 2000) observa que entre el proceso para obtener un crédito hipotecario en un banco y el proceso de atención de urgencia en un hospital, existen elementos en común y que en general están presentes en toda organización que genere un producto o servicio. Esta estructura se denomina *Patrón de Proceso*.

La ventaja de caracterizar estos patrones, es la posibilidad de internalizar en ellos las mejores prácticas asociadas a cada actividad, y que estas puedan ser replicadas en dominios diferentes entre sí, facilitando que otras organizaciones puedan mejorar sus procesos y adquirir estas mejores prácticas.

2.2 Arquitectura de Macroprocesos

2.2.1 Macroproceso

Una de las bases del rediseño de procesos corresponde al uso extendido de mejores prácticas generadas a partir de la experiencia de distintas empresas líderes en distintos rubros. Estas mejores prácticas pueden ser *tipificadas*, a través de la agrupación de las distintas actividades de gestión asociados a cada proceso. Esto permite reconocer unos pocos procesos típicos (entre 10 y 15 procesos).

En este contexto, Barros (Barros, 2000) entrega el concepto de *Macroproceso*, el cual define como un conjunto de procesos que se pueden asociar de forma natural y que, en algunas situaciones, ocurren de forma totalmente interrelacionada. En particular, el autor reconoce cuatro Macroprocesos principales:

1. Gestión, producción y provisión del bien o servicio

También conocido como Macro 1, es el Macroproceso que representa la cadena integral de valor de la empresa. Abarca desde la generación de requerimientos por parte de los clientes hasta la provisión del producto o servicio.

Macro 1 se asocia con fuerza a la gestión de Supply Chain (cadena de abastecimiento), reflejando cómo se debe gestionar la adquisición y el movimiento de recursos productivos, cómo se transforman en un producto y/o servicio y cómo éstos se proveen al cliente.

2. Desarrollo de nuevos productos y/o servicios

También conocido como Macro 2. Este Macroproceso contiene el conjunto de actividades asociadas a descubrir, definir, evaluar, diseñar, probar e implementar nuevos productos y/o servicios dentro de la organización. Su propósito es el eventual aumento de la oferta hacia los clientes y alcanzar ventajas competitivas en distintos dominios.

La experiencia ha mostrado que en las organizaciones estos procesos no suelen estar formalizados y se presentan de forma segmentada a lo largo de las distintas áreas

funcionales. Sin embargo, la literatura reconoce algunos procesos reconocidos dentro de las mejores prácticas asociadas a este objetivo: Actividades de investigación de mercado, Diseño y mantención de productos, Levantamiento de requerimientos por parte de los clientes e Identificación de segmentos de clientes.

3. Planificación del Negocio

También conocido como Macro 3, el Macroproceso Planificación del Negocio incluye todas las actividades de nivel táctico y estratégico cuyo objetivo son establecer políticas, planes, programas, pautas y orientaciones que definen el rumbo que seguirá una empresa en el futuro de mediano a largo plazo. Se espera que de estas actividades se obtengan políticas financieras y de mercado, planes estratégicos, proyecciones financieras, proyectos de inversión, etc. Este Macroproceso contiene una amplia variedad de actividades, y de forma similar a Macro 2, se reconoce que en muchas organizaciones no existen como un proceso formal sino que forman parte de sus unidades funcionales. Entonces, se propone una clasificación de estas actividades, pensando en cómo sería el orden natural del proceso:

- a.- Definición del negocio: Contiene actividades que definen el negocio en el que la empresa desea estar y cómo se intentará cumplir con tal intención. Actividades como la definición de misión, planificación estratégica y cultura organizacional.
- b.- Estructuración del negocio: Se asocia a la forma en que la empresa se organiza para sacar adelante los elementos definidos previamente que le dan forma al negocio. Consiste en definir una Estructura Organizacional, dividiendo las actividades de negocio para conformar unidades que sean coherentes respecto a objetivos, productos y que además puedan ser medidas en función de sus resultados. Como se aprecia en las bases del rediseño de procesos, la clásica estructura organizacional ha ido perdiendo vigencia en el tiempo como mecanismo de ordenamiento de las actividades de la organización, siendo complementada (e incluso, reemplazada) por una estructura completamente orientada a procesos. Ante esto, es necesario definir una Estructura de procesos, que coordine las unidades funcionales de la estructura tradicional, con las distintas actividades de los procesos, los cuales suelen operar de forma horizontal.
- c.- Planificación de mediano/largo plazo: Ésta materializa todos los objetivos e intenciones definidos con anterioridad, a través de distintos planes en los que se especifican acciones concretas asociadas al desarrollo de productos, planes de desarrollo e inversión y sus proyecciones financieras y presupuestos. Estas actividades son las que con mayor frecuencia se encuentran formalizadas en las organizaciones, por lo que estructurar esta planificación puede ser relativamente fácil.

4. Procesos de Apoyo

Por último, se tiene Macro 4. Este Macroproceso representa de forma generalizada, todas aquellas actividades que tienen como propósito ejecutar el ciclo de vida de los recursos que la organización requiere para funcionar. Entonces, sintetiza los procesos que determinan necesidades asociadas a disposición y asignación de Recursos Humanos, Financieros, Materiales, Bienes de Capital y cualquier otro elemento requerido en la operación.

Se considera un *Macroproceso de apoyo* pues, no tiene razón de existencia en sí, sino que está al servicio de todos los demás Macroprocesos definidos anteriormente, siendo requeridos por su producto o servicio.

En general, se supone que cualquier actividad que se realice en una organización, puede ser asimilada por los distintos Macroprocesos. Esto no es una verdad absoluta, pero la experiencia muestra que la mayor parte de lo que se hace en la organización, es considerado por los Macroprocesos. De todas maneras, encontrar casos que no se representen en los Macroprocesos, impactarían de forma teórica pero no práctica, ya que no necesariamente invalidarían los patrones representados a través de los Macroprocesos.

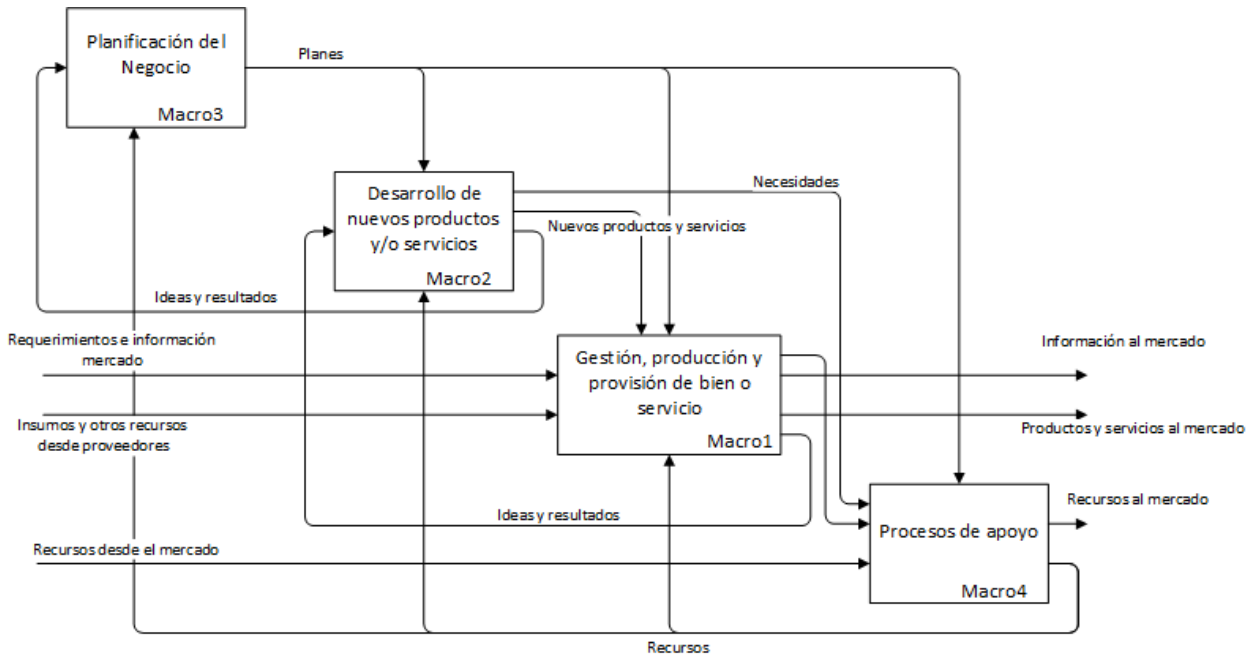


Figura 2.1: Macroprocesos en una organización
Fuente: Adaptado de (Barros, 2000)

2.2.2 Relaciones entre Macroprocesos

Para formalizar las relaciones entre los distintos Macroprocesos, se definen *flujos*. Estos representan cómo un Macroproceso requiere y recibe como entrada los productos y servicios de otros. Estos flujos pueden consistir en elementos físicos (como materiales o recursos humanos) o flujos de información.

Los *flujos físicos* representan cómo un Macroproceso utiliza recursos recibidos para utilizarlos al generar productos y servicios que irán hacia el mercado o hacia otro Macroproceso. También se refleja cómo un recurso puede cumplir su ciclo de uso y salir al mercado nuevamente, en el caso de recursos humanos.

En cambio, los *flujos de información* representan instancias como el intercambio de documentos, ya sea en papel o de forma digital (Barros, 2000).

2.2.3 Arquitectura basada en patrones

Se entiende el concepto de *arquitectura* como una estructura construida a partir de componentes de distinto tipo, funciones y relaciones genéricas entre ellos. Establece una serie de reglas definidas para derivar un diseño en particular.

Entonces, considerando los Macroprocesos anteriormente definidos, es posible proponer una arquitectura básica basada en patrones, de la cual se pueden derivar instancias que representarán procesos específicos. Se propone además, como una arquitectura *normativa*, estableciendo las componentes, relaciones y funciones que debería tener cualquier proceso para cumplir su propósito.

En un proceso de generación de productos o servicios, se puede distinguir entre dos clases de actividad:

- a.- Actividades que regulan la transformación mencionada anteriormente o *Actividades de Gestión*: Actividades de toma de decisiones que dirigen o regulan , ingresando y generando información. Se consideran el *medio* para que la transformación anterior ocurra de la mejor manera posible.
- b.- Actividades asociadas a la transformación de ciertos insumos en el producto o servicio final o *Producción y provisión del bien o servicio*: Actividades ejecutantes que manejan recursos económicos, como materiales, dinero, recursos humanos, bienes de capital, etc. Se consideran el *fin último* del proceso, ya que con éstas se agrega valor al producto y además permiten medir se cumplen o no sus objetivos.

Por ejemplo, al manufacturar un producto en base a insumos, habrá actividades que a través de distintas operaciones busquen generar el producto en si, pero además habrá actividades que dirijan estas operaciones, determinando cuándo comprar los insumos para generar el producto, qué producir con cada insumo, cuándo despachar el producto terminado, etc. Esta diferenciación se puede observar de forma análoga en la generación de un servicio.

En consecuencia a esta distinción, se considera además que las Actividades de Gestión, requieren conocer el *estado* de las actividades de transformación, el cual alimentará las decisiones o acciones tomadas en las Actividades de Gestión.

Entonces, es posible resumir lo anterior a través de la Figura 2.2 construida en IDEF0¹. En ésta se aprecian los tres grandes grupos de actividades identificados anteriormente: *Actividades de Gestión*, *Producción y provisión del bien o servicio* y *Mantenimiento de Estado*.

¹http://www.idef.com/idefo-function_modeling_method/

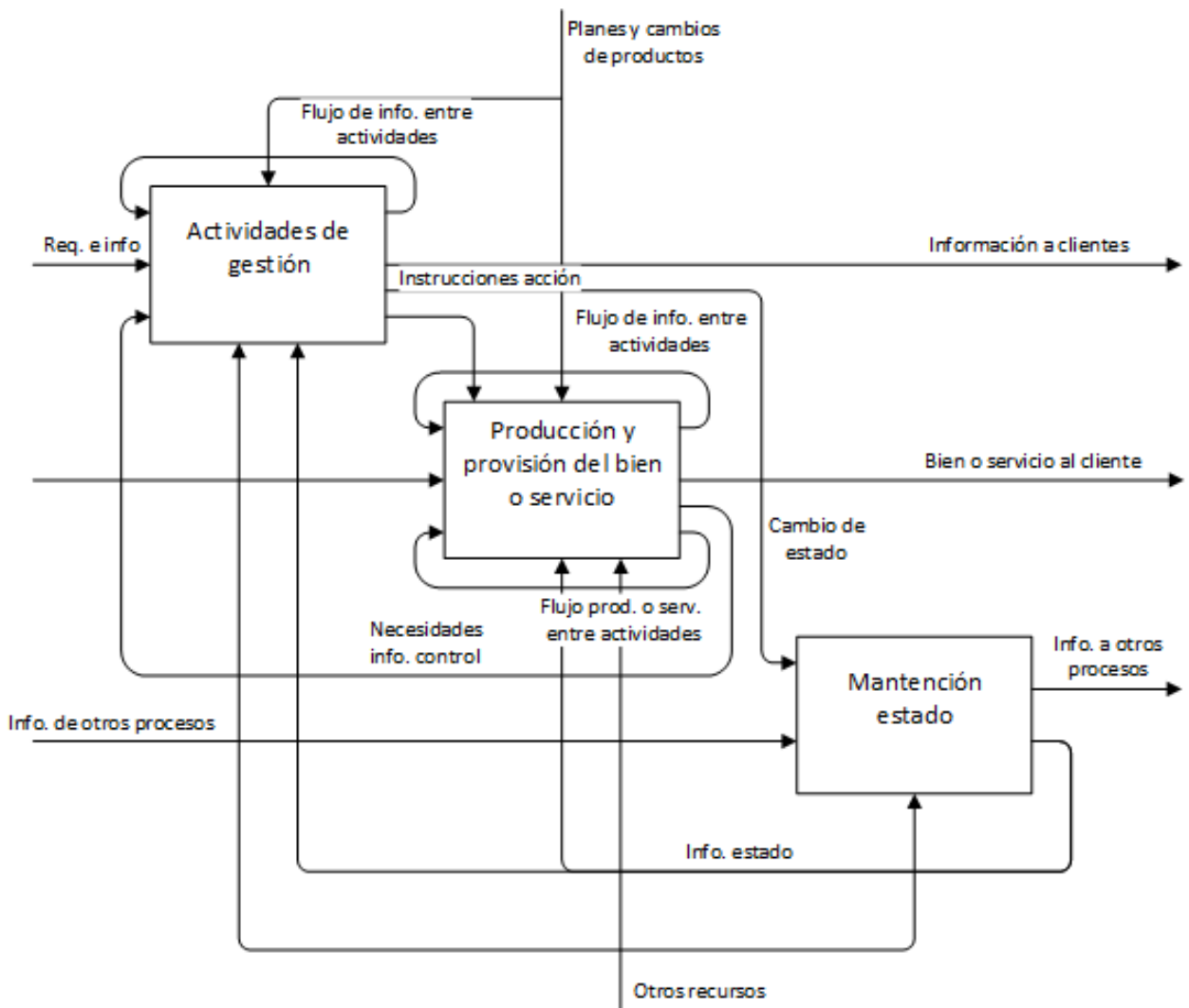


Figura 2.2: Diagrama IDEF0 con Arquitectura de procesos basada en patrones
Fuente: Adaptado de (Barros, 2000)

Se aprecia que existen distintos flujos entre las actividades. A continuación se describen algunos de ellos:

- a.- Requerimientos e información: Flujo de información proveniente del cliente, el cual inicia la satisfacción de una necesidad o la contestación a una consulta.
- b.- Información a clientes: Flujo generado a partir de *Requerimientos e información* retroalimentando al cliente respecto a su necesidad o consulta.
- c.- Instrucciones acción: Flujo generado a partir de *Requerimientos e información*, el cual entrega parámetros de acción a la producción del bien o servicio.
- d.- Flujo de información entre actividades: Flujo que representa el hecho de que, en un caso específico, pueden existir muchas actividades diferentes de gestión y éstas interactúan por medio de flujos de información.

- e.- Flujo de productos o servicios entre actividades: Flujo que señala la posible existencia de una interrelación a través de flujos físicos.
- f.- Necesidades de información y control: Flujos que permiten que las actividades de producción soliciten recursos a las actividades de gestión y les entreguen información directa para efectos de la verificación del cumplimiento de las acciones solicitadas.
- g.- Información de otros procesos / Información a otros procesos: Flujos que consideran la interacción entre un proceso con otros.
- h.- Otros recursos: Representa el uso de medios que facilitan la ejecución de las actividades, como infraestructura necesaria, sistemas informáticos, recursos computacionales, etc.

2.2.4 Patrón de procesos para Macro 1

La arquitectura genérica descrita anteriormente permite diseñar instancias que representen situaciones o procesos específicos. Al aplicar esta arquitectura en un dominio en particular (entiéndase *dominio* como cierta situación característica abstraída de muchos casos de la vida real) es posible generar *Patrones de Procesos*.

Los Patrones de Procesos son modelos que señalan cómo debería ser la estructura y funcionamiento de toda una clase de procesos asociados al dominio en cuestión. La arquitectura anterior permite definir, para cada uno de los Macroprocesos identificados en un inicio, el Patrón de Procesos correspondiente. Entonces, a continuación se describe el Patrón de Procesos asociados al Macroproceso *Gestión, producción y provisión del bien o servicio* o Macro 1 (Barros, 2000). Cabe mencionar de que la arquitectura sólo sirve como guía genérica para identificar componentes, relaciones y funciones, pero debe ser complementada con el conocimiento del dominio.

Entonces, el Patrón de Proceso se presenta en la Figura 2.3. Es posible observar cómo los elementos de la arquitectura genérica, se ven reflejados en este caso en particular:

- Primero, las *Actividades de Gestión* son representadas a través de tres instancias diferentes: *Administración de relación con el cliente*, *Administración de relación con proveedores* y *Gestión de producción y entrega*.
- Luego, se observa que *Producción y provisión del bien o servicio* se transforma en la instancia *Producción y entrega del bien o servicio*.
- Finalmente, se observa que *Mantenimiento de Estado* permanece sin alteración en el patrón.

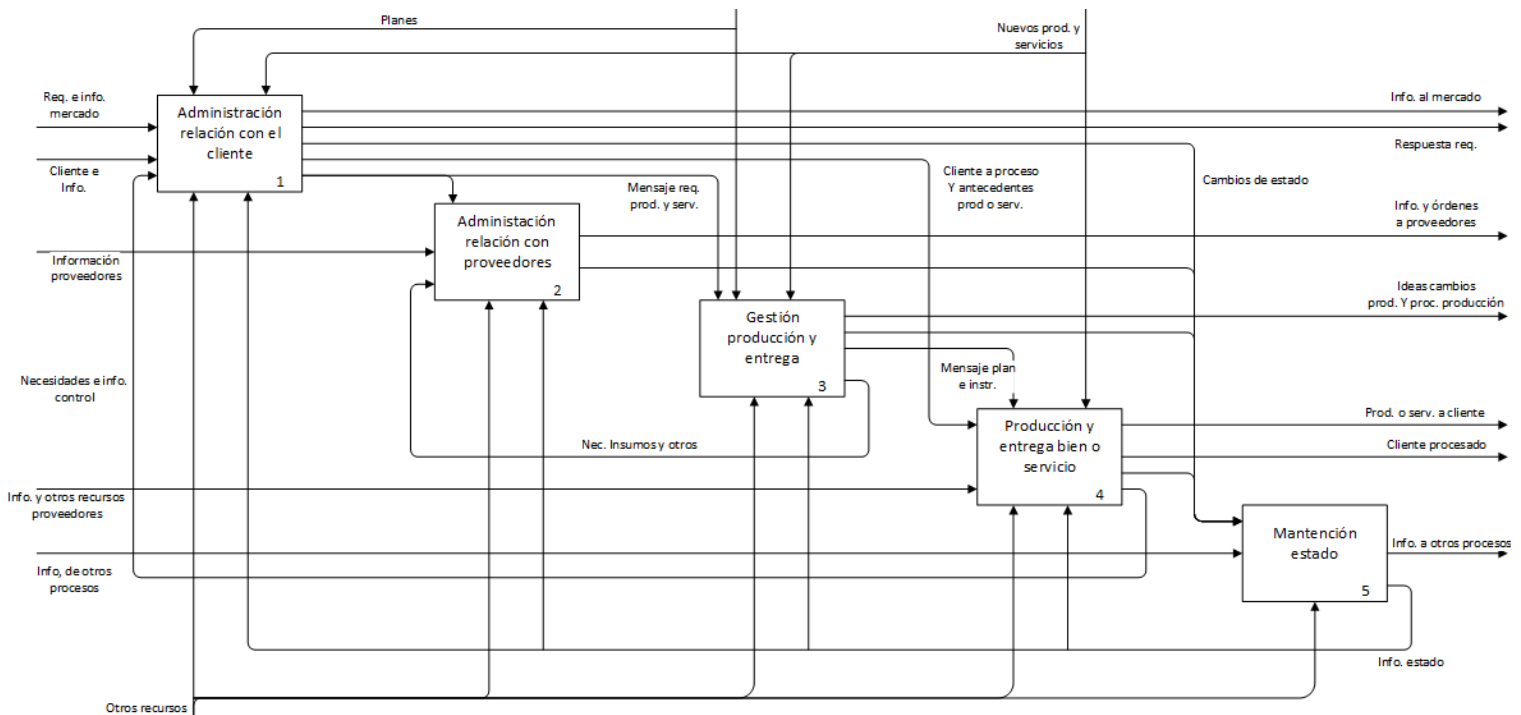


Figura 2.3: Patrón de procesos para Macro 1
Fuente: Adaptado de (Barros, 2000)

A continuación, se describe el funcionamiento a grandes rasgos del Patrón de Procesos.

- Administración de relación con el cliente:** Primero, todo empieza con el flujo *Requerimiento e información de mercado*, el cual puede generar distintas respuestas dependiendo de su naturaleza. Si corresponde a un requerimiento específico, se traspasa a *Administración de relación con proveedores* (para adquirir elementos necesarios para satisfacer el requerimiento) y/o a *Gestión de producción y entrega* (para establecer cómo el requerimiento será satisfecho), según corresponda. En cambio, si es una petición de información al cliente, se entrega un flujo de *Información al mercado*. Independiente del caso, las acciones realizadas en relación al cliente, son registradas en *Mantenimiento de Estado* a través del flujo *Cambios de estado*. Para poder generar las respuestas mencionadas anteriormente, esta actividad se alimenta del recurso *Información estado*, el cual le permite saber la situación de carga de la actividad de producción, para determinar la posibilidad y fecha de satisfacción de un requerimiento, y el estado de procesamiento de un requerimiento. Además, cuenta con el flujo *Otros recursos*, necesarios para el desarrollo de su tarea. Por último, se ve dirigida por el flujo *Planes* provenientes de otros Macroprocesos.
- Administración de relación con el proveedor:** Esta actividad se preocupa de interactuar con proveedores para conseguir los elementos necesarios para constituir el producto o servicio. Este suele tomar relevancia cuando el producto o servicio se genera en forma particular para algún requerimiento.
- Gestión de producción y entrega:** Esta actividad recibe un flujo de *Requerimientos de productos o servicios*, con lo que genera un flujo de *Plan e instrucciones de produc-*

ción y entrega, lo que le indica a la actividad *Producción y entrega de bien o servicio*, qué, cómo y cuándo producir y entregar. También genera el flujo *Ideas de cambio de productos y procesos de producción*, las que son evaluadas como posibles mejoras por otros Macroprocesos. De igual forma, le entrega un flujo a la actividad *Administración de la relación con proveedores*, respecto a necesidades de insumos y otros factores necesarios para llevar a cabo los planes de producción. Además, informa los *Cambios de estado* y se alimenta de la información de *Mantenimiento de Estado*, respecto de la situación de los requerimientos. Por último, cuenta con el flujo *Otros recursos* y se ve dirigida por los flujos *Planes y Nuevos productos y servicios*, provenientes de otros Macroprocesos.

- **Producción y entrega de bien o servicio:** Esta actividad satisface las necesidades de los clientes, generando *Productos y servicios al mercado*, a partir del flujo de *Insumos y otros recursos de proveedores* y cumpliendo con las instrucciones recibidas por la actividad *Gestión de producción y entrega*, respetando las indicaciones de *Nuevos productos y servicios*. Recibe *Información de estado* e informa de cualquier cambio de estado en la producción y entrega a *Mantenimiento de Estado*. Por último, provee del flujo *Necesidades e información control* a la actividad *Administración relación con el cliente*.
- **Mantenimiento de Estado:** Esta actividad registra la situación de todas las entidades que intervienen en el proceso: clientes y sus requerimientos, proveedores y las relaciones que se tienen con ellos, recursos productivos, etc. Además, recibe información de otros procesos y les entrega información a ellos también.

El Patrón de Procesos puede detallarse aún más, lo que a su vez lo acercará a procesos específicos, acotando las posibilidades de especialización:

- **Administración de la relación con el cliente:** Dentro de esta actividad se puede identificar Marketing y análisis de mercado, como una actividad que inicia acciones, genera instrucciones y está constantemente analizando el comportamiento de éstos para tomar medidas correctivas cuando sea inadecuado. También se identifica Decidir satisfacción de requerimientos, la cual formaliza algunas actividades que ocurren en varias unidades de una empresa y que participan en la decisión de procesar o no un requerimiento. Por último, se identifica Ventas y atención al cliente, donde cualquier consulta del cliente es respondida, gracias a contar con Estado cliente y requerimientos.
- **Gestión de producción y entrega:** Aquí aparece Implementación de nuevos productos y servicios, la cual crea las condiciones para ejecutar las nuevas ofertas hacia el cliente. Planificación y control de producción, lleva a la práctica la idea de adelantarse a los requerimientos de los usuarios, tanto en el uso de las instalaciones productivas como en necesidades de insumos. Y por último, se identifica Decidir entrega de producto o servicio, donde se programa el detalle de la satisfacción de los requerimientos de los clientes.
- **Producción y entrega de bien o servicio:** En el detalle de esta actividad, se observan las actividades *físicas* necesarias para ejecutar el requerimiento del cliente. Se clasifican como Producción y Entrega.

En la aplicación de este patrón de procesos, podrá verse en detalle cómo se componen los distintos procesos específicos.

2.2.5 Metodología de Rediseño de Procesos

En (Barros, 2000) se describe una metodología con la que es posible generar un Rediseño de Procesos a partir de una *Situación Actual* (es decir, sin cambiar todo de forma radical) pero además, utilizando los Patrones de Procesos descritos anteriormente. Entonces, la metodología consta de los siguientes pasos:

1. Definir el proyecto: El primer paso es definir en detalle cuáles son los objetivos de este rediseño, lo que corresponde a la razón de ser del proyecto. Esto se puede subdividir en:
 - i.- Establecer el objetivo del rediseño: Se busca que el rediseño esté alineado con la estrategia de la organización. Esto involucra la definición de un objetivo general y objetivos específicos.
 - ii.- Definir ámbito de procesos a rediseñar: Este ámbito permite seleccionar los procesos que deben ser rediseñados para poder cumplir con los objetivos establecidos previamente.
 - iii.- Establecer si hacer estudio de situación actual: Dependiendo de los objetivos y el ámbito, se podría determinar que como la actualidad se aleja mucho de éstos, el proyecto llevará a cabo un cambio radical, por lo tanto se procede directamente a *rediseñar*. Sin embargo, cuando aquello que ya existe funciona de alguna manera pero existen mejoras importantes que se podría realizar, lo fundamental primero es *entender la situación actual*.
2. Entender la situación actual: La idea es caracterizar el presente de los procesos que involucran el ámbito definido previamente, lo que permitirá comprenderlos por parte de los involucrados en el rediseño. Para lograrlo, se realiza lo siguiente:
 - i.- Modelar la situación actual: La idea es que, utilizando los Patrones de Procesos, se abstraigan las características más importantes de los procesos escogidos, pensando en el futuro rediseño.
 - ii.- Validar y medir: Luego, se verifica que la situación actual modelada represente fielmente lo que ocurre hoy en día y se mide el desempeño actual de estos en el cumplimiento de los objetivos definidos previamente.
3. Rediseñar: Luego, se establecen los cambios que deberían llevarse a cabo en la Situación Actual. Para esto, se realiza lo siguiente:
 - i.- Establecer dirección de cambio: Se determinan *cambios globales* a realizar, tanto de forma interna como externa. Podría implicar un replanteamiento de la estructura organizacional.
 - ii.- Seleccionar tecnologías habilitantes: Luego, se busca y evalúa las tecnologías que harán factible los cambios definidos previamente.

- iii.- Modelar y evaluar rediseño: Se lleva a cabo una representación de los nuevos procesos que se tendrá que implementar para que se haga efectivo el cambio establecido anteriormente. La idea de este paso es poder visualizar los nuevos procesos, para poder discutirlos y evaluar el impacto económico y operacional de éstos, antes de proceder a un mayor detalle e implementación.
 - iv.- Detallar y probar rediseño: Finalmente, se diseña y especifica en detalle los elementos que componen los nuevos procesos, para una eventual futura implementación. Esto involucra especificación de hardware, diseño y especificación de software para el caso de procesos con apoyo TI y definición de procedimientos y/o protocolos para el caso de procesos ejecutados por personas. Además, se considera una prueba a partir de una simulación de procesos o de contar con un prototipo de estos.
4. Implementación: Por último, se considera este paso, donde se llevará a la práctica los procesos definidos en el rediseño. Para esto:
- i.- Construcción de software: Se desarrolla de acuerdo a lo diseñado previamente. También se adquiere el hardware y/o software empaquetado requerido, si es necesario.
 - ii.- Implementación de software: Luego, se pone en marcha de forma definitiva el apoyo TI diseñado y desarrollado. Puede involucrar instalación de computadores e infraestructura de comunicación, habilitación de software, etc. También se requerirá pruebas piloto en terreno, antes de llegar a una implementación en la operación final, con el objetivo de corregir problemas.
 - iii.- Implementación de procesos: Finalmente, se implementa el proceso en la operación real, lo que involucrará la capacitación de los participantes en el proceso, una marcha blanca para identificar algún problema final y verificar que la implementación final opera de acuerdo a lo diseñado y que los resultados son cercanos a los esperados.

2.2.6 Variables de Dirección de Cambio

La *Dirección de Cambio* corresponde a un conjunto de ideas que establecen la diferencia entre la situación actual y el rediseño propuesto. Estas ideas no entregan el detalle del rediseño, sino que buscan describir sus elementos característicos que motivan su estructura (Barros, 2000). Es posible definir la Dirección de Cambio a partir de un conjunto de variables que surgen desde las potenciales ideas de cambio. Las principales son: Una *mantención consolidada del estado* del proceso, la existencia de actividades que implementan la idea de *anticipación* y la *integración de procesos conexos* en un Macroproceso. Luego vienen: Las *prácticas de trabajo*, el manejo de la *coordinación entre actividades*, la asignación de *responsabilidades* y el *apoyo tecnológico*.

La idea detrás del cambio en el rediseño es la de generar innovación en las *relaciones* existentes entre las actividades de un proceso y entre éstas y agentes externos a la organización. Las relaciones pueden ser horizontales, verticales y externas. Cada relación, se puede manejar de forma diferente, lo que tendrá distintas consecuencias costo-beneficio.

Por ejemplo, las *relaciones horizontales* pueden coordinarse con mecanismos sencillos como reglas o jerarquías, los que se traducen en bajo costo pero también beneficios bajos, así como también pueden abordarse con mecanismos más complejos como planificación y colaboración apoyada con TI, lo que aumenta el costo pero también los beneficios. El autor manifiesta que debe buscarse un balance óptimo entre los costos de coordinación y los beneficios por eliminación de holguras.

Por otro lado, las *relaciones verticales* (entre un agente y un principal, en jerarquías distintas) se pueden manejar de forma centralizada o descentralizada, lo que también impactará en el costo-beneficio. Por ejemplo, un proceso totalmente descentralizado bajará los costos de monitoreo, pero incrementará los costos de alineamiento (sin alineamiento, el desempeño puede ser menor al esperado).

Finalmente, las *relaciones externas* se ajustan a partir de la externalización o no externalización de sus actividades. Las organizaciones tienden a externalizar aquellas actividades que no forman parte de su línea de negocios principal.

A partir de estos conceptos, el autor de (Barros, 2000) propone las siguientes variables para caracterizar la Dirección de Cambio:

- **Mantenimiento consolidado de estado:** Involucra el hecho de potenciar la integración de datos, basado en facilitar la coordinación entre las actividades de un proceso. Resulta intuitivo pensar que el mecanismo más simple para coordinar actividades es que todas estas tengan conocimiento respecto a lo que pasa en el resto del proceso, de manera de actuar en función del conjunto y no individualmente. Lo ideal es que el costo de esta integración de datos sea menor que el beneficio generado por la mejor coordinación resultante. Por otro lado, la integración de datos no implica que se deban rehacer todos los sistemas informáticos disponibles. Estos pueden integrarse a través de una capa de software adicional, la que podría corresponder al mismo apoyo tecnológico diseñado como parte de la solución propuesta. Entonces, respecto a esta variable, la dirección de cambio siempre estará inclinada hacia esta integración de datos.
- **Anticipación:** Se refiere a la capacidad de establecer futuros requerimientos que deberá satisfacer el proceso y a crear las condiciones para resolverlos satisfactoriamente. Para contar con esta capacidad, se requieren mecanismos como una *mantención consolidada de estado* (permite conocer el estado del proceso y tener información histórica para generar proyecciones), la *planificación* (incluye técnicas de proyección, asignación de recursos y programación para adelantarse a futuros requerimientos) y la *colaboración* que se efectúa por medio de los flujos entre actividades. Llevar esta variable a valores altos se justifica por el supuesto de que los costos de estos mecanismos de anticipación son menores que los beneficios generados por una capacidad mejorada para responder ante requerimientos futuros.
- **Integración de procesos conexos:** Los procesos dentro de un Macroproceso o entre Macroprocesos pueden tener distintos grados de interacción, lo que se entiende como *integración*. Estos grados de interacción pueden ser procesos aislados, donde se ignoran las relaciones con el resto de los procesos (esto se hace por restricciones de nivel ejecutivo

o por razones prácticas de conveniencia), todos o la mayor parte de los procesos de un Macroproceso con todas sus relaciones y por último, dos o más Macroprocesos que interactúan (Barros, 2009). Esta variable se sustenta en el supuesto de que los beneficios provenientes de la coordinación entre procesos (provenientes de la reducción de holguras), serán mayores que el costo de esta coordinación.

- **Prácticas de trabajo:** Ésta variable refleja aquellas prácticas que materializan y detallan las opciones de diseño expresadas en otras variables. Éstas deben permitir ejecutar las tareas del proceso de manera que se cumpla con tales diseños. Las prácticas de trabajo se pueden establecer a través de las siguientes técnicas (Barros, 2009):
 - Lógica de negocio que permite una automatización total o parcial de una actividad del negocio: Se basa en un algoritmo o programa computacional. Puede ser completamente automático o podría requerir una acción humana, decidida a partir de ciertos resultados.
 - Lógica de apoyo a actividades tácitas: Estas actividades funcionan bajo una idea similar a la lógica semi-automática descrita en el punto anterior, pero en actividades donde el énfasis está en el análisis de datos para apoyar la toma de decisiones. A diferencia del punto anterior, son actividades estratégicas que no se observan directamente en el negocio.
 - Procedimientos de comunicación e integración: Estos establecen los flujos que permitirán vincular entre sí a las distintas actividades de un proceso o una parte de éste, la interacción entre estas actividades y las personas involucradas y en general, el flujo de trabajo que se seguirá.
 - Lógica y procedimientos de medición de desempeño y control: Son de dos tipos: Aquellos asociados a actividades cuyo desempeño se quiere medir localmente para tomar acciones correctivas y Aquellos orientados a determinar oportunidades de mejora del proceso (asociados a la existencia de un proceso formal de mejora de procesos).
- **Coordinación:** Esta variable es transversal respecto a las otras variables discutidas. Es el resultado de las decisiones que se toma en las demás variables. Se suele determinar por el uso de reglas, jerarquías, coordinación (asociada a actividades tácitas, mencionadas anteriormente) y partición (necesaria cuando la organización es muy grande, por lo que el manejo de las otras variables es muy compleja).
- **Asignación de responsabilidades:** Esta variable se superpone a las anteriores, ya que afecta las decisiones de diseño respecto a éstas. En esta variable, se determina si existen cambios considerables a la estrategia y estructura organizacional asociada, estableciendo la mayor centralización o descentralización de las actividades que conforman el negocio y las actividades asociadas a la toma de decisiones.
- **Apoyo TI:** Esta variable es la resultante de las opciones consideradas en las demás. En particular, algunas de las variables anteriores definirán requerimientos precisos de lógica de negocios a automatizar y flujos de información que se comunicarán y permitirán coordinar las actividades y los procesos asociados. Entonces, todo esto se consolida en el apoyo TI que formará parte del rediseño.

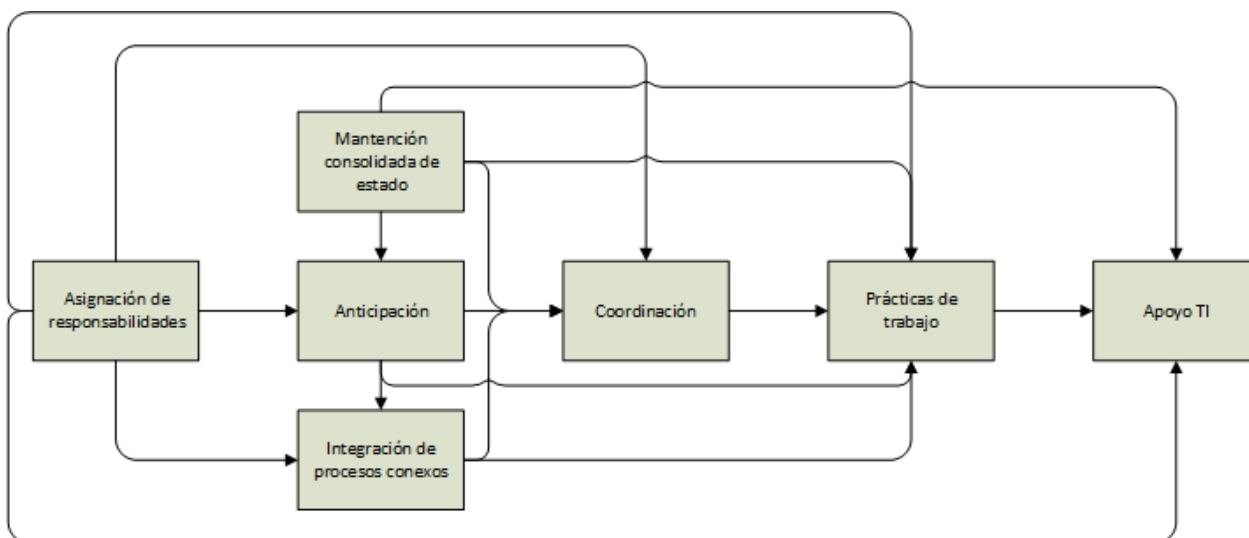


Figura 2.4: Relaciones entre Variables de Dirección de Cambio
Fuente: Adaptado de (Barros, 2000)

2.3 Patrones de Procesos para Hospitales

2.3.1 Propuesta de diseño

Considerando una aplicación particular de la Arquitectura de Macroprocesos y los Patrones de Procesos asociados, Barros (Barros, 2013) propone un diseño específico para los servicios que ofrece un hospital.

En este contexto, se reconoce la necesidad de optimizar el uso de la capacidad que tienen este tipo de instituciones para atender a sus pacientes, priorizando a aquellos que requieren el servicio con mayor urgencia. En general, los hospitales públicos suelen tener dificultades al contar con una demanda mucho mayor a su capacidad real.

Los hospitales suelen tener un posicionamiento estratégico orientado a Mejor Producto y Efectividad operacional, lo que implica utilizar sus recursos de la mejor forma para ofrecer servicios de calidad al menor costo posible. Respecto a su modelo de negocios, ellos agregan valor a los pacientes (es decir, sus clientes) entregándoles servicios médicos y procesos de gestión que garanticen los tratamientos que los pacientes necesitan con la calidad necesaria y de forma oportuna. Entonces, considerando su estrategia y modelo de negocios, las capacidades que los hospitales necesitan están asociadas a permitir el monitoreo, la evaluación y el cambio de sus procesos, con el fin de alinearse con la estrategia. Bajo esta idea, se propone un diseño que busca alcanzar esta alineación.

Primero, se incluye un caso particular de la Arquitectura de Macroprocesos que incluye *Servicios Compartidos o Comunes*. Los Servicios Compartidos son parte de las prácticas del hospital, ya que existen distintas *Cadenas de Valor* para los distintos servicios que un hospital puede ofrecer a sus clientes. Servicios como *atención de emergencia*, *atención ambulatoria* y *atención de hospitalización*, utilizan diversos servicios disponibles de forma compartida,

como *servicios de laboratorio, salas de operaciones, servicios de alimentación, servicios de limpieza, servicio de abastecimiento y farmacia*, entre otros. En la Figura 2.5 se presenta un esquema con la arquitectura propuesta por la literatura citada.

Es posible observar en detalle las Líneas de Servicio al cliente. Existen tres líneas de servicio principales en un hospital, a las cuales los pacientes pueden acceder directamente o ser derivados desde otra línea diferente:

- a.- Servicio de Emergencia: Este servicio atiende pacientes *no electivos*, que necesitan atención médica con urgencia y por lo tanto, no programan con anticipación su atención. Cada paciente que llega a este servicio, es categorizado según la gravedad de su estado de salud, de forma tal que los pacientes con mayor urgencia son atendidos primero. Aquí, los pacientes pueden ser derivados a otros servicios en el caso de que necesiten atención médica especializada o que deban ser hospitalizados.
- b.- Servicio de Atención Ambulatoria: Este servicio atiende pacientes *electivos*, quienes programan su atención con anticipación. Aquí se llevan a cabo consultas médicas y algunos procedimientos.
- c.- Servicio de Hospitalización: Este servicio puede atender tanto pacientes electivos como no electivos, quienes deben ser hospitalizados para prepararse o recuperarse de una cirugía o procedimiento.

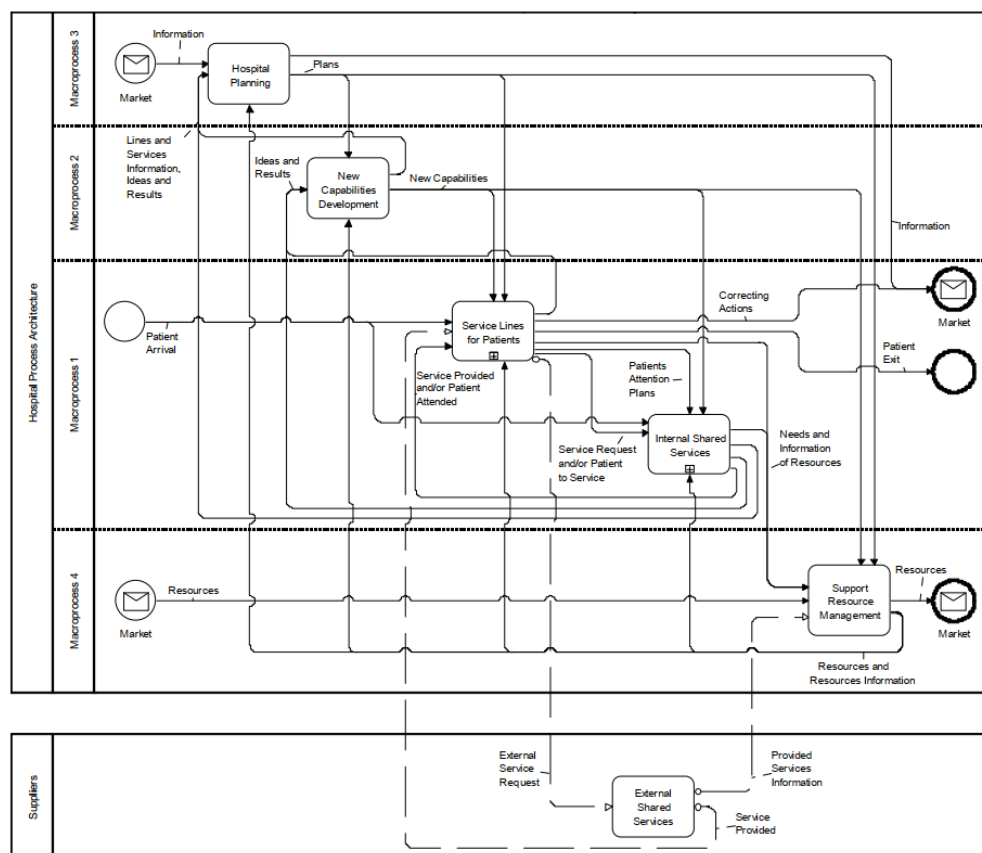


Figura 2.5: Arquitectura de macroprocesos para hospitales

Fuente: (Barros, 2013)

2.4 Operaciones y Supply Chain

Independiente de sus orígenes y motivación, generalmente toda organización eventualmente provee un producto o servicio a alguien que espera recibirlo y le da valor a su existencia. Por lo tanto, toda organización tiene *Operaciones*, las que corresponden al conjunto de recursos humanos, tecnología y sistemas dentro de ésta, cuya principal función es generar estos productos o servicios. Sin embargo, estos productos o servicios suelen componerse de muchos y diversos elementos, por lo que la gran mayoría de las organizaciones no pueden hacer todo por sí mismas. En general, las organizaciones forman parte de una *Supply Chain*, que se define como una red de fabricantes y proveedores de servicios, quienes trabajan unidos de alguna forma para crear los productos o servicios que serán consumidos por el usuario final. Esta *unión* se lleva a cabo a través de *flujos físicos*, *flujos de información* y *flujos financieros*. Por lo tanto, la mayor parte de las actividades de esta Supply Chain se orienta alrededor del almacenamiento, movimiento y transformación de materiales y productos o también en proveer un servicio intangible, según corresponda.

Como existe en el mundo actual y globalizado suele existir competencia, las organizaciones deben preocuparse de administrar correctamente sus Operaciones y su unión con la Supply Chain, para de alguna manera generar alguna ventaja competitiva. Esta correcta administración se traduce en tomar las decisiones correctas cuando corresponda y para eso, existen los conceptos de *Gestión de Operaciones* y *Gestión de Supply Chain* (Bozarth and Handfield, 2016).

2.4.1 Gestión de Operaciones

Se define como la planificación, calendarización y control de las actividades que transforman materias primas u otras *entradas* en bienes y servicios terminados. Las decisiones que se toman en este contexto pueden variar entre *largo*, *mediano* y *corto* plazo.

2.4.2 Gestión de Supply Chain

A pesar de que el concepto de Supply Chain no es nuevo, muchas organizaciones desarrollan sus actividades sin considerar a los otros participantes y sus respectivas operaciones, resultando en Supply Chains poco unidas e ineficientes. Entonces, se entiende por la *Gestión de Supply Chain* como la administración activa de las actividades y relaciones que forman parte de la Supply Chain, con el objetivo de que ésta funcione de la forma más efectiva y eficiente posible.

2.4.3 Actividades dentro de una Supply Chain

Las actividades dentro de una Supply Chain pueden caracterizarse según el modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference). Este modelo busca proveer descripciones estandarizadas para los procesos, relaciones y métricas que definen la Gestión de la Supply Chain. El modelo cubre cinco áreas principales:

- **Actividades de Planificación:** Aquellas relacionadas con encontrar un balance entre los requerimientos y los recursos disponibles, comunicando estos planes entre los participantes de la Supply Chain.
- **Actividades de Sourcing:** Aquellas relacionadas con la identificación, desarrollo y contratación de proveedores y la planificación del despacho de los bienes y servicios solicitados a éstos.
- **Actividades de Producción:** Aquellas relacionadas con la producción de los bienes y servicios que se espera entregar, como parte de la Supply Chain.
- **Actividades de Despacho:** Aquellas relacionadas con el agendamiento de las órdenes de los clientes y la determinación de las instancias de despacho para almacenar y desplazar los bienes a su destino de forma exitosa.
- **Actividades de Devolución:** Aquellas relacionadas con la devolución de productos o materiales defectuosos o en exceso, cuando sea necesario.

2.4.4 Logística

La *Logística* o *Gestión de Logística* corresponde a aquella parte de la Gestión de Supply Chain que planifica, implementa y controla el flujo eficiente y almacenamiento de bienes, servicios e información asociada entre el punto de origen y el punto de consumo, para cumplir con los requerimientos del cliente.

Las organizaciones requieren de la Logística para mover los distintos bienes y materiales entre los actores de la Supply Chain y para administrar los flujos de información necesarios para llevar adelante estas tareas. Por lo tanto, la Logística cubre un amplio rango de actividades de negocio como *transporte, almacenamiento en bodegas, manipulación de materiales, empaque, gestión de inventario*, etc. (Bozarth and Handfield, 2016)

2.5 Logística de un Hospital

2.5.1 Definición

Para el caso de un Hospital, existen distintas características que le dan una naturaleza única a su Supply Chain, como productos y dispositivos médicos especiales de alto costo, y un manejo complejo de la disponibilidad de insumos médicos debido a la urgencia de un tratamiento y una demanda impredecible. Muchos de los recursos necesarios para que un hospital entregue su servicio a sus pacientes, se encuentran almacenados en distintas ubicaciones y distintos procesos interactúan entre sí para poder lograr la entrega de un servicio de buena calidad (Moons et al., 2019)

En (Castro et al., 2020), se describe la Supply Chain de un hospital a partir de tres ciclos distintos:

- El primer ciclo considera el recorrido de los productos desde el momento en que dejan a su proveedor hasta que llegan efectivamente al hospital y son almacenados.
- El segundo ciclo considera el instante en que el producto deja la bodega principal hasta que llega a las bodegas de un servicio de salud específico.
- Finalmente, el tercer ciclo corresponde a los productos dejando estas bodegas para llegar al lugar en que se le entregará al paciente como parte de su tratamiento.

En particular, los responsables de la Logística del hospital, deben asegurar la correcta distribución de los productos, definir dónde y cuándo se requieren, velar por la calidad y la cantidad necesaria para la entrega del servicio de salud, evitar quiebres de stock y asegurar que el proceso completo se lleve a cabo de la forma más efectiva y eficiente posible.

Por otro lado, la Logística de una farmacia de hospital, difiere de la Logística del hospital completo en que la primera requiere una mayor atención a temas específicos, asociados a los términos y condiciones de la manipulación y almacenamiento de los insumos, dado que estos son medicamentos, sustancias activas y material clínico necesario para los tratamientos de pacientes (Castro et al., 2020).

2.5.2 Literatura asociada a la Logística de un Hospital

En (Volland et al., 2017) se presenta una revisión de literatura respecto a logística dentro de un hospital, bajo la premisa de que es un tema considerado relevante tanto en un contexto académico como en la práctica, señalando a partir de (Poulin, 2003) que a través de una gestión eficiente de la Logística, alrededor de la mitad de los costos de Logística del hospital pueden ser eliminados, entre otros motivos de interés.

Los autores presentan una categorización temática de la literatura, de la cuál interesa el tópico de Distribución y Planificación interna del hospital. Se presentan algunas publicaciones que contienen modelos de optimización en este tópico, pero para este marco teórico, se rescatan solo aquellas asociadas a farmacia.

En (Michelon et al., 1994) se analiza un sistema de distribución de suministros a partir de un caso de investigación, donde los suministros son despachados en *twin trolleys* o *trolleys* gemelos, los que contienen la mayor parte de los suministros requeridos regularmente, siempre conteniendo cantidades duplicadas. Entonces, uno de los *trolleys* se encuentra en el punto donde se usan sus suministros, mientras que su gemelo se encuentra en la ubicación central del inventario. Además, existen otros *non-twin trolleys* que contienen ítems que no son medicamentos, como comida y productos de limpieza. Cada uno de estos *trolleys* son asignados a ciertos puntos de uso. Entonces, el estudio busca evaluar si es beneficioso o no cambiar la ubicación de los ítems a los distintos *trolleys* a partir de una heurística (*tabu search*). En (Dean et al., 1999) se realiza una programación de visitas de químico-farmacéuticos a las distintas unidades de cuidados para gatillar las órdenes de medicación. En (Lapierre and Ruiz, 2007) se evalúan distintas actividades de programación y optimización de Logística. Aquí, los autores señalan que en el contexto de sistemas de suministro de hospitales, existen dos enfoques principales para planificar las actividades logísticas. Primero, un enfoque

inventory-oriented donde en un escenario de inventario con *multi-echelons* (el concepto de *echelon* se utiliza para referirse a los múltiples lugares físicos que componen la Supply Chain. Por ejemplo, el inventario puede mantenerse en distintas ubicaciones a lo largo de ésta: fabricante, distribuidor, farmacia central del hospital y unidad de cuidados del paciente) las órdenes se realizan cada vez que los *puntos de reorden* se alcanzan. El foco recae en asegurar niveles de stock suficientes. Sin embargo, este es un enfoque que desprecia algunas interrogantes importantes, asociadas a la programación de actividades y recursos humanos, como los horarios de trabajo o qué tan seguido y cuándo deben reponerse los insumos. Entonces, los autores proponen un enfoque de programación de reposiciones, actividades de compra y actividades de suministros para evitar quiebres de stock y respetar la disponibilidad del recurso, para lo cual formulan un problema de programación (calendarización) entero-mixto no lineal, que balancea la carga laboral de los empleados.

Finalmente, en (Augusto and Xie, 2009) se lleva a cabo el rediseño del proceso de despacho de farmacia en el *Centre Hospitalier Universitaire de Saint-Étienne* (CHUSE). Un hospital público docente, licenciado y acreditado. Complejo grande. Debido a esto, es necesario mantener un control cercano de las operaciones. Entonces, se lleva a cabo un proceso de reingeniería, el que busca reducir costos operacionales al reunir sus 5 hospitales. CHUSE tiene 2 depts. de farmacia ubicados en los dos más grandes hospitales: Farmacia central, en el hospital Norte y Farmacia pequeña, en el hospital Bellevue. La reorganización de CHUSE tendrá un gran impacto en la organización de la farmacia. De hecho, se ha decidido agrupar los dos depts. de farmacia en una sola Farmacia Central en el hospital Norte, incluyendo sus recursos humanos y materiales. La otra cesará su operación.

En consecuencia, la organización del despacho de farmacia debe ser rediseñado para asegurar el suministro de medicamentos desde esta nueva Farmacia Central a todos los depts. médicos e instalaciones externas de CHUSE. El objetivo de este estudio es proponer un enfoque para optimizar el proceso de despacho de farmacia de un hospital como CHUSE. Se llevó a cabo un estudio preliminar con numerosas entrevistas con el personal de farmacia para identificar todos los recursos humanos y materiales relevantes, procesos de despacho de medicamentos y requerimientos para el proceso de reingeniería del despacho. Los autores proponen utilizar técnicas de optimización y modelado de simulación, que han sido utilizadas ampliamente en el campo del cuidado de salud. Sin embargo, manifiestan que respecto al tema de *despacho de farmacia*, la literatura es escasa.

Luego, los autores describen el proceso de despacho de la farmacia: Primero, todos los medicamentos llegan a la farmacia central desde proveedores externos diariamente durante la semana. Estos medicamentos son ordenados y almacenados en el cuarto de preparación principal de la farmacia, en estantes. Cada unidad médica del hospital tiene un closet de medicamentos móvil, que contiene medicamentos asociados a la unidad. Este closet es transportado/acarreado hacia la farmacia por transportistas y proveído una vez cada semana por los asistentes de farmacia. Luego, el closet es transportado de vuelta a su unidad. La farmacia también despacha medicamentos nominados para pacientes hospitalizados con necesidades especiales: Las prescripciones son enviadas a farmacia por los médicos y reunidas en la mañana para ser tratadas en la tarde por los asistentes de farmacia, las prescripciones de emergencia se tratan inmediatamente y estos medicamentos también son transportados hacia su respectiva unidad por un transportista. Finalmente, los medicamentos son tam-

bién despachados a pacientes ambulatorios, quienes vienen a la farmacia central a obtener medicamentos escasos, que no pueden ser encontrados en las farmacias locales.

Existen tres categorías de unidades médicas: Unidades alcanzables a pie (menos de 500 mts), unidades alcanzables en un transportador o tractor (entre 500 y 1500 mts) y unidades ubicadas en otros edificios, alcanzables en camión (varios kilómetros). En esta organización, los medicamentos son almacenados en un closet de medicamentos móvil, en cada unidad médica. Los asistentes de farmacia permanecen en la farmacia central para verificar el inventario y rellenar closets, mientras que los transportistas llevan estos closets. Los closets son bastante sofisticados, de gran tamaño. El compartimiento superior es usado para medicamentos nominados: cada cajón es asignado a un paciente ubicado actualmente en la unidad y contiene medicamentos específicos, dependiendo de su patología. El compartimiento inferior es usado para medicamentos comúnmente usados en la unidad médica. Estos closets son transportados tanto a pie (si la unidad está cerca), tractor (si la unidad se ubica en el mismo edificio) o camión (si la unidad se ubica en otro edificio).

Para este proceso, los autores consideran tres tipos de recursos humanos: *Químicos* (QF) quienes son autoridad principal en farmacia. Ellos dan la aprobación oficial a prescripciones dudosas (ej. incompatibilidad entre dos medicamentos) y también manipulan el stock de medicamentos, observan nuevos mercados y discuten compras de nuevos medicamentos. *Asistentes*, quienes son la principal fuerza de trabajo del depto. Ellos proveen los closets de medicamentos y tratan prescripciones individuales. Y *Transportistas* quienes están a cargo de la transportación de closets de medicamentos dentro del hospital, a pie o en tractor, pero también en instalaciones externas usando camión. Finalmente, los autores se enfocan en dos problemas muy relacionados entre sí: la *planificación del suministro* de los closets de medicamentos y su *transporte* a la farmacia central. La *planificación de suministro* determina los closets de medicamentos a reponer en la farmacia cada día, definiendo para todos los closets de medicamentos del día, aquellos que serán recogidos o despachados en una misma ruta a pie, en tractor o camión. Cada closet de medicamentos es asignado a una unidad médica y las unidades médicas están repartidas a lo largo de varios edificios y pisos. Las unidades médicas son además, agrupadas en servicios médicos.

El horizonte de planificación de suministro, que en la práctica suele ser una semana, es dividido en algunos periodos elementales de tiempo (de usualmente, medio día). Para cada periodo de tiempo, se da el número de asistentes de farmacia disponibles. El tiempo promedio requerido para verificación de inventario y reposición de cada closet de medicamento, también es dado. La solución debe asegurar que al menos un closet de medicamento permanezca en cada servicio médico en cualquier momento, con el objetivo de asegurar la disponibilidad de medicamentos. Por último, el *problema de transporte* se plantea a partir de un mapa detallado del hospital, con las unidades médicas, servicios médicos, el edificio y el piso de cada closet de medicamentos. Entonces, dependiendo de la ubicación, se debe saber si el closet de medicamentos debería ser transportado a farmacia central a pie, en tractor o en camión. Para el transporte a pie, se da el tiempo promedio necesario para transportar el closet. El transporte en tractor o camión se lleva a cabo edificio por edificio. Es decir, todos los closets en la misma ruta en tractor o camión, son del mismo edificio. A cada tractor o camión se le asigna la máxima cantidad de closets que podría llevar en una misma ruta. El tiempo total necesario para estas rutas incluye el tiempo total necesario para llevar todos los

closets de medicamentos de la ruta al tractor o camión, el tiempo de viaje desde el edificio asociado al edificio de farmacia y tiempo total necesario para llevar todos los closets a la farmacia.

Para cada periodo elemental, se define el número de transportistas, número de tractores y el número de camiones disponibles. Para cada periodo, se define también las horas de trabajo máximas de cada asistente de farmacia (respectivamente transportista). El problema en consideración pretende balancear de mejor forma la carga de trabajo del asistente de farmacia, sobre el horizonte de planificación bajo las restricciones de capacidad de los asistentes y transportistas, mientras que se asegura la restricción de disponibilidad. El problema de transporte en sí es similar al clásico problema de enrutamiento de vehículos (VRP). Desafortunadamente, las técnicas de solución de un VRP no aplican aquí, ya que se debe resolver dos problemas asociados: la planificación de suministro y el problema de transporte bajo la restricción especial de disponibilidad.

Un problema que podría ser homologable a la repartición de insumos dentro de un hospital se discute en (Rais et al., 2018) donde se discute el problema de un servicio de *courier* interno de un hospital. El principal propósito de este trabajo es formalizar prácticas generalmente llevadas a cabo como “status quo” y proponer un modelamiento de optimización y un approach de solución que pueda mejorar las métricas de desempeño. Existe una cantidad limitada de couriers y una serie de documentos que salen y llegan en base a los distintos departamentos del hospital. El objetivo es lograr que el servicio de courier es cumpla con la recolección y despacho de todos los documentos en el mismo día, usando la mínima cantidad de tiempo y recursos.

2.5.3 Problemas en dispensación de medicamentos

Respecto a la dispensación de medicamentos, la cual se entiende como el proceso en el que el farmacéutico se encarga de resolver la receta médica para el medicamento llegue al paciente, también presenta distintos potenciales errores.

(Beso et al., 2005) realiza un análisis de las causas y frecuencia de potenciales errores en la dispensación de medicamentos en un hospital universitario de Reino Unido. En este trabajo, el autor define el error de dispensación como una desviación o cambio respecto a la prescripción escrita u orden de medicación interpretable, o cambios asociados a las referencias profesionales o reglamentarias, o las pautas que afectan los procedimientos de dispensación. En el estudio, se reportan errores como escoger un producto equivocado desde una lista de opciones al etiquetar, escoger un producto equivocado desde las góndolas, realizar supuestos sobre la dosis en base a dosis recetadas con anterioridad, supuestos sobre la cantidad de medicamento en una caja o pensar que productos diferentes podían ser intercambiables. Entre las condiciones que podrían producir estos errores, se menciona la alta demanda y contar con poco personal disponible, condición física del personal (cansancio o enfermedades), así como interrupciones en el proceso, medicamentos muy similares entre sí (en aspecto o en su nombre) y desconocimiento respecto a la disponibilidad de distintos medicamentos de un tipo en particular. También se mencionan condiciones latentes como falta de guía en cómo priorizar tareas cuando son interrumpidos en el proceso de dispensación, la no existencia de

un sistema formal para tratar con las peticiones de las unidades de atención (o salas del hospital), la presencia de una cultura en la que se le resta importancia a errores considerados menores como etiquetado pobre de cajas o dificultades para diferenciar ítems en las pantallas de computador.

(Knudsen et al., 2007) también hace mención al tema de las interrupciones, las cuales causan desconcentración, pero en un contexto de farmacia comunitaria. Además, menciona la falta de un control efectivo de prescripciones y del etiquetado de medicamentos.

En (Teinilä et al., 2008) a través de una encuesta de percepción a farmacéuticos comunitarios, también se mencionan causas potenciales en el error de dispensación, como interrupciones y distracciones en el entorno laboral, falta de personal, descuidos, fatiga y sobrecarga laboral.

2.6 Business Analytics

La Gestión de Operaciones y Supply Chain tiene una larga historia en la que distintos conceptos han predominado en el tiempo. En la actualidad, uno de los conceptos asociados más populares corresponde a *Business Analytics*, el cual se refiere al uso de los datos propios del negocio para resolver problema utilizando herramientas de análisis matemático en ellos.

Sin embargo, esto no es nuevo. Los datos siempre han sido utilizados con este fin. Sin embargo, lo que es nuevo es que en la actualidad, se generan y almacenan muchos más datos que antes y por lo tanto, ahora existen masivas cantidades de datos disponibles para realizar análisis orientado a *apoyar la toma de decisión*.

Además, en el pasado, los análisis sobre los datos correspondían a reportes estandarizados y limitados que resumían el estado actual de la organización y su interpretación dependía solo de una serie de alertas simples. Ahora, se aplican nuevas herramientas de análisis estadístico, de predicción e incluso de optimización, incluso algunas de ellas se ejecutan en tiempo real. Estos resultados pueden utilizarse para apoyar la toma de decisiones de los expertos en el negocio o incluso, para automatizar algunas decisiones (Jacobs et al., 2018).

2.7 Data Mining

En la actualidad, una parte importante de las operaciones que se realizan en las organizaciones generan datos que las describen. Estos datos suelen almacenarse en las bases de datos de los sistemas de información transaccionales que las generan, pero su uso suele ser limitado a simplemente dejar un registro de la transacción. Por esta razón, se observa una oportunidad en el potencial que estos datos representan y de la información interesante que pueda extraerse de ellos a través de su análisis.

Para explotar esta oportunidad, se suele aplicar el concepto de Data Mining, que se define como la extracción de información implícita, desconocida de antemano y con una utilidad potencial, desde los datos disponibles (Nisbet et al., 2018). Para su aplicación, la literatura

suele proponer el proceso conocido como *Knowledge Discovery in Databases* o KDD, donde el Data Mining forma parte de uno de los pasos del proceso.

2.7.1 Knowledge Discovery in Databases

Este proceso consiste en una serie de pasos desarrollados con el objetivo de obtener información nueva y relevante a partir de un conjunto de datos. Estos pasos son:

- Definir el problema: La motivación que lleva a la aplicación de un proceso KDD, se basa en la intención de obtener información nueva, a raíz de una necesidad o problema de la organización. Dicho de otra forma, la organización puede estar interesada en saber si existe algún patrón interesante en sus datos transaccionales, que les permita resolver la necesidad o problema.
- Selección de datos: En general, las bases de datos transaccionales suelen ser muy diversas en cuanto a su estructura, con distintas variables, formatos, tamaños, etc. Por esta razón, el primer paso es realizar una *selección* adecuada de los datos que se utilizarán para el proceso KDD. Esta selección puede involucrar:
 - Identificar las fuentes de los datos e integrarlas: Los datos de interés pueden estar distribuidos en distintas bases de datos o archivos. Por lo tanto, es posible que sea necesario hacer un catastro de los datos disponibles y escoger las fuentes que deben ser utilizadas. Además, como los datos podrían venir desde distintas fuentes, sus formatos podrían no ser compatibles entre sí, por lo que requerirán ser integrados de alguna forma.
 - Seleccionar las variables relevantes para el problema: Al buscar patrones que nos entreguen información respecto a un fenómeno en particular a partir de los datos, se deben seleccionar variables que permitan caracterizar este fenómeno. A priori no existe certeza absoluta de que las variables disponibles son las más adecuadas para llevar a cabo el proceso, sin embargo, se puede seleccionar los datos a partir del conocimiento experto y distintos análisis estadísticos exploratorios que puedan aplicarse sobre los datos disponibles.
 - Limpiar los datos seleccionados: Los datos transaccionales pueden traer problemas de origen como ruido e inconsistencias o *missing values*. Estos problemas deben eliminarse a través de la limpieza de los datos.
- Pre-procesamiento y Transformación de datos: En este paso, los datos son pre-procesados y transformados para luego consolidarlos en un formato y estructura apropiados para el proceso de Minería de datos.
- Minería de datos: Dentro del contexto de KDD, Minería de datos puede entenderse como el uso de herramientas estadísticas y matemáticas para el descubrimiento de patrones en los datos seleccionados. Estas herramientas suelen ser algoritmos de Aprendizaje de Máquinas o Técnicas de predicción estadística.
- Interpretación y Evaluación de resultados: Los resultados obtenidos del proceso, deben ser interpretados y evaluados por los *expertos del negocio* para entender si estos muestran información relevante para el problema planteado en un principio.

- Implementación: Finalmente, luego de analizar los resultados obtenidos, se debe *tomar decisiones* en base a la información obtenida y el conocimiento generado.

El proceso suele ser iterativo. Una vez que finaliza el proceso, considerando el conocimiento generado, se puede volver a replantear el problema, mirando desde otra perspectiva o con modificaciones para mejorar los resultados (Han et al., 2012), (WI et al., 2017), (Bramer, 2016).

2.7.2 CRISP-DM

Cross Industry Standard Process for Data Mining o CRISP-DM corresponde a un formato actual y completo para representar el proceso de KDD (Nisbet et al., 2018). Este formato se define con una estructura jerárquica basada en *etapas principales, actividades genéricas, actividades especializadas e instancias de procesos*. Las etapas principales son:

1. Entendimiento del Negocio: Antes de comenzar una aplicación práctica de Data Mining, se espera contar con un conocimiento medio u avanzado de aquello que se pretende lograr y cómo se podría definir como *exitoso* en función de los procesos de negocio que beneficiará. Entonces, deben definirse *objetivos de negocio* para el modelo de Data Mining a aplicar y se debe tomar consciencia sobre los *recursos* disponibles en el entorno del negocio para la ejecución del proceso.
2. Entendimiento de los Datos: Luego, se debe entender los datos partiendo desde cómo estos se *adquieren*, hasta sus características *descriptivas*.
3. Preparación de los Datos: Los datos deben procesarse, filtrarse y transformarse según sea necesario, para contar con un set de datos adecuado para el problema y la modelación posterior.
4. Modelación: Para generar un *modelo*, primero se debe escoger algoritmos de modelamiento adecuados para los datos disponibles y en función de esto, se debe escoger una *arquitectura* asociada a los modelos (simple, ensamblaje, etc.) y luego se deben especificar los supuestos requeridos sobre los datos para concretar la aplicación del modelo. A partir de estas decisiones, se genera un *experimento* y se construye el modelo. Esto implica establecer parámetros e hiperparámetros y construir más de una variedad de modelo.
5. Evaluación: Finalmente, en función del tipo de modelo y los objetivos definidos en primera instancia, se realiza una evaluación del desempeño de éste.
6. Despliegue: En general, la idea es que los modelos tengan un uso práctico, por lo que se debe generar un plan de despliegue asociado al modelo y los resultados que éste sea capaz de entregar. Además, como en un contexto real es común que los datos varíen en el tiempo (y por ende, los comportamientos observados), es recomendable generar planes de monitoreo y mantenimiento.

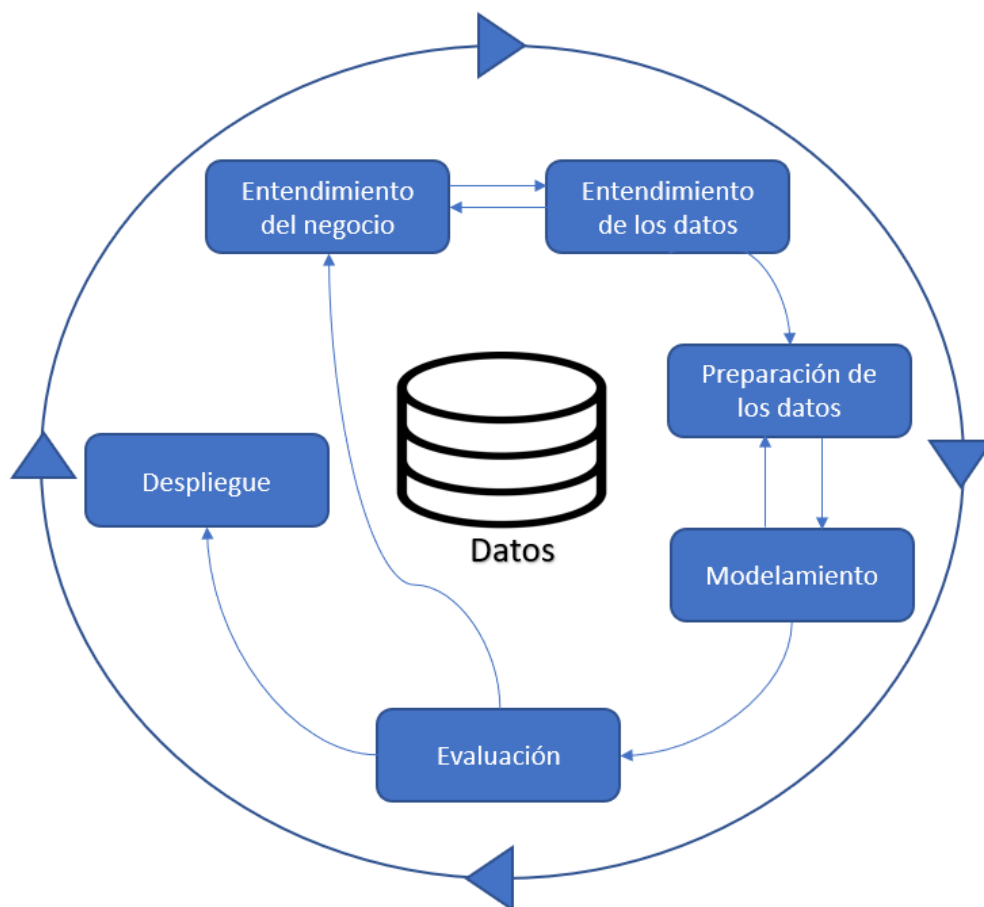


Figura 2.6: Diagrama de etapas de CRISP-DM
Fuente: Elaboración propia

2.7.3 Algunas aplicaciones de Data Mining sobre hospitales

(Bansal et al., 1998) aborda el problema de una empresa de distribución de fármacos en función de la demanda de clientes, a distintas tiendas y bodegas, utilizando redes neuronales. (Spyropoulos, 2000) entrega una mirada general de las posibilidades de utilizar Inteligencia Artificial para planificación y calendarización de actividades dentro de un hospital. (Ranjan, 2009) describe los potenciales beneficios de la aplicación de Data Mining en el sector farmacéutico, destacando algunos como el análisis de supply chain y la gestión eficiente de inventarios a través del análisis de tendencias históricas y comportamiento de pacientes. (Tsumoto et al., 2010) describe de qué forma se puede aprovechar el sistema de información de un hospital a través de herramientas de Data Mining, aunque su propuesta depende directamente de un sistema de información consolidado. (Li et al., 2011) desarrolla dos casos de estudio en torno a la aplicación de Data Mining en datos del sistema de información de un hospital y en particular, uno de los casos observa tendencias de demanda en farmacia, pero con un análisis más orientado hacia el tomador de decisiones financiero. (Koh et al., 2011) menciona distintas posibilidades de aplicar Data Mining en un contexto de cuidado de salud, destacando la importante cualidad de modelamiento predictivo que estas herramientas proveen. (Durairaj and Ranjani, 2013) realiza una revisión de distintas aplicaciones posibles de Data Mining en el sector salud, destacando opciones de gestión de hospital, gracias a la

gran cantidad de datos que estos entornos generan. (Ware and Bharathi, 2014) presenta la aplicación de algoritmos de clustering para generar un sistema de apoyo de decisión para inventarios, donde las variables de decisión suelen ser cantidades a ordenar, costos de las órdenes, lead time, etc. Finalmente, (Islam et al., 2018) realiza una revisión sistemática de la literatura asociada a analítica con Data Mining aplicada al sector de cuidado de salud, identificando que el 32% de las publicaciones revisadas se enfoca en analizar el problema de gestión del cuidado de salud.

2.8 Detección de outliers

Un *outlier* corresponde a datos o patrones de datos dentro de un conjunto de éstos, que son notoriamente diferentes al resto del conjunto. Estos pueden generarse por una serie de motivos en un conjunto de datos, como comportamiento no esperado, actividad maliciosa, etc. Entonces, siempre es de interés poder identificar estos outliers en datos de origen real, como actividad transaccional o datos biométricos.

La *detección de outliers* busca encontrar estos datos o patrones que no representan un comportamiento esperado. Tiene un uso extensivo en una amplia variedad de usos como detección de actividad maliciosa en ciber-seguridad, detección de fraude en tarjetas de crédito, detección de fallos en sistemas críticos de seguridad, entre otros. Su importancia radica en que estos pueden representar la necesidad de alguna acción necesaria y/o urgente. Por ejemplo, un tráfico anormal en la red puede significar que algún computador está siendo hackeado y enviando sus datos hacia un destino no autorizado, una resonancia magnética anormal puede indicar la presencia de tumores malignos, una transacción de tarjeta de crédito atípica puede significar que ésta fue robada, una lectura anormal en un sensor de de avión puede significar fallas en alguno de sus componentes (Singh and Upadhyaya, 2012).

La detección de outliers puede estar relacionado, pero es distinto a la *eliminación de ruido* en un conjunto de datos. El ruido se define como un fenómeno en los datos que no es de interés para el analista, pero que representa un obstáculo para el análisis de los datos. Entonces, la eliminación del ruido es motivado por la necesidad de eliminar estos objetos no deseos antes de realizar cualquier tipo de análisis de datos. En este caso, no nos interesa eliminar los outliers, pero sí ser capaces de identificarlos.

2.8.1 Dificultades en la detección de Outliers

(Singh and Upadhyaya, 2012) también describe algunas dificultades en el hecho de detectar outliers. De partida, un outlier puede verse como todo aquello que se desvía de un comportamiento *normal* esperado. Entonces, uno podría representar a partir de los datos este comportamiento normal de forma *estadística*, incluyendo un conjunto de observaciones dentro de una zona aceptada como *normal* y considerando como outliers a todos los que queden fuera. A simple vista, parece un enfoque sencillo, pero los autores manifiestan que es muy desafiante ya que definir esta zona aceptada como *normal* es difícil. Estas dificultades son: abarcar cada posible comportamiento normal con una zona región, el hecho de que el límite entre el comportamiento normal y un outlier es impreciso (algunas observaciones cercanas al límite podrían ser en realidad normales y viceversa), la adaptación de entes

maliciosos podrían hacer que las observaciones que uno pretende identificar como un outlier se parezcan a los comportamientos normales esperados, cuando estos provienen de acciones maliciosas, el hecho de que en muchos dominios el comportamiento normal no es persistente en el tiempo sino que evoluciona, el hecho de que la noción de *normalidad* puede ser diferente entre dominios (en un dominio médico, una pequeña variación de temperatura podría ser un outlier, mientras que en el mercado accionario una variación similar podría ser normal) y finalmente, la escasa disponibilidad de datos etiquetados para entrenar modelos que detecten outliers.

En síntesis, es un problema difícil de abordar de forma genérica. Por lo mismo, las técnicas existentes de detección de outliers se aplican para resolver problemas específicos, las cuales son inducidas por diversos factores como la naturaleza de los datos de entrada, la disponibilidad de datos etiquetados, tipos de outliers a detectar, etc. Por supuesto, estos factores dependen del dominio de aplicación en el que se requiere detectar estos outliers.

2.8.2 Aspectos determinantes del problema

(Singh and Upadhyaya, 2012) señala que la forma en que se formula el problema de detección de outliers, tiene distintos aspectos que lo determinan, los cuales son: La naturaleza de los datos, el tipo de outlier, las etiquetas en los datos y el resultado o salida de la detección. A continuación, se describen estos puntos de forma breve:

Naturaleza de los datos

Los datos en los que se pretende detectar outliers, generalmente son un conjunto de instancias que pueden ser descritas a través de un conjunto de atributos o variables. Estos atributos pueden ser de distinto tipo (categórico, binario o continuo). Además, estas instancias podrían ser *univariadas* (descritas a partir de un único atributo) o *multivariada* (múltiples atributos). En el caso multivariado, los atributos podrían ser del mismo tipo o una mezcla de diversos tipos. La naturaleza de estos atributos determinará la aplicabilidad de ciertas técnicas de detección de outliers. La mayoría de las técnicas existentes de detección de outliers se basan en el uso de los datos puntuales, sin embargo otras pueden utilizar la distancia o relaciones entre atributos (representadas mediante una matriz).

Tipos de outliers

Los autores describen 3 tipos de outliers: *puntuales*, *contextuales* y *colectivos*. Los *outliers puntuales* se observan cuando una instancia individual de datos es considerada como anómala respecto a las demás. Es el tipo más simple de outlier y es el foco de estudio de gran parte de la investigación en este tema.

Los *outliers contextuales* una instancia individual es anómala solo en un contexto específico. Para esto, se requiere que la noción de *contexto* sea inducida por la estructura de los datos y que esta sea especificada como parte de la formulación del problema. En estos casos, cada instancia individual es definida a través de dos tipos de atributos: Contextuales, los que determinan este contexto (ej. latitud y longitud, tiempo, etc.) y de comportamiento, los que

determinan las características no contextuales (ej. en un set de datos que describe cantidad de lluvia promedio, la cantidad de lluvia en una ubicación puntual representa un atributo de comportamiento). Entonces, el comportamiento anómalo en estos casos se determina a través de los valores de los atributos de comportamiento, pero para atributos contextuales específicos. Por ejemplo, si se analiza el historial de una tarjeta de crédito, se podría notar *estacionalidad* para el comportamiento definido por el gasto en la tarjeta. Entonces, en estos casos podría ser común que la tarjeta mensualmente no gaste más de 50.000 pesos al mes, excepto para una fecha cercana a fiestas como Navidad, donde podría ser común gastar sobre los 100.000 pesos. Sin embargo, si este comportamiento se observase en otro contexto, ya no sería normal, pudiendo ser identificado como un outlier.

Finalmente, los *outliers colectivos* se observan cuando un conjunto de instancias es anormal respecto al set de datos completo. En estos casos, cada instancia individual dentro del conjunto de datos podría no ser outliers en sí mismos, pero su ocurrencia como un conjunto es anómalo para el resto. Por ejemplo, en un *electrocardiograma* normalmente se observan un comportamiento cíclico en el tiempo. Sin embargo, si alguna de esas medidas que individualmente se encuentran dentro de rangos normales, se alejase de ese ciclo que uno espera observar en la normalidad, podría representar un comportamiento anómalo y la única forma de verlo es observando el conjunto completo de estos datos. Otro ejemplo se ve en las secuencias de comportamiento que se observan en los *logs* de un servidor. Individualmente, algunas acciones podrían parecer normales, pero si se observa el conjunto completo de acciones realizadas desde una IP dentro de una ventana de tiempo, se podría observar comportamiento anormal.

Etiquetas

Las distintas instancias dentro de un conjunto de datos, podrían ser *etiquetadas* como normales o anómalas para estos fines. Y si bien, en general las etiquetas son precisas y representativas, contar con estas suele ser costoso. El etiquetado generalmente involucra una tarea manual hecha por humanos con conocimiento respecto al fenómeno de estudio. Y más aún, la definición de outlier es de naturaleza dinámica, por lo que podría variar en el tiempo. Dicho de otra forma, lo que es normal hoy, podría no serlo mañana y viceversa, por lo que esto dificulta aún más la tarea de contar con datos etiquetados. Y también en algunos casos, los outliers son importantísimos de detectar pero extremadamente raros en ocurrencia (ej. eventos catastróficos asociados a seguridad aérea).

Con todo esto en consideración, los autores describen 3 metodologías de detección de outliers:

- Detección de outliers supervisada: Las técnicas de este tipo se valen de la disponibilidad de un set de datos de entrenamiento con etiquetas para la clase normal y clase anómala. El enfoque típico para estos casos es construir un modelo predictivo para estos dos tipos de clases. Luego, cualquier instancia de etiqueta desconocida será comparada con el modelo y le entregará la clase a la que pertenece con mayor probabilidad.
- Detección de outliers semi-supervisada: En estos casos, los datos de entrenamiento podrían contar con etiquetas parciales, por ejemplo solo para la clase normal, sin requerir

etiquetas para la otra clase. Gracias a esto, son más aplicables que las técnicas supervisadas. El enfoque típico para estas técnicas es construir un modelo que represente solo el comportamiento normal, y se utiliza para detectar outliers en los datos de prueba.

- Detección de outliers no supervisada: Finalmente, estas técnicas no requieren datos de entrenamiento. Estas toman como supuesto que los datos normales son mucho más frecuentes que los outliers.

Resultado de detección

Cada técnica para detectar outliers tiene su forma de entregar el resultado de su detección. Típicamente, estos son:

- Puntaje: Estas técnicas le asignan un *puntaje de outlier* a cada instancia individual en los datos de prueba. Entonces, la salida se compone de una lista rankeada de outliers. El analista tendrá que decidir sobre el umbral que aplicará sobre este puntaje para seleccionar los outliers.
- Etiquetas: Estas técnicas asignan una etiqueta sobre las clases *normal* y *anómala* para cada instancia de prueba.

2.8.3 Aplicaciones de detección de outliers

Finalmente, los autores describen algunas de las aplicaciones prácticas de la detección de outliers, entre las que se encuentran: *Detección de intrusos en redes* donde se busca detectar actividad maliciosa en un sistema informático, *Detección de fraudes* aplicados a organizaciones comerciales como bancos, empresas crediticias, aseguradoras, compañías telefónicas, mercado accionario, etc. donde los usuarios maliciosos podrían ser verdaderos clientes de la empresa o clientes que fueron víctimas de un robo de identidad y *Detección en dominio médico y de salud pública* donde los datos consisten en registros de pacientes quienes tienen distintos tipos de características como edad, tipo de sangre, peso, etc. Los datos podrían tener un contexto temporal o espacial también y estos pueden tener outliers debido a diversas razones, como una condición anormal de salud, errores de medición y/o errores de registro. Entonces, la detección de outliers en este dominio apunta a detectar estos registros anómalos.

2.8.4 Implementación con scikit-learn

El proyecto *scikit-learn* es un paquete de Python que contiene diversas implementaciones de herramientas de Machine Learning, entre las que se encuentran algunos modelos no supervisados para la detección de outliers (scikit-learn Project, 2021).

Las herramientas implementadas por este paquete se basa en una estrategia donde primero se *ajusta* el modelo a partir de los datos y luego se utiliza el modelo ajustado para *clasificar* un conjunto de datos distinto al utilizado para ajustar. Los valores normales son etiquetados con un 1 y los considerados un outlier son etiquetados con un -1. Cada modelo

incluye una función de puntaje, la cual es controlada a través de un umbral que se define mediante uno de los hiperparámetros del modelo.

scikit-learn más de un modelo para realizar esta tarea. Primero, a través del ajuste de un *estimador de covarianza robusta* que asume que los datos vienen en una distribución conocida, generalmente *gaussiana*. Para delimitar los datos, genera fronteras *elípticas* en el espacio de éstos. Entonces, a partir de este supuesto, el modelo busca tratar de definir la *forma* de estos datos en el espacio, definiendo como outliers a aquellos valores que se alejan de de esta forma. Este modelo se conoce como *Elliptic Envelope*.

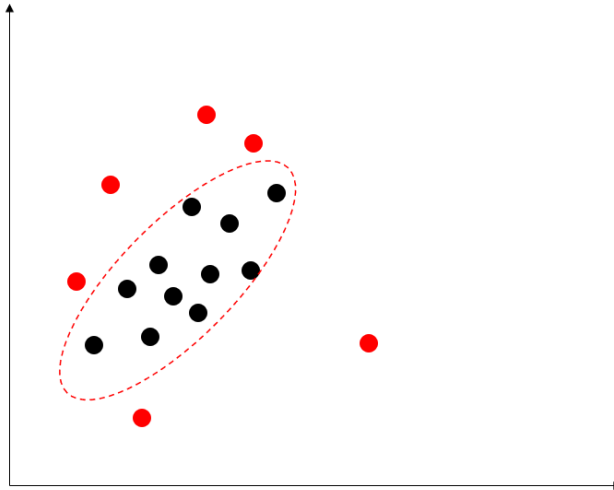


Figura 2.7: Ejemplo de la idea detrás de Elliptic Envelope
Fuente: Elaboración propia

Luego, cuenta con *Isolation Forests*, un modelo que utiliza *Random Forests* para la detección de outliers en sets de datos altamente dimensionales. Este modelo aparta las observaciones al seleccionar de forma aleatoria un atributo y luego escoger de forma aleatoria un valor de separación entre el valor mínimo y máximo posible para ese atributo. Este proceso de particionar de forma recursiva puede ser representado fácilmente como un *árbol*, donde el número de particiones requeridas para apartar una muestra corresponde al largo desde el nodo raíz del árbol hasta el nodo final. Este largo, promediado sobre un conjunto de árboles aleatorios es una medida de *normalidad* para la función de decisión del modelo. Las particiones aleatorias producen caminos más cortos al momento de apartar anomalías en los datos, por lo que un conjunto grande de árboles aleatorios que contenga caminos notoriamente cortos para algunas muestras puntuales, significa que estas muestras son outliers con una alta probabilidad.

También cuenta con métodos de detección de *novedades*, un ejercicio similar a la detección de outliers, bajo la siguiente premisa. Si se considera un set de datos de cierta distribución, descrito por distintos atributos. Si se agrega una instancia nueva de datos, ¿qué tan diferente es este dato de los demás?. La forma en que se aborda es generar una *frontera* que delimite los datos iniciales, respecto al espacio dimensional determinado por los atributos que describen las distintas instancias. Luego, si alguna nueva observación se encuentra dentro de esta frontera, significa que no es una *novedad*. Pero si queda fuera, se considerará anormal. Para

lograr este método, se utiliza *One-Class Support Vector Machines* propuesto por (Schölkopf et al., 2001), el cual requiere la selección de un *kernel* y un hiperparámetro escalar para definir la frontera ν , el cual representa la probabilidad de encontrar una observación nueva fuera de esta frontera. Generalmente se utiliza un kernel no lineal.

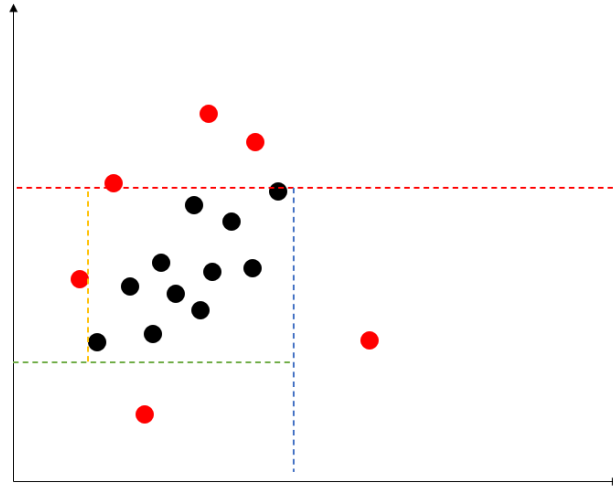


Figura 2.8: Ejemplo de la idea detrás de Isolation Forests
Fuente: Elaboración propia

2.9 Problema del Vendedor Viajero

El Problema del Vendedor Viajero o *Traveling Salesman Problem* (TSP) (Hoffman et al., 2013) es un problema ampliamente estudiado en el ámbito de la optimización lineal y los problemas de optimización combinatoria, gracias a su versatilidad (tiene múltiples usos prácticos), su planteamiento sencillo y su difícil solución. El problema se puede describir de la siguiente forma: Un vendedor viajero necesita visitar exactamente una vez, cada ciudad dentro de un conjunto C de ciudades, donde el costo de viajar desde una ciudad i a una ciudad j se representa por c_{ij} y luego debe volver al punto de partida. Entonces, ¿cuál es la ruta con la mínima distancia posible que le permita hacer esto?.

El TSP corresponde a un problema de tipo *NP-completo* (Britannica, 2021). Esto significa que si se pudiese encontrar un algoritmo eficiente (en tiempo polinomial) que resuelva el TSP, entonces se podría encontrar algoritmos eficientes para todos los otros problemas de tipo *NP-completo*. Sin embargo, hasta el día de hoy no existe un algoritmo en tiempo polinomial para TSP. De todas maneras, esto no significa que no pueda ser resuelto. Actualmente, existen modelos que encuentran la solución al problema para grandes cantidades de ciudades.

2.9.1 Formulación

Para resolver este problema, el primer paso es formularlo matemáticamente. Entonces, para representar a las distintas ciudades que deben recorrerse, se utiliza un *grafo*, estructura matemática compuesta de distintos puntos o *nodos* y conexiones entre ellos llamados *arcos* o *aristas*. Entonces, cada arco se asocia a una distancia a costo entre dos nodos.

Cuando el vendedor puede ir de una ciudad a otra ciudad directamente, se está hablando de un *grafo completo*. Una ruta que recorra a cada ciudad solo una vez corresponde a un subconjunto de todos esos arcos, que en teoría de grafos se conoce como *camino hamiltoniano* o *circuito hamiltoniano*. El largo de la ruta corresponde a la suma de los arcos que componen esta ruta.

El TSP puede formularse como un Problema de Programación Lineal, partiendo desde una variable x_{ij} binaria, la cual es 1 si durante la ruta se recorre desde el nodo i al nodo j y 0 si no. Entonces, a continuación se presenta la función objetivo junto con sus restricciones asociadas:

$$\min \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (2.3)$$

$$\sum_{i \in K} \sum_{j \in K} x_{ij} \leq |K| - 1, \quad \forall K \subset \{1, \dots, n\} \quad (2.4)$$

Donde (2.1) corresponde a la función objetivo, que representa la distancia total recorrida en la ruta, (2.2) y (2.3) son restricciones que evitan que alguno de los nodos se visite más de una vez. Y por último (2.4) con K igual a cualquier subset no vacío de ciudades, es una restricción que evita la construcción de *subrutas*, las que corresponden a ciclos disjuntos respecto a la ruta completa que debe recorrerse.

2.9.2 Variantes útiles

Si bien el TSP es un problema bastante versátil, su formulación original podría no ser suficiente para todos los problemas. En (O’Neil and Hoffman, 2018) se discute una variante del TSP a la que los autores llaman *Traveling Salesman Problem with Pickup and Delivery*, en la que durante el desarrollo de la ruta, se debe visitar algunos nodos antes que otros con el objetivo de recolectar ciertos elementos que deben despacharse en nodos posteriores dentro de la misma ruta. A pesar de que la publicación se centra en la forma de resolver este problema, los autores incluyen distintas formas de formular este problema, entre las que se encuentra una formulación de TSP propuesta por (Sarin et al., 2005), en la que se incluyen restricciones de *precedencia* para visitar algunos nodos antes que otros. Sin embargo, la formulación incluida en (O’Neil and Hoffman, 2018) tiene diferencias significativas a la hora de resolver el problema, por lo que es recomendable recurrir a la publicación original de (Sarin et al., 2005). En el Capítulo 5 se profundizará en esta formulación, ya que resulta ser especialmente útil para este trabajo.

2.10 Otras experiencias MBE en HCUCH

En el MBE de la Universidad de Chile se han desarrollado previamente otras tesis dentro del HCUCH. Sin embargo, ninguna de estas ha involucrado al Servicio de Farmacia. De todas maneras, a continuación se describen algunas de estas de forma breve.

- (Montenegro, 2015) involucra el *Servicio de Urgencia*, la cual debe estar preparada en todo momento para atender pacientes con distintos requerimientos y complejidades asociadas a su estado de salud. El autor manifiesta que el servicio se enfrenta a un aumento sostenido en el tiempo de sus consultas, causando colapsos con esperas largas e insatisfacción para sus pacientes, poniendo en riesgo la salud de éstos y de paso, afectando de forma negativa la imagen del HCUCH. Por esto, propone como objetivo mejorar la eficiencia de la atención de urgencia, optimizando su uso de recursos y rediseñando procesos claves, como son la planificación, el control del servicio y el monitoreo de sus actividades de atención en tiempo real. Se analizó la capacidad del servicio mediante un modelo de simulación del servicio de urgencia, justificando la contratación de nuevo personal clínico. Se diseñó e implementó una herramienta de apoyo al proceso de control de la producción, basado en tecnologías Web y finalmente se diseñó e implementó un sistema de monitoreo en tiempo real del servicio, el cual permite conocer el estado de las principales actividades de urgencia, pudiendo estimar el nivel de congestión general.
- (Beriensstain, 2016) aborda el proceso de *gestión de camas* hospitalarias dentro del HCUCH, el cual se preocupa de manejar este escaso recurso de la mejor manera posible, coordinando ingresos y altas, urgencia y cirugías programadas. El rediseño de procesos se enfoca en el Servicio de Camas, profundizando en su gestión y en el Tratamiento de pacientes en cama. El autor diseña una lógica de negocios que se basa en el uso de mapas semánticos, los cuales generan automáticamente acciones correctivas que se le sugiere a las gestoras de camas para corregir situaciones irregulares. Finalmente, se valida un prototipo a partir de una simulación del hospital para el año 2014, observando mejoras en promedio de un 22%.
- Por último, (Molina, 2016) se basa en un rediseño del proceso de *compras* de la *Unidad de Abastecimiento* del HCUCH, con el objetivo de disminuir los gastos operacionales asociados a estas compras, generando una mayor eficiencia operacional. El rediseño busca estandarizar procesos asociados a las compras e implementar lógicas de compra que sean más eficientes. El autor utiliza métodos de clasificación y modelos de predicción de demanda para generar estrategias de compra para los distintos productos, las que buscan apoyar a la planificación de estas compras y acercarlas más a la realidad. Esto reduciría los costos asociados a quiebres de stock y expiración de productos, generando ahorro paa el HCUCH.

Capítulo 3

Planteamiento Estratégico y Modelo de Negocios

En este capítulo, se presenta el planteamiento estratégico de la organización involucrada en este proyecto, a partir de los antecedentes recopilados respecto a esta. Este planteamiento se presenta a través de una metodología conocida (*Piramide de Hax*) para luego representar esta estrategia de forma gráfica a través de un Balanced Scorecard. Finalmente, se presenta el Modelo de Negocios asociado a la organización.

3.1 Posicionamiento Estratégico

La misión del Hospital Clínico de la Universidad de Chile está planteada de la siguiente forma:

Nuestra misión es ser el principal Hospital Universitario del país que, junto con la formación de profesionales de la salud de excelencia, la investigación y la mejor práctica clínica, **otorgue a la comunidad soluciones integrales de salud.**

El posicionamiento estratégico del HCUCH es ambiguo en términos formales. El HCUCH cuenta con una misión establecida hace mucho tiempo y que se orienta en gran parte hacia las labores de docencia de la organización. Sin embargo, también se incluye una pequeña componente orientada hacia ofrecer servicios integrales de salud a los pacientes. En este contexto, la administración se enfoca en ofrecer un servicio lo más completo posible al paciente, resolviendo la mayor parte de sus necesidades de salud. Por ejemplo, si el paciente requiere ser visto por un médico de alguna especialidad en particular, se realizan las acciones necesarias para que esto suceda. Si un paciente está hospitalizado y requiere para su tratamiento algún instrumento especial o medicamento, éstos se consiguen de cualquier forma. Si el paciente requiere un examen, éste se le realiza. Si la persona requiere aseo, alimentación u otro servicio de camas, el equipo de enfermería a cargo de la unidad se ocupa de esta atención. Estas acciones resumen la lógica con la que se orientan las acciones del personal del hospital, las

cuales hacen provecho de la gran diversidad de especialidades que actualmente se encuentran en las prestaciones que ofrecen.

Entonces, considerando la pirámide de Arnoldo Hax, se concluye que la estrategia del HCUCH es orientada a entregar un Mejor Producto, a través de una estrategia de Diferenciación en la que se pretende entregar el servicio más completo posible, mediante profesionales de excelencia formados en la Universidad de Chile y una amplia gama de especialidades.

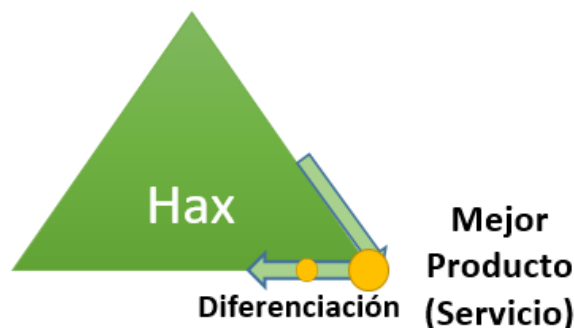


Figura 3.1: Posicionamiento Estratégico de HCUCH en Pirámide de Hax
Fuente: Elaboración Propia

Desde una perspectiva Financiera, el HCUCH está enfocado en el autofinanciamiento. No es un misterio que, desde hace muchos años, el hospital cuenta con deudas importantes asociadas al hecho de que no está vinculado a la red pública de salud desde el año 1995, por lo que debe subsistir económicamente por sus propios medios. Por lo mismo, también es de interés del Hospital, reducir costos en sus operaciones. Esto es muy complejo dadas las características del Hospital como campus clínico docente, por lo que también existe interés en hacer que ambas aristas (Docencia y Hospital Clínico) estén balanceadas desde una perspectiva Financiera. Desde la perspectiva de Cliente, el HCUCH está interesado en ofrecer un servicio completo, de calidad y amigable en lo posible (aunque para esto último no existen normas precisas). También interesa que la atención sea oportuna y que además el hospital sea capaz de cubrir la demanda que tiene. Desde la perspectiva Interna, al HCUCH le interesa que sus procesos clínicos críticos sean eficientes, es decir, que las acciones críticas que involucran la atención del paciente, hagan un buen uso de sus recursos clave como tiempo disponible para actuar y los recursos humanos disponibles para actuar. Además, interesa que se integren procesos y tecnología para hacerlos mejores. Existe una percepción permanente en el personal, de que existen muchas tareas sin roles claros, sin el apoyo tecnológico suficiente y que esto se traduce en pérdidas de tiempo importantes en sus acciones diarias. Por último, se espera que los recursos sean utilizados de forma eficiente (no malgastar insumos, fármacos, instrumentos, etc.) Finalmente, desde la perspectiva de Personal, se busca que el capital humano sea competente y de excelencia. Actualmente ésta componente es uno de los elementos diferenciadores del Hospital (la gente que visita el hospital, lo hace pensando en que recibirá la mejor atención por parte de expertos formados en la U. de Chile, o los expertos que realizaron tal complicado procedimiento que cubrió la prensa, etc.) por lo que les importa que esto se mantenga en el tiempo. También existe interés en la integración de tecnologías clave y, por último, que el personal se alinee con los objetivos estratégicos de la organización.

3.2 Balanced Scorecard

Con el objetivo de representar gráficamente la estrategia del HCUCH y sus prioridades, se presenta el *Balanced Scorecard* asociado. Se toma como referencia el *Balanced Scorecard* desarrollado por (Montenegro, 2015), el cual aún se mantiene vigente, considerando la situación del HCUCH no ha cambiado significativamente y que el personal y los administrativos del hospital, siguen manifestando las mismas inquietudes y prioridades. En particular, este trabajo se centrará en los objetivos estratégicos de *Entregar servicio de atención de calidad, cercano y amigable*, *Disminuir tiempos de espera*, *Procesos clínicos críticos eficientes*, *Integración de procesos y tecnología* y *Uso eficiente de recursos*.



Figura 3.2: Balanced Scorecard de HCUCH
Fuente: Adaptado de (Montenegro, 2015)

3.3 Modelo de Negocios

Para la descripción del Modelo de Negocios actual del HCUCH se utiliza el esquema *Business Model Canvas*, contenido en 3.3. A continuación, se describen sus componentes:

- Segmentos de Clientes: Los esfuerzos estratégicos del HCUCH se centran en los pacientes del servicio de Hospitalización.
- Relación con el Cliente: La principal relación con los clientes se construye a través de una asistencia personal exclusiva, consistente en la atención de hospitalización y la administración de medicamentos.

- **Canales:** El HCUCH cuenta con distintos canales para llegar a sus clientes, entre los que se encuentran la comunicación directa con ellos, servicios de Call Center disponibles, Reservas Web a través de su página principal y la derivación que hacen algunas Isapres.
- **Propuesta de Valor:** La propuesta de valor se enfoca en la capacidad de otorgar una atención especializada, de gran variedad y a distintos niveles de servicio, considerando las diversas especialidades que abarca el Hospital, la presencia de profesionales de excelencia, donde la Universidad de Chile le entrega prestigio a su servicio, y por último, la calidad de servicio.
- **Actividades Clave:** Las actividades clave del Hospital son múltiples, pero se pueden resumir en: Gestión de pacientes entrantes y Camas, Atención de Hospitalización y Cuidado de Enfermeras, Visitas de los Médicos, Servicio de alimentación y limpieza y Servicios de apoyo.
- **Recursos Clave:** Los recursos clave del Hospital son sus Recursos Humanos especializados en distintos ámbitos de la salud y las operaciones, Insumos médicos y farmacéuticos requeridos a diario para la atención de los pacientes y por último, su infraestructura preparada para entregar el servicio de salud de calidad deseado.
- **Socios Clave:** Los socios clave del Hospital corresponden primero a Proveedores de insumos médicos y farmacéuticos u otros recursos requeridos, la Universidad de Chile y las Isapres.
- **Estructura de Costos:** Los principales costos en los que incurre el Hospital son los Costos de la atención médica, los Profesionales de salud y la mantención de su infraestructura.
- **Fuentes de Ingresos:** La principal fuente de ingresos del HCUCH son los ingresos por los servicios médicos entregados.

<p><i>Key Partners</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Proveedores de insumos médicos • Proveedores de otros insumos • U. de Chile • Isapres 	<p><i>Key Activities</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de pacientes entrantes y Camas • Atención de Hospitalización y Cuidado Enfermeras • Visitas Médicos • Servicio de alimentación y limpieza • Servicios de apoyo <p><i>Key Resources</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • R.R.H.H. especializado • Insumos médicos y farmacéuticos • Infraestructura preparada 	<p><i>Value Proposition</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Atención especializada de gran variedad y a distintos niveles de servicio • Presencia de profesionales de excelencia • Calidad de servicio 	<p><i>Customer Relationships</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Asistencia personal exclusiva, a través de atención de hospitalización y administración de medicamentos <p><i>Channels</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación directa • Call Center • Reservas web • Derivación Isapre 	<p><i>Customer Segments</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pacientes de servicio de Hospitalización
<p><i>Cost Structure</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Profesionales de salud • Costos de atención médica (insumos, exámenes médicos) 		<p><i>Revenue Streams</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresos por servicios médicos 		

Figura 3.3: Modelo de Negocios de HCUCH
Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4

Análisis Situación Actual

En el presente capítulo se hará un análisis completo de la Situación Actual de los procesos involucrados en el problema abordado por este proyecto. Esta situación es instanciada mediante una arquitectura de procesos y luego estos son detallados. Al detallar, se realiza una descripción exhaustiva de estos procesos, decantando en diagramas BPMN que faciliten su análisis. Finalmente, se realiza un diagnóstico respecto a lo observado y una cuantificación simple del problema.

4.1 Arquitectura de Procesos

El proceso que queremos observar consiste en la interacción que se lleva a cabo entre el Servicio de Farmacia y los distintos Servicios de Hospitalización del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (en adelante, HCUCH).

Considerando el caso particular para hospitales discutido en el Capítulo 2, la siguiente instanciación se lleva a cabo utilizando la Arquitectura de Procesos basada en Patrones de Procesos propuesta por Oscar Barros en (Barros, 2013). Ésta caracteriza un conjunto de procesos globales y recurrentes llamados Macroprocesos, los cuales cumplen con un rol dentro de la organización y contienen otros procesos más detallados. Entonces, observando los patrones de Macroprocesos para un hospital en el mínimo nivel de detalle (también llamado Nivel 0) y considerando la realidad actual del HCUCH, es posible generar la Arquitectura de Macroprocesos asociada a esta organización, como se detalla en la Figura 4.1.

Primero, se identifican los procesos para la *Planificación del Hospital* (correspondiente a Macro 3), los cuales se asocian a su planteamiento estratégico y objetivos en función de éste. Luego, se observan los procesos para *Desarrollo de Nuevas Capacidades* (correspondiente a Macro 2), que se asocian al desarrollo de nuevas líneas de servicios que el hospital podría ofrecer a sus clientes, por ej. nuevas áreas y/o especialidades. Posteriormente se encuentra Macro 1, que en esta arquitectura representa la *Cadena de Valor*, a través de la cual se generan los servicios que se le ofrece finalmente al cliente. En el caso de un hospital, es posible encontrar diversos procesos recurrentes por lo que se puede caracterizar un *patrón de*

Unificación compuesta de dos bloques de procesos principales: Uno asociado a las *Líneas de Servicios al Paciente* (lo llamaremos Macro 1.1), en la que se describen los distintos servicios y prestaciones que es posible ofrecer al cliente, y otro asociado a los *Servicios Compartidos Propios o Internos* (lo llamaremos, Macro 1.2) que estas líneas de servicios tienen en común, como la reserva de horas, servicio de diagnóstico, tratamiento, asignación de camas, entre otros. Además, se incluye un bloque de *Servicios Compartidos Externos*, en las que un agente externo realiza servicios que son transversales dentro del Hospital (ej. mantenimiento de equipos).

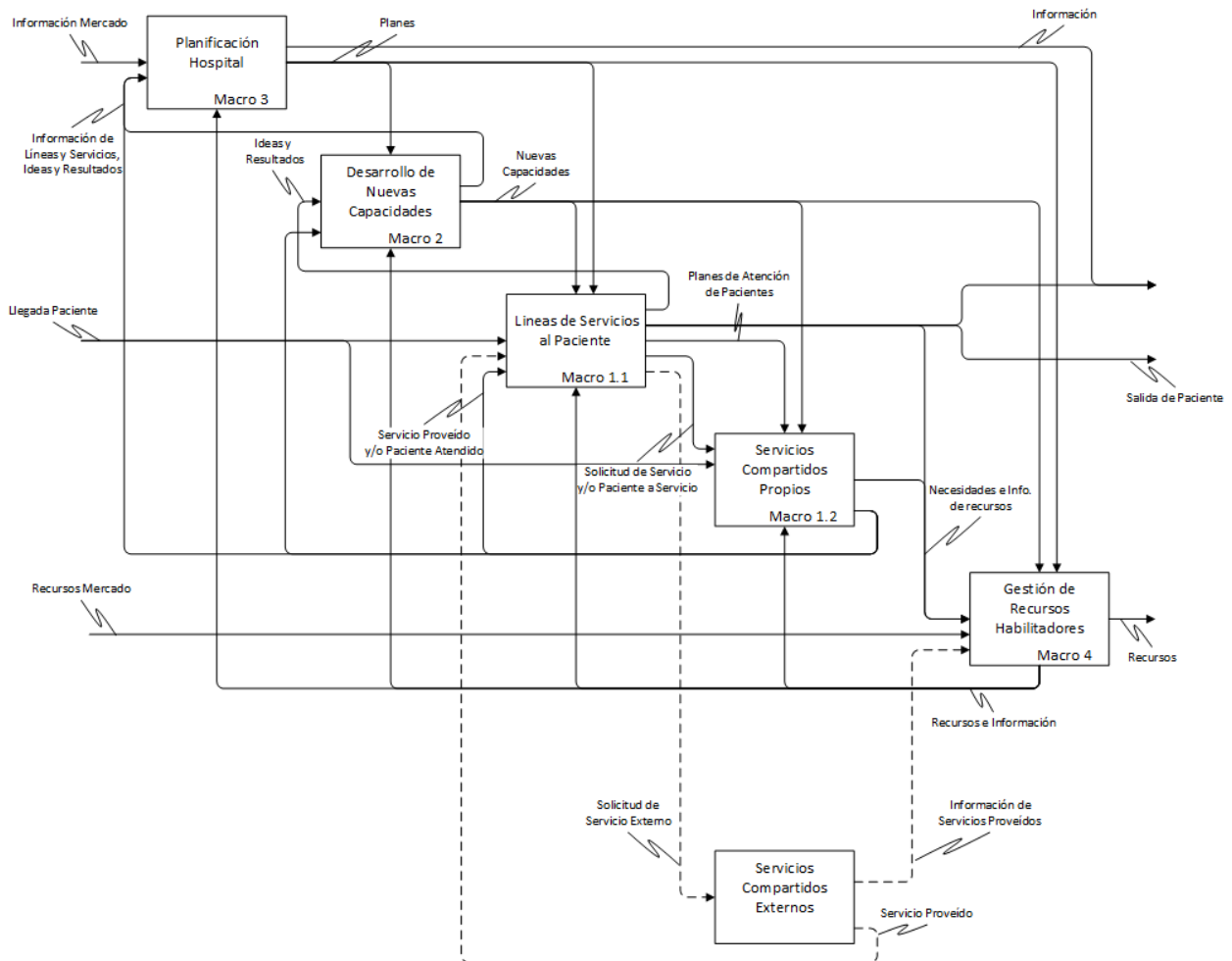


Figura 4.1: Arquitectura de Macroprocesos de HCUCH
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

4.2 Modelamiento Detallado de Procesos

4.2.1 Modelamiento IDEF0

Considerando este proyecto y la descripción inicial, es de interés profundizar en el *Servicio de Hospitalización* del HCUCH. Considerando la Arquitectura de Macroprocesos descrita, estos procesos se encuentran contenidos en Macro 1.1. Entonces, se profundiza primero en

los procesos asociados al bloque de Macroproceso *Líneas de Servicios al Paciente*, los cuales se observan en la Figura 4.2. Dentro de éste, se observan los siguientes procesos:

- **Análisis y Gestión de Demanda Conjunta:** Se encarga de estimar, caracterizar y administrar la demanda de la organización de forma centralizada. Este proceso no está caracterizado como tal en el HCUCH ya que existen unidades ligadas a algunos sistemas de información que permiten hacer esto de forma parcial, pero otras no. En otras palabras, el sistema no es centralizado para la organización completa.
- **Oferta de Otros Servicios:** Servicios anexos como venta de bonos de Fonasa y/o Isapres, ventas de seguros de vida, etc.
- **Atención Urgencia:** Esta línea de servicios atiende a pacientes que necesitan atención médica lo antes posible. Debido a esto, son personas sin una programación previa de su atención. En el HCUCH se ofrece esta atención a adultos, niños y maternidad.
- **Atención Ambulatoria:** Esta línea de servicios atiende a pacientes que programaron con éxito su atención. El HCUCH cuenta con una alta variedad de especialización para esta línea de servicio.
- **Atención Hospitalaria:** Por último, se encuentra la línea de servicios de Atención Hospitalaria, donde se tratan aquellos pacientes que deben ser hospitalizados, tanto por problemas médicos como por intervenciones quirúrgicas. Este proyecto se enfoca en esta línea de servicios.

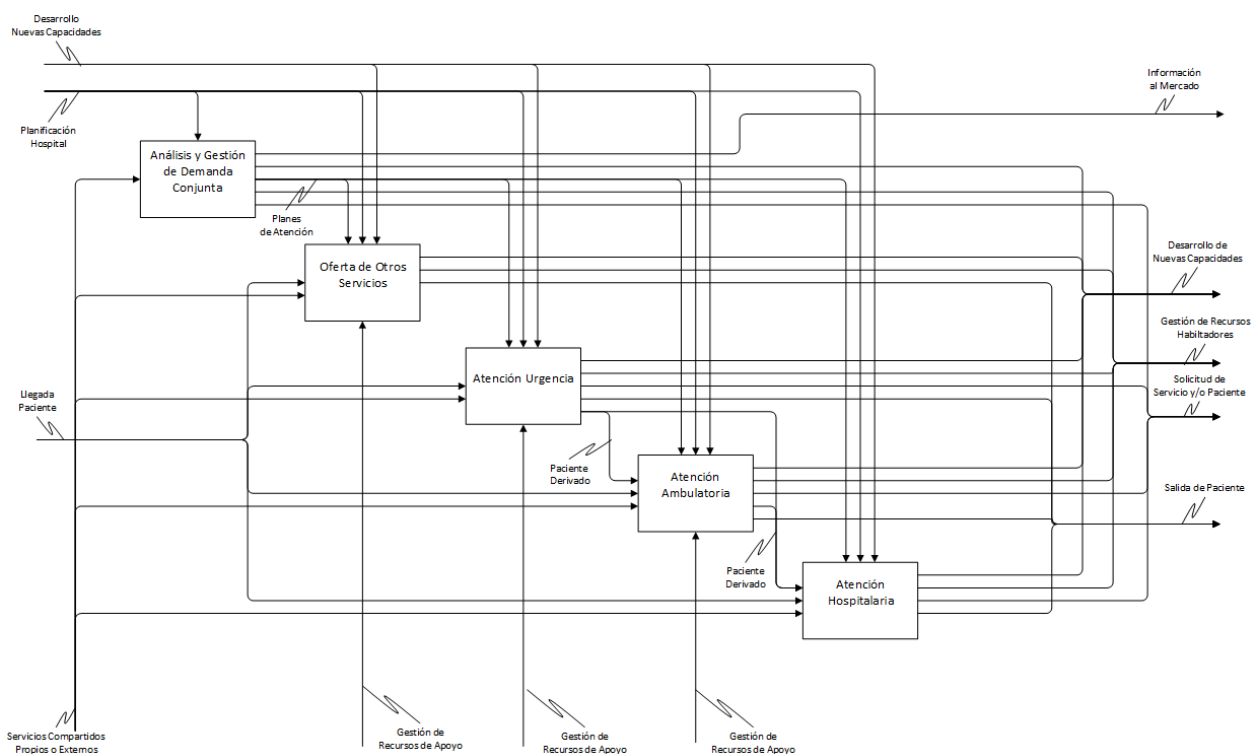


Figura 4.2: Macro 1.1 - Líneas de servicios a pacientes
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

Luego, observando el bloque de Macroprocesos *Servicios Compartidos Propios*, los cuales se detallan en la Figura 4.3, se aprecia que los servicios son generales y que reciben pacientes desde todas las líneas de servicios. Entre estos, se encuentra el *Servicio de Farmacia*.

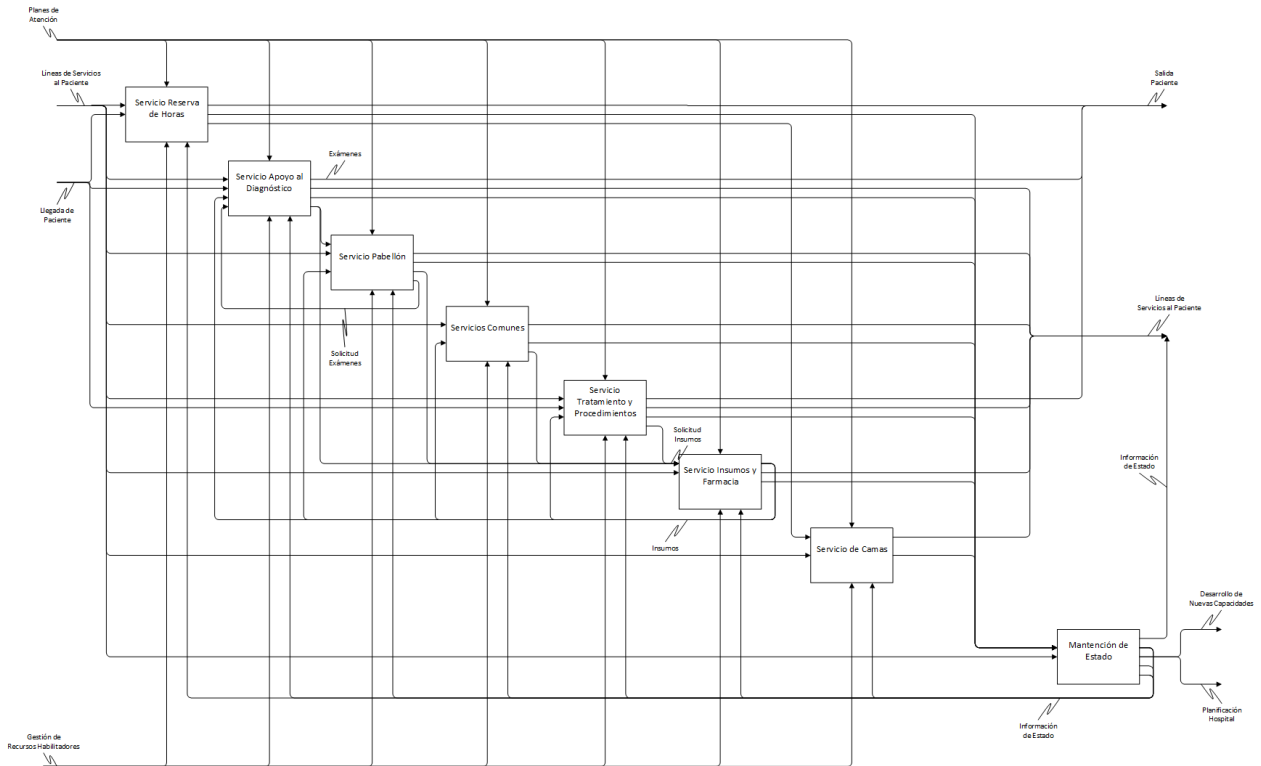


Figura 4.3: Macro 1.2 - Servicios Compartidos Propios
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

Ahora, es posible instanciar la *Atención Hospitalaria* utilizando el Patrón de Procesos de Macro 1 para Cadena de Valor, la que se observa en la Figura 4.4. Al generar esta instancia, se identifican los procesos asociados a la relación con los pacientes, la gestión del servicio en si y su entrega. Del mismo modo, es posible instanciar el *Servicio de Farmacia* hacia los demás servicios del hospital utilizando Macro 1, como se observa en la Figura 4.5.

En general, el hecho de que un medicamento esté disponible para el paciente, ocurre durante la interacción entre el Servicio de Hospitalización correspondiente y el Servicio de Farmacia. Por lo tanto, será ahí donde se observará para realizar una descripción de la Situación As-Is que involucra este proceso. Para el caso particular del HCUCH, la interacción entre ambos servicios se traduce principalmente en dos procesos: Indicación de Medicamentos y Devolución de Medicamentos.

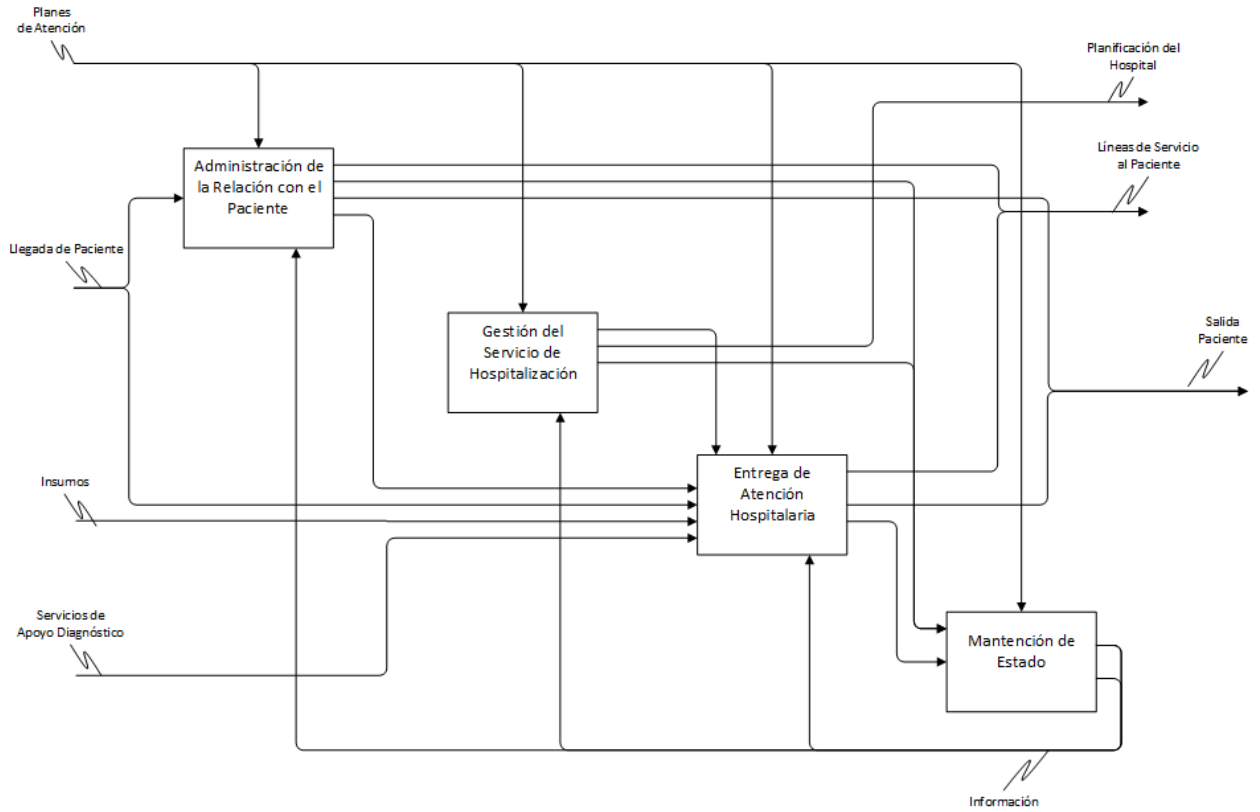


Figura 4.4: Patrón de Procesos para Cadena de Valor - Servicio de Hospitalización
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

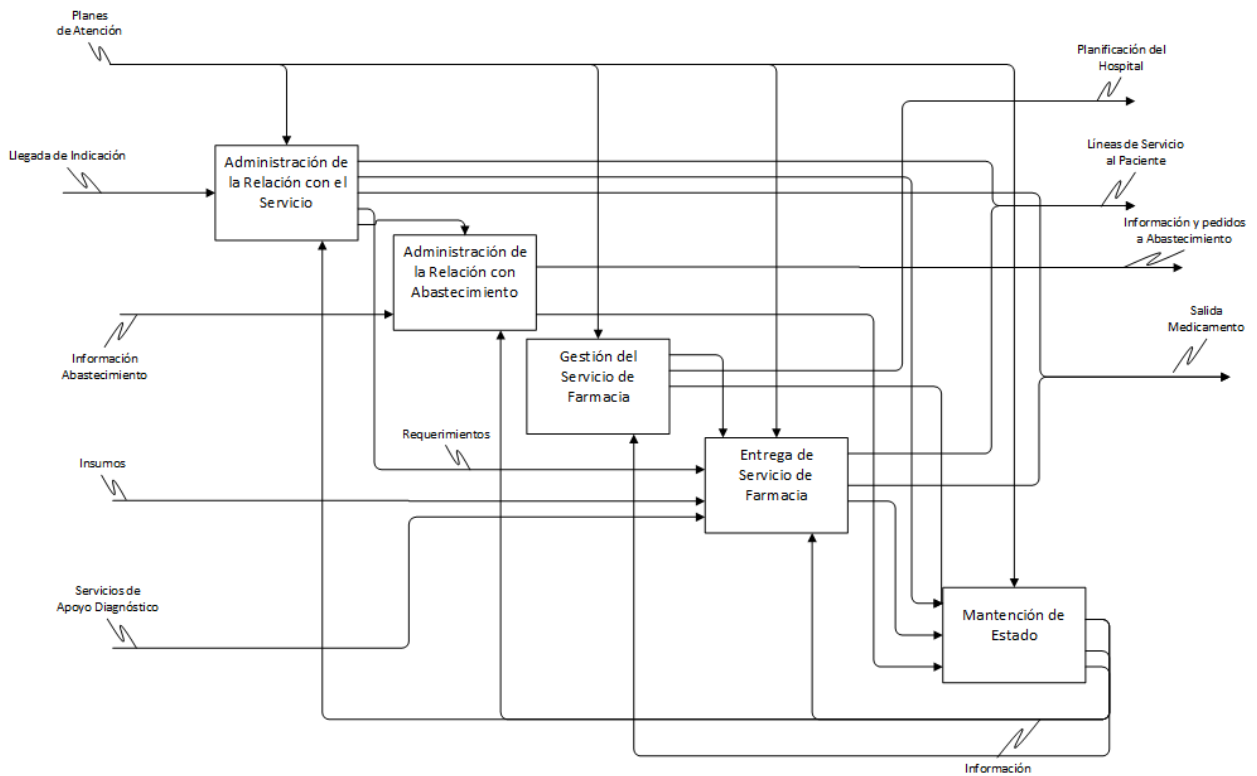


Figura 4.5: Patrón de Procesos para Cadena de Valor - Servicio de Farmacia
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

La interacción entre Farmacia y cada Servicio se dará cuando los pacientes hospitalizados en cada Servicio requieran medicamentos. Este requerimiento surge durante la *Entrega* del Servicio de Hospitalización y estará directamente involucrado con la *Entrega* del Servicio de Farmacia hacia los distintos Servicios de Hospitalización. En particular, para observar estos procesos en más detalle, se puede profundizar en *Gestión del Servicio de Hospitalización y Entrega de Atención Hospitalaria*

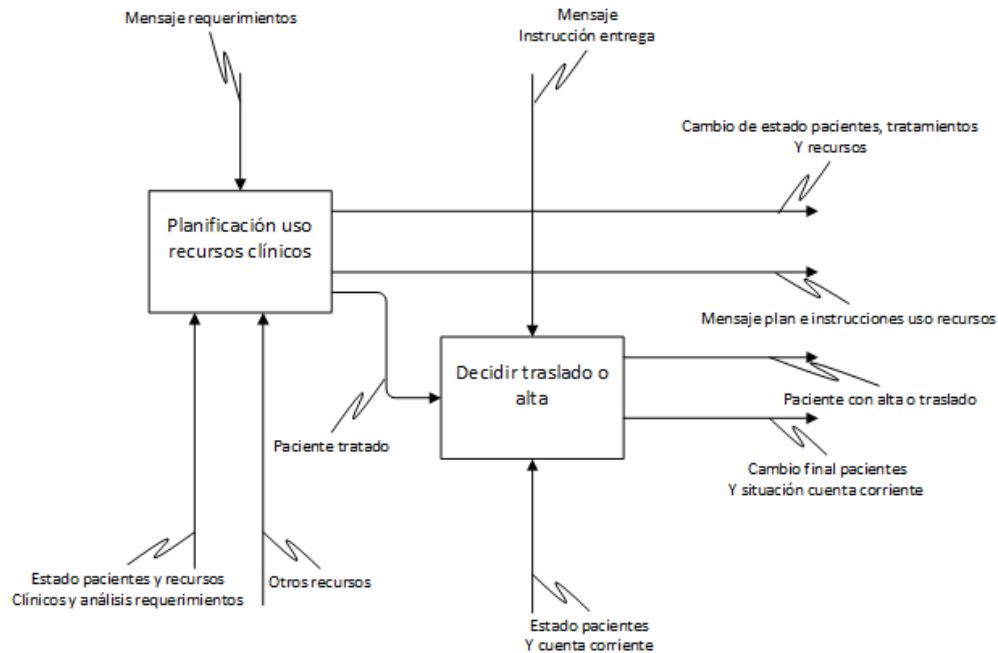


Figura 4.6: Patrón de Procesos para Gestión del Servicio de Hospitalización
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

La Figura 4.6 muestra el detalle de *Gestión del Servicio de Hospitalización*. En este punto, los pacientes ya son parte del Servicio de Hospitalización correspondiente. Por lo tanto, están en condiciones de recibir el servicio a través de su atención. Para esto, el primer paso es *Planificar el uso de los distintos recursos clínicos* a partir de los distintos requerimientos que se reciban y considerando el estado de los pacientes y los recursos disponibles. El paciente también puede ser *trasladado* a otro Servicio de Hospitalización o *dado de alta* si es que cuenta con las condiciones de retirarse a su casa.

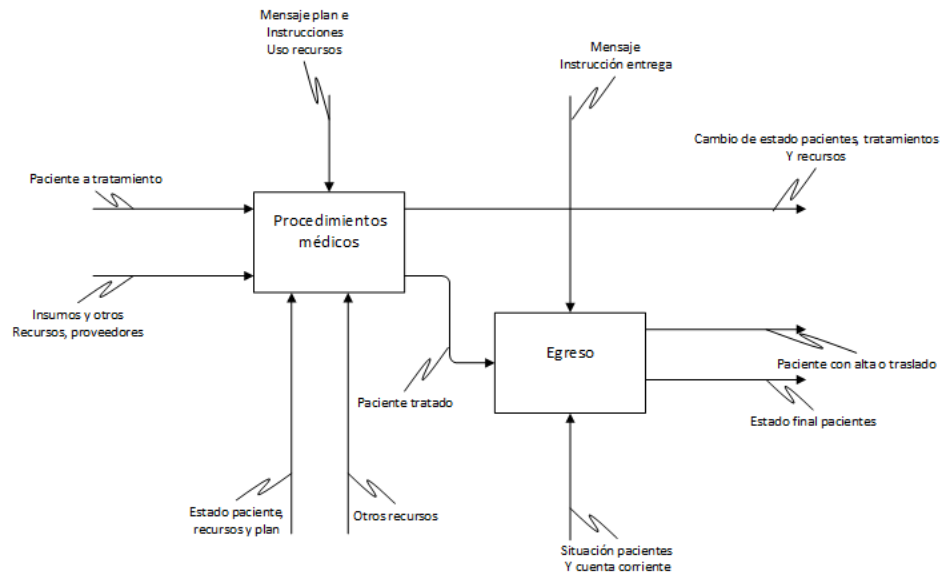


Figura 4.7: Patrón de Procesos para Entrega del Servicio de Hospitalización
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

Luego de que la Gestión se lleva a cabo, el siguiente paso es *Entregar* el Servicio de Hospitalización, detallado en la Figura 4.7. Para esto, los pacientes reciben distintos *Procedimientos médicos* en base a las instrucciones generadas en el proceso anterior y teniendo en consideración el estado de los pacientes y los recursos disponibles. Eventualmente, el paciente puede *Egresar* desde el Servicio, sea por un traslado o por ser dado de alta.

Como se mencionó previamente, existe una relación entre la *Entrega* del Servicio de Hospitalización y la *Entrega* del Servicio de Farmacia. Para observar con mayor detalle el Servicio de Farmacia, se profundizará en el Patrón de Procesos para su Cadena de Valor.

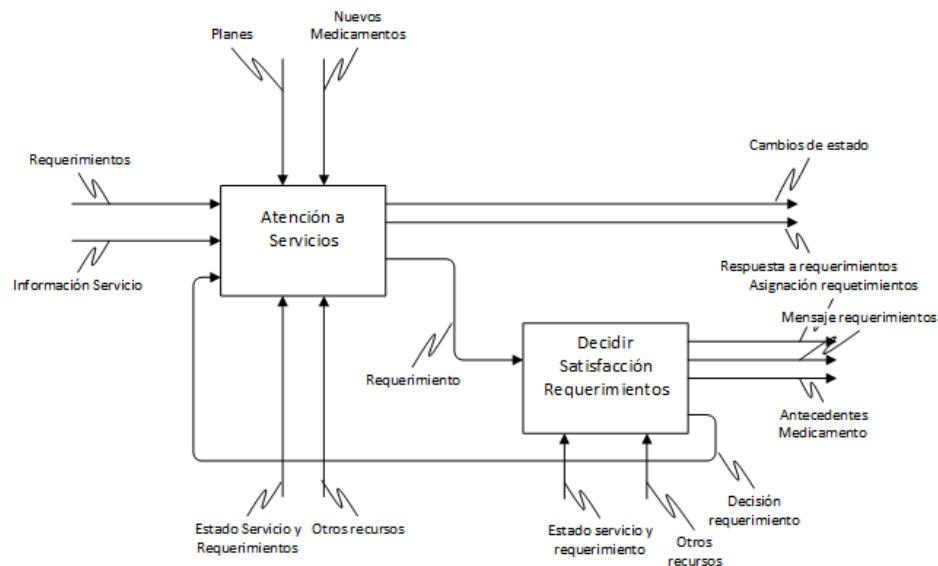


Figura 4.8: Patrón de Procesos para Administración de Relación con el Servicio
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

Considerando la interacción de Farmacia y los Servicios de Hospitalización, los procesos que interesa observar según los alcances de este proyecto, corresponden a *Administración de Relación con el Servicio*, *Gestión del Servicio de Farmacia* y *Entrega del Servicio de Farmacia*.

El proceso de *Administración de Relación con el Servicio* representa cómo Farmacia se dispone a atender los distintos Servicios de Hospitalización. La *Atención* que se entregará se define a partir de los distintos requerimientos que llegan desde cada uno, sin embargo, Farmacia debe decidir si es posible *satisfacer* estos requerimientos, considerando el estado de este requerimiento y de los recursos disponibles (ej. Disponibilidad del Medicamento solicitado).

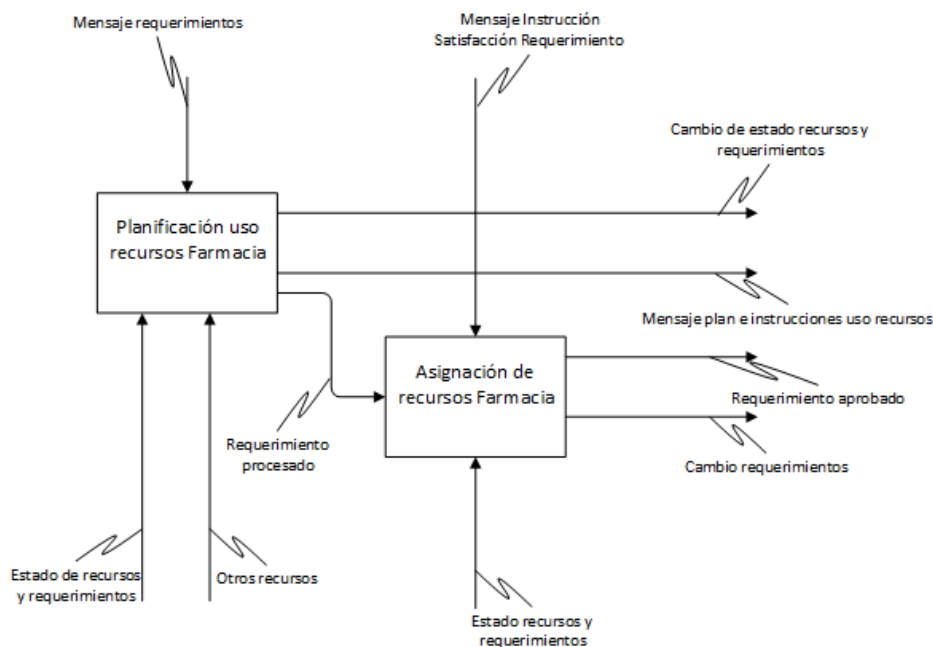


Figura 4.9: Patrón de Procesos para Gestión del Servicio de Farmacia
 Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

Una vez que se ha decidido cuáles requerimientos satisfacer, el siguiente paso se refleja en *Gestión del Servicio de Farmacia*. Farmacia cuenta con distintos recursos para satisfacer estos requerimientos. Recursos asociados al insumo mismo (medicamentos), al transporte de estos, Recursos Humanos involucrados, etc. Entonces, considerando el estado de todos estos recursos y del requerimiento involucrado, se debe *Planificar* el uso de estos recursos, para luego *Asignarlos* según corresponda.

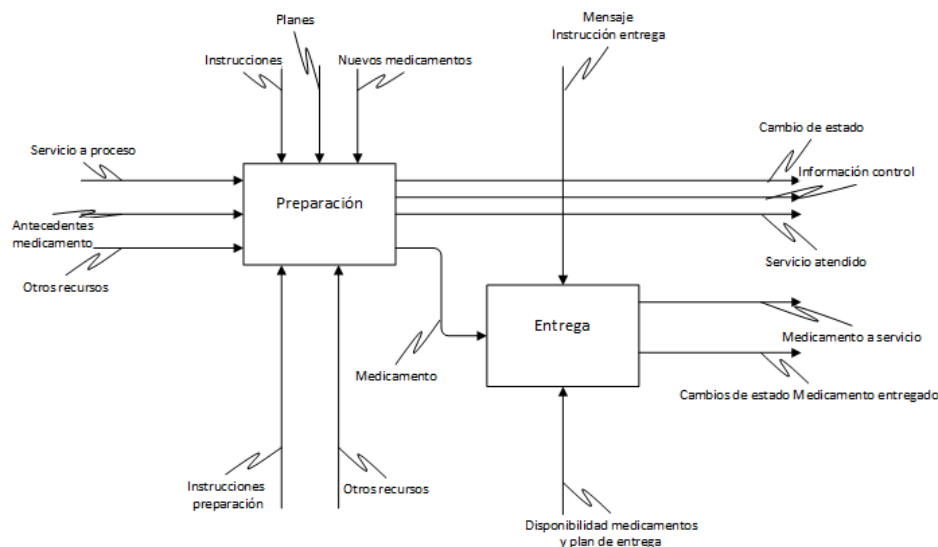


Figura 4.10: Patrón de Procesos para Entrega del Servicio de Farmacia
Fuente: Elaboración propia a partir de (Barros, 2013)

Finalmente, cuando ya se han asignado los recursos necesarios para satisfacer los requerimientos del Servicio correspondiente, se procede a la *Preparación*, donde se organizan los recursos involucrados para el paso posterior de *Entrega*, donde los recursos se transportan efectivamente hacia el Servicio.

Hasta ahora, se ha querido hacer una revisión genérica sobre los Patrones de Procesos asociados a los procesos que interesa observar para este proyecto en particular. Sin embargo, se pretende realizar una descripción más detallada y cercana a la realidad actual del HCUCH respecto a estos procesos, para así detallar de forma completa la Situación *As-Is* asociada a la interacción entre Farmacia y los Servicios de Hospitalización.

Con esto en consideración, a continuación se profundizará en los procesos correspondientes a partir del Patrón de Procesos Macro 1 instanciado, los cuales serán caracterizados utilizando Modelamiento BPMN.

4.2.2 Modelamiento BPMN

Gestión y Entrega de Servicio de Hospitalización

Para comprender cómo funciona el Servicio de Farmacia y cómo interacciona con los otros Servicios, el primer paso es entender el Servicio de Hospitalización a la hora de atender a sus pacientes. Para esto, se observa y modela el proceso asociado a la Gestión y Entrega de Servicio de Hospitalización.

Según el Patrón de Procesos para Macro 1, estos procesos se deberían encargar de:

- Recibir y utilizar los requerimientos que se tengan del Servicio. En este caso, saber qué hacer ante el requerimiento de recibir un paciente para su hospitalización.

- Indicar al proceso de Entrega, qué, cómo y cuándo entregar. Esto se puede entender como clarificar estas preguntas para el servicio de hospitalización correspondiente. Qué atenciones requiere el paciente, cómo y cuándo se le deben entregar, etc.
- Alimentar a otros procesos respecto a su actividad y su estado. Si el servicio necesita un insumo o medicamento, debe informarlo a los involucrados en los procesos asociados a la Administración de la relación con proveedores y a Mantenimiento de Estado.
- Utilizar los insumos y recursos disponibles para entregar efectivamente el servicio al paciente. Esto se realiza a partir de las instrucciones de gestión recibidas.

Entonces, considerando estos objetivos, a continuación se describe un proceso de Gestión y Entrega de Servicio de Hospitalización, el cual contiene ambas lógicas. Este proceso fue levantado a partir de distintas entrevistas realizadas al personal clave del HCUCH involucrado en estas funciones. En particular, con la Enfermera Jefe, la Enfermera de Mejoramiento Continuo y las Enfermeras principales del Servicio de Cirugía.

El proceso de Gestión y Entrega de Servicio de Hospitalización se desarrolla en los distintos *Servicios* existentes en el HCUCH. Un *Servicio* se entiende como una unidad de especialización en la que se atiende a los distintos pacientes hospitalizados. Entonces, este proceso describe las distintas actividades por las que un paciente debe pasar en alguno de los servicios del HCUCH, una vez que ha sido admitido de forma exitosa.

En este proceso se identifican dos roles que participan de forma activa en el desarrollo de las distintas actividades por las que debe pasar un paciente. Estos son el *Personal Médico* y el *Personal de Enfermería* asociado al Servicio respectivo. El Personal de Enfermería considera *Enfermeras* y *Técnicos en Enfermería*.

El primer paso para cada paciente es *gestionar su ingreso* a alguno de los Servicios de una especialidad determinada. Esta gestión en la práctica, se reduce a verificar que el paciente cuente con las condiciones necesarias para estar en el Servicio y realizar los pasos necesarios en el sistema de Ficha Clínica Electrónica para que el paciente pueda ingresar al Servicio.

Eventualmente, esta actividad requerirá llevar a cabo una *revisión de las camas disponibles* en el Servicio respectivo. Considerando lo que se mencionaba anteriormente, si bien un paciente puede estar hospitalizado en un Servicio asociado a su tratamiento respectivo, como las camas en el HCUCH son asignadas según su disponibilidad, el paciente puede terminar hospitalizado en cualquiera de los Servicios, independiente del motivo por el cual esté ahí. Esta situación puede ser resuelta posteriormente a través de traslados, pero eso es parte de otro proceso. Entonces, al revisar las camas disponibles, se sabrá si existe alguna o no.

En el caso de que no hayan camas disponibles, se inician las gestiones para que el paciente sea *trasladado a otro Servicio con camas disponibles* y el proceso para este Servicio termina. En cambio, si existen camas disponibles, se le *asigna esta cama* y el Servicio ya está en condiciones para atenderlo y podemos decir que el paciente se encuentra efectivamente *hospitalizado*. Hasta este punto, todo el proceso ha sido llevado a cabo exclusivamente por el Personal de Enfermería.

A partir de este punto, los eventos posibles son aleatorios aunque dentro de un conjunto de posibilidades que se puede acotar y dependerán del estado del paciente y su evolución. A continuación, se listan los posibles eventos de forma acotada:

- Cuidados básicos: Durante su hospitalización, el paciente puede recibir diversos Cuidados básicos, los cuales varían entre curaciones, limpieza, alimentación y cualquier otra atención que esté fuera del marco de una *Evaluación* o *Procedimiento*.
- Visita médica: En instantes fijos del día, el *Personal Médico* visita el Servicio y a sus respectivos pacientes. Durante estas visitas, los médicos pueden llevar a cabo una *Evaluación* para observar el estado de salud del paciente, y a partir de esta Evaluación, establecer un *Procedimiento* que deberá llevarse a cabo para el paciente en cuestión.
- Asignación de Alta: Considerando la descripción anterior de las visitas del médico al Servicio, al evaluar, el médico puede decidir si el paciente cumple con los *criterios de Alta* o no. Si los cumple, estos serán verificados por el Personal de Enfermería, quienes gestionarán el *egreso del paciente*.

Considerando estos posibles eventos, el proceso itera sobre ellos hasta que eventualmente el médico decide dar el Alta al paciente. La lógica descrita anteriormente se observa en el Diagrama BPMN para este proceso, contenido en la Figura 4.11.

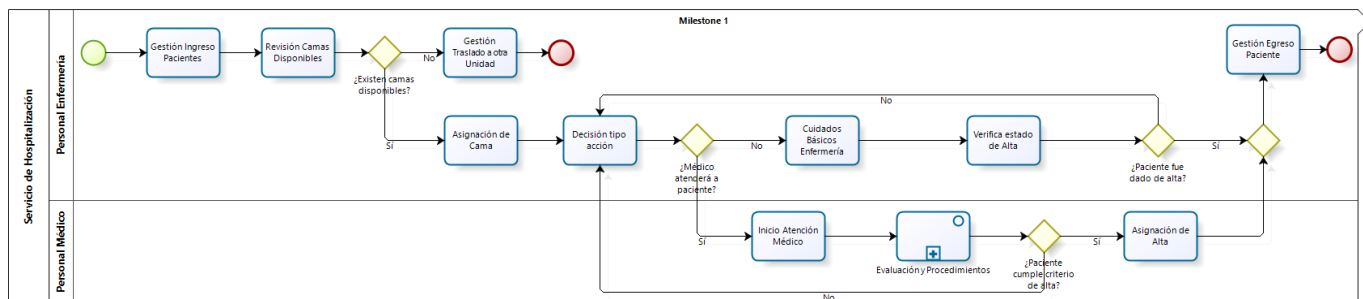


Figura 4.11: Diagrama BPMN para Gestión y Entrega de Servicio de Hospitalización
Fuente: Elaboración propia

Ahora, es posible observar en mayor detalle las actividades asociadas a *Evaluación y Procedimientos*, la cual se caracteriza en la Figura 4.11 como un subproceso. El detalle de este subproceso se puede observar en la Figura 4.12, donde en este caso el Personal Médico toma el protagonismo de las actividades.

Entonces, el subproceso de *Evaluación y Procedimientos* consiste primero en una *Evaluación e Indicación de Procedimiento*, que no es más que la Evaluación mencionada anteriormente en la descripción de la Atención Médica. Una vez que el médico examina y evalúa al paciente, este toma una decisión respecto al próximo paso que debe seguir en su tratamiento. Dicho de otra forma, decide cuál será el *Procedimiento* que se llevará a cabo. Entonces, se caracterizan los posibles Procedimientos en una serie de otros subprocesos que pueden llevarse a cabo en paralelo por parte del Personal Médico. Estos son los siguientes:

- Solicitud de Exámenes y/o Imagenología: Eventualmente, un médico necesita más información para poder generar un diagnóstico y así decidir sobre futuros Procedimientos para el paciente. Esta información adicional la proporcionan exámenes y/o imágenes especializadas que ellos pueden indicar: Radiografías, Resonancias Magnéticas, Ecografías, Perfil Hematológico, etc.
- Procedimiento Quirúrgico: El tratamiento para un paciente puede llegar al punto de requerir un Procedimiento Quirúrgico o *Cirugía*, la que se lleva a cabo en Pabellón e involucra personal especializado como un Médico Cirujano, un Anestesiólogo, etc.
- Indicación de Medicamentos: Durante su estadía en el Hospital, los médicos prescriben medicamentos a sus pacientes, los cuales posteriormente son administrados por el Personal de Enfermería según la dosis y frecuencia establecida.

En complemento a los Procedimientos indicados por el Personal Médico, el Personal de Enfermería puede desarrollar acciones que permiten que estas indicaciones se concreten, como gestionar las solicitudes de exámenes, preparar a los pacientes para el ingreso a Pabellón, entre otras.

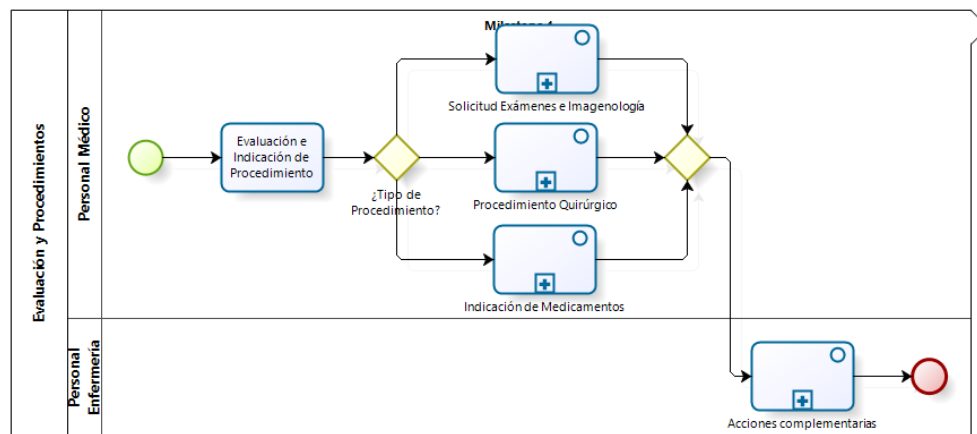


Figura 4.12: Diagrama BPMN expandido para subproceso de Evaluación y Procedimientos
Fuente: Elaboración propia

Ahora que se ha caracterizado el Servicio de Hospitalización, se puede observar que éste contiene un subproceso directamente relacionado con el Servicio de Farmacia, el cual corresponde a *Indicación de Medicamentos*. De hecho, este subproceso es el que caracteriza la interacción entre el Servicio de Farmacia y algún Servicio de Hospitalización. Por lo tanto, a continuación describiremos este subproceso en detalle.

Indicación de Medicamentos

El proceso de *Indicación de Medicamentos* es aquel que caracteriza todas las actividades necesarias para que los medicamentos lleguen desde Servicio de Farmacia hacia algunos de los Servicios de Hospitalización. Cabe mencionar que este proceso es distinto al proceso asociado

a reponer el stock disponible en el Servicio de Farmacia desde el Servicio de Abastecimiento. Este proyecto no abarca esa interacción.

Indicación desde el Servicio

El proceso comienza en alguno de los Servicios de Hospitalización. En cada uno de estos, los médicos realizan una *visita* a sus pacientes en algún momento del día durante la mañana. El horario en que los médicos realizan sus visitas es variable, ya que depende de la dinámica de cada Servicio correspondiente. Sin embargo, todos los Servicios que reciben medicamentos a través de este proceso, realizan la Visita Médica antes de las 13:30 hrs. Como se mencionó anteriormente, en las Visitas Médicas, los médicos deciden cuáles Procedimientos se realizarán a sus respectivos pacientes.

Luego de realizar la visita y si el Procedimiento lo requiere, los médicos deben ubicarse frente a un computador y realizar *indicaciones* de medicamentos a través del Sistema de Ficha Clínica Electrónica. En particular, el HCUCH utiliza el software TICares¹ con este fin. Entonces, en una *indicación*, los médicos señalan para cada paciente el *nombre* del medicamento, su *presentación* (el formato en el que viene el medicamento) y la *dosis* asociada. Esto se ingresa a través de un campo libre del software, llamado *Pauta*. Una indicación puede contener más de un medicamento para el paciente correspondiente. Las indicaciones se completan en campos de texto genéricos en el software de TICares y los médicos no tienen información respecto a la disponibilidad en Farmacia de los medicamentos que solicitan. Puede pasar una cantidad de tiempo considerable entre que el médico visita a sus pacientes y realiza la Indicación.

El siguiente paso es la *Revisión de Indicaciones* por parte del Personal de Enfermería. Dependiendo de la dinámica de cada Servicio, las Enfermeras saben aproximadamente la hora en que deberían estar disponibles las indicaciones de medicamentos a través de la Ficha Clínica Electrónica. Entonces, a partir de esa hora, las Enfermeras realizan una *revisión* de las indicaciones recibidas. En este proceso, las Enfermeras revisan y validan que las indicaciones sean coherentes respecto a sus datos ingresados, especialmente respecto a su presentación y las dosis indicadas. Si la indicación no es validada por el Personal de Enfermería, esta debe ser corregida por el médico que la realizó en primera instancia, por lo tanto el proceso falla y termina ya que no existe una instancia directa de iteración en estos casos (el médico podría no estar disponible luego de las visitas). En el caso contrario, si la indicación es validada se procede al siguiente paso.

Luego de la Revisión, el Personal de Enfermería *incluye* las *soluciones gluco-salinas* (o *Sueros*) necesarias para administrar los medicamentos indicados al paciente. Esta es una decisión que depende de la Enfermera a cargo. Al igual que con los medicamentos, no se cuenta con información respecto a la disponibilidad de estos insumos en Farmacia.

Finalmente, una vez que se han incluido las soluciones gluco-salinas a las indicaciones, el Personal de Enfermería *envía* las indicaciones a través del Sistema de Ficha Clínica Elec-

¹Software privado desarrollado por la empresa española Telvent. Lamentablemente, no existen mayores referencias respecto al software o a la empresa.

trónica. Este envío genera una *receta* que llegará al *Sistema Informático de Farmacia*, el cuál es distinto al Sistema de Ficha Clínica Electrónica. A partir de este punto, el Servicio de Farmacia puede ver en su sistema, las distintas recetas solicitadas por el Servicio correspondiente.

Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados

El Servicio de Farmacia en conjunto con cada Servicio de Hospitalización, ha acordado un horario fijo de *despacho* de medicamentos, basado en la dinámica propia de cada Servicio y las capacidades de Farmacia. Existen 3 instancias o *vuelatas* de despacho fijas y una vez al día, en las que se distribuyen los distintos Servicios de Hospitalización. Estos se detallan en la Tabla 4.1. Estas indicaciones se encuentran en un papel, pegadas en la pared del *área de Dispensación* del Servicio de Farmacia. Aquí se desarrollan las principales actividades del proceso.

Servicio	Vuelta	Horario de Despacho
Unidad de Atención Continua Nefrología, Nefrología, Medicina Física, Neurocirugía, Cardiología	1era Vuelta	11:00 hrs.
Gastroenterología, Traumatología, Otorrino, Clínica Quirúrgica 3er Piso, Puerperio, Neonatología, Clínica Quirúrgica 2do piso	2era Vuelta	11:30 hrs.
Cirugía 1, Cirugía 2, Cirugía 3, Pensionados Urología, Medicina Interna	3era Vuelta	12:00 hrs.

Tabla 4.1: Horarios de Despacho definidos en Servicio de Farmacia
Fuente: Servicio de Farmacia - Febrero 2021

El *horario de despacho* representa la hora aproximada en que se realizará el despacho desde Farmacia. Para que este horario se cumpla, el compromiso de cada Servicio es haber enviado sus recetas antes de esta hora, para que Farmacia tenga tiempo de preparar el despacho. Existen algunos casos en que las recetas para los Servicios asociados a la 2da o 3era Vuelta podrían llegar mucho antes de lo esperado. En esos casos, Farmacia prepara estos despachos antes y se podrían llevar en una vuelta más temprana de aquella en la que está asignado el Servicio.

Entonces, considerando estos horarios de despacho, Farmacia revisa por iniciativa propia su Sistema Informático para poder ver si los Servicios han enviado recetas. Para esto, ingresan a la opción *Auditoría de Solicitudes*, como se aprecia en la Figura 4.13. Aquí se despliega una lista de solicitudes de Medicamentos organizada según Servicio. Luego, cuando el Personal de Farmacia que está realizando este paso (puede ser una Químico-Farmacéutica o un Técnico de Farmacia) observa que hay algún Servicio con las suficientes *recetas solicitadas*, se genera

un *Proceso de Receta* o simplemente *Proceso*, que es como ellos llaman internamente al hecho de empezar a procesar las recetas solicitadas.

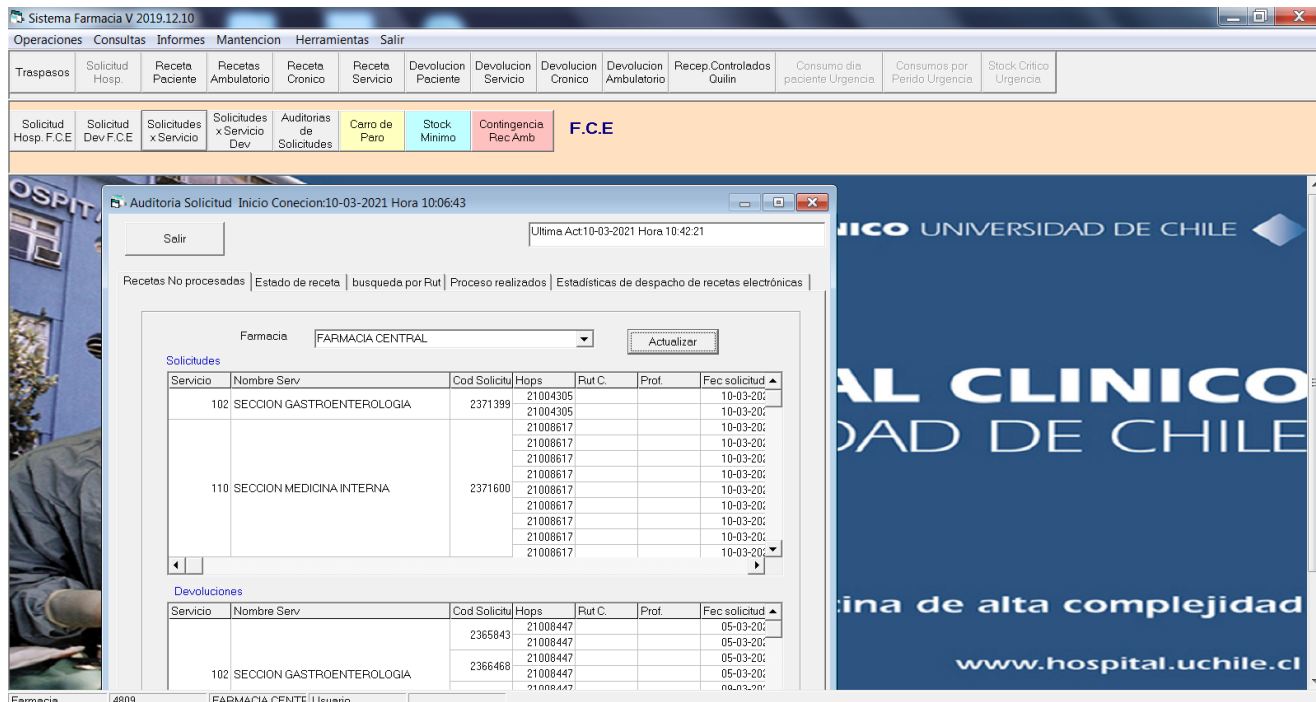


Figura 4.13: Sistema Informático de Farmacia - Auditoría de Solicitudes
Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

Un Proceso de Receta se genera a través de la opción *Solicitudes por Servicio* (Figura 4.14). Esta opción contiene una interfaz en la que el Personal de Farmacia puede *imprimir* todas las solicitudes hechas en un Servicio hasta ese momento. Al imprimir, se genera un documento llamado *Informe de Solicitudes a Despachar* (Figura 4.15) el cual contiene un listado de los medicamentos y sueros solicitados por Paciente, para el Servicio. Este documento será impreso en papel (utilizando la opción dispuesta para ello en la ventana que despliega el documento) por el Personal de Farmacia para continuar. Cabe mencionar que una vez que se escoge *imprimir*, las solicitudes que se muestran acá no volverán a aparecer en el paso anterior de *Auditoría de Solicitudes* nunca más. Por lo tanto, si el documento no alcanza a ser impreso por algún error del computador o un error humano (ej. cerrar la ventana antes de imprimir en papel), el proceso fallará y no se podrá continuar con esas recetas de forma normal.

Si se logró imprimir en papel el Informe de Solicitudes a Despachar, el siguiente paso es *digitar la receta* para poder generar un *Comprobante de Despacho de Receta*, lo que se traducirá en *confirmar el despacho según stock*. Para lograr esto, el Personal de Farmacia utiliza el módulo de *Solicitud Receta* (Figura 4.16) donde se busca una receta según su folio, contenido en el Informe de Solicitudes a Despachar como *solicitud*. Luego, el Personal de Farmacia digita la cantidad a despachar, según lo solicitado. Generalmente, este paso cumple funciones de validación, ya que aquí el Personal de Farmacia verifica que las solicitudes hechas por el Servicio sean coherentes en base a su experiencia. Por la forma en que el Sistema de

Ficha Clínica Electrónica traduce las indicaciones del Médico en la cantidad solicitada, es común que existan errores en la solicitud donde ésta termina siendo exageradamente mayor².



Figura 4.14: Sistema Informático de Farmacia - Solicitudes por Servicio
Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

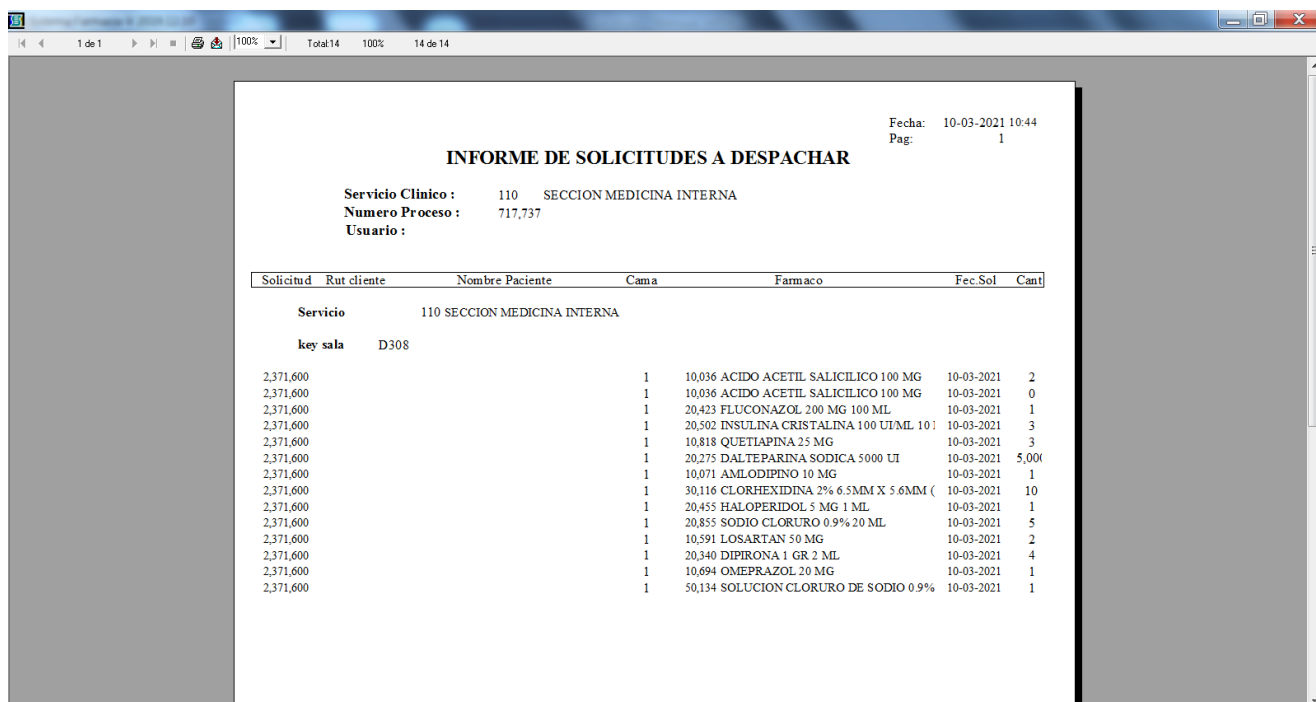


Figura 4.15: Sistema Informático de Farmacia - Informe de Solicitudes a Despachar
Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

²Se profundizará sobre este error en el apartado de Diagnóstico de la Situación Actual



Figura 4.16: Sistema Informático de Farmacia - Solicitud Receta
Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

Entonces, en la ventana que se aprecia en la Figura 4.16, se digita la cantidad que efectivamente se despachará en la columna *Despachado*. Considerando lo anterior, el Personal de Farmacia puede digitar una cantidad igual o menor a lo que aparece en la columna *Solicitado*. Una vez que se completa este digitado, se *guarda* la receta. Si para alguno de los insumos no existe stock suficiente según lo que se pretende despachar, la plataforma se lo indicará al usuario y no permitirá que la receta se guarde sin antes corregir la cantidad (podría reducirse o llevarse a cero). Este paso podría llevar a que para un insumo en particular, el proceso falle por falta de stock. Si la receta se logra guardar exitosamente, se genera el *Comprobante de Despacho de Receta*. Luego, el Personal de Farmacia que está realizando la actividad, imprime dos copias del Comprobante de Despacho. Una copia se almacena en Farmacia como respaldo, mientras que la otra es utilizada por un Técnico de Farmacia para la preparación. Esta preparación corresponde al *Armado de la Casetera* correspondiente al Servicio.

Los medicamentos y sueros se transportan hacia los Servicios de Hospitalización en *caseteras*. Estas consisten en cajas metálicas de 29.5 cms de ancho y 39 cms de largo, con cierta cantidad de *filas* y en cada fila existe un compartimento que puede contener cierta cantidad de *cajones* o *gavetas*. Existen 3 tipos distintos de casetera: de 4 (39 cms de alto), 5 (47 cms de alto) y 6 filas (55.5 cms de alto). Una fila puede configurarse con 2 o 3 cajones, los que tienen el mismo ancho distribuido en el espacio disponible. Esta configuración es completamente flexible y se pueden combinar como se estime conveniente. Por ejemplo, una casetera de 4 filas, podría tener mínimo 8 cajones y máximo 12. Actualmente, cada Servicio tiene asignada una casetera, considerando la cantidad de camas disponibles que tenga. Por esta razón, las caseteras se encuentran rotuladas de forma fija, con un rótulo adherido a la parte superior de ésta. Por otro lado, cada cajón se rotula con el nombre del paciente correspondiente al momento del Armar la casetera con un papel escrito manualmente. Los cajones incluyen una

ranura de plástico transparente en la que se puede ubicar este rótulo.

Médico
R. u. t

Hospital Clínico
Universidad de Chile

Comprobante de Despacho Receta N° 2,371,600

Fecha Receta 10-03-2021

Paciente 110 SECCION MEDICINA INTERNA N° Ficha 7,129,466
Servicio Sala D308 Cama 1

Medicamentos

Sec.	Codigo	Nombre Farmaco	Via	Un	Cantidad Solicitada	Cantidad Despachada	Cantidad Devuelta
429,002	10,694	OMEPRAZOL 20 MG	O	CA	1	1	_____
429,003	10,071	AMLODIPINO 10 MG	O	CO	1	1	_____
429,004	20,340	DIPIRONA 1 GR 2 ML	I	AM	4	4	_____
429,005	10,036	ACIDO ACETIL SALICILICO 100 MG	O	CO	0	0	_____
429,006	10,818	QUETIAPINA 25 MG	O	CO	3	3	_____
429,007	20,423	FLUCONAZOL 200 MG 100 ML	I	FR	1	1	_____
429,008	10,591	LOSARTAN 50 MG	O	CO	2	2	_____
429,009	20,455	HALOPERIDOL 5 MG 1 ML	I	AM	1	1	_____
429,010	20,275	DALTEPARINA SODICA 5000 UI	I	DO	5,000	1	_____
429,011	20,502	INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 ML	I	UI	3	3	_____
429,012	50,134	SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC	I	EV	1	1	_____
429,497	10,036	ACIDO ACETIL SALICILICO 100 MG	O	CO	2	2	_____
429,498	20,855	SODIO CLORURO 0.9% 20 ML	I	AM	5	5	_____
429,499	30,116	CLORHEXIDINA 2% 6.5MM X 5.6MM (BASE ALCOHOLIC) T	UN	UN	10	10	_____

Nombre Responsable _____ Hora: _____ Recepcion Conforme (Nombre y Firma) _____

Figura 4.17: Sistema Informático de Farmacia - Comprobante de Despacho
Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

El *Armado de Casetera* consiste en rellenar cada cajón de una casetera asociada al Servicio, desarrollado en el *área de Dispensación* de Farmacia (Figura 4.19). Para esto, los Técnicos de Farmacia utilizan el Comprobante de Despacho de cada Receta asociada al Servicio, impreso previamente. Con este documento, ellos recolectan de forma manual los medicamentos desde sus *Estantes*, dispuestos a lo largo de los muros del *área de Dispensación*. Luego, los medicamentos se ubican en el cajón correspondiente. Finalmente, cada cajón se rotula y se incluye la copia asociada del Comprobante de Despacho en éste.



Figura 4.18: Distintos tipos de Casetera. 4, 5 y 6 filas
Fuente: Fotografías tomadas en Servicio de Farmacia



Figura 4.19: Proceso de Armado de Caseteras
Fuente: Fotografía tomada en Servicio de Farmacia - área de Dispensación

En paralelo al proceso de Armado de Caseteras, los Técnicos de Farmacia completan para cada casetera un formulario en papel llamado *Orden de Pedido diario de Sueros a Farmacia*. Para completarlo, el Técnico considera el total solicitado por el Servicio de cada suero y este total se incluye en el formulario. Luego, se deja sobre la casetera y las actividades continúan.

Luego de este Armado, las Químico-Farmacéuticas de Farmacia realizan una *Validación*, en la que considerando el Comprobante de Despacho incluido en cada cajón, se confirma que éstos contengan todo lo que éste indica, para finalmente firmar este documento. A partir de este punto, la casetera está lista para ser despachada. Cabe mencionar, que existen elementos que no van dentro de las caseteras. Existen casos en que se transportan *medicamentos refrigerados* en *coolers*, los cuales solo cumplen la función de transportar el medicamento. Una vez que se llega al Servicio, el encargado del despacho le pasa el medicamento refrigerado a alguien del Personal de ese Servicio y el cooler vuelve a Farmacia de vuelta. Por otro lado, los sueros se suelen transportar aparte, ya que el espacio dentro de la casetera no lo permite.

Una vez que la Validación ha concluido, el Auxiliar de Farmacia encargado del despacho de las caseteras las empieza a ubicar en el *medio de transporte* de estas. Mientras lo hace, éste revisa la Orden de Pedido diario de Sueros a Farmacia y comienza a agregar los sueros correspondientes a cada Servicio junto a las caseteras. Esta actividad no es validada por las Químico-Farmacéuticas. Generalmente, los sueros se agregan sueltos o en sus cajas originales cuando su cantidad solicitada lo amerita. Estas pueden ser rotuladas o no según el Servicio asociado, dependerá de la metodología de trabajo a la que esté acostumbrado el Auxiliar de Farmacia encargado del despacho del día.

El *Despacho de Caseteras* se realiza una vez que están listas todas las caseteras del horario asociado, según lo que se especifica en la Tabla 4.1. Existe la posibilidad de que alguno de los Servicio (incluso, podría ser más de uno) no alcancen a enviar sus Recetas en el horario

acordado. En estos casos, no se envía la casetera y es responsabilidad del Servicio respectivo enviar a alguien de su personal a Farmacia para recoger los medicamentos.

La actividad de despacho se lleva a cabo por el Auxiliar de Farmacia. Para esto, el Auxiliar carga el medio de transporte con las caseteras y los sueros como se mencionó anteriormente. El Auxiliar de Farmacia escoge el medio de transporte que tenga a la mano según su preferencia personal. Farmacia tiene dos opciones para transportar caseteras: Primero, un *Carro de transporte* compuesto de rejillas metálicas y ruedas para facilitar su desplazamiento. Sus dimensiones son 60 cms de ancho, 120 cms de largo y 150 cms de alto. Tiene dos compartimentos:

- Uno principal, que es donde se cargan las caseteras, el cual va rodeado de los muros de rejilla que componen el carro.
- Uno superior, que corresponde al *techo* del carro, donde se suele cargar elementos de menor peso como cajas con sueros y/o coolers.



Figura 4.20: Carro de Transporte para Caseteras
Fuente: Fotografía tomada en HCUCH

La segunda opción corresponde a un *pallet* de madera de 80 cms de ancho y 119 cms de largo, el cual es transportado por una carretilla para pallets.

Una vez que se ha finalizado la carga en el medio de transporte, se procede al *despacho* propiamente tal, que se traduce en una *Vuelta de Despacho*. Para esto, el Auxiliar de Farmacia realiza una *ruta* basado en su propia experiencia, por lo que esta ruta puede variar dependiendo de las decisiones personales del Auxiliar encargado de realizar el despacho. Durante esta actividad, se hace un uso muy frecuente de los *ascensores* del HCUCH, los cuales son limitados y son de uso compartido por todo el Personal del HCUCH, quienes también transportan equipos, contenedores de basura y pacientes tanto en silla de ruedas como camas. Cuando se encuentra algún paciente, se le da prioridad, por lo que el Auxiliar de Farmacia baja en el piso en que se haya topado con esto y luego espera un nuevo ascensor para llegar a su piso destino.

Los despachos de caseteras son dirigidos hacia *Estaciones de Enfermería*, asociados a cada Servicio. En estos lugares, el Personal de Enfermería desarrolla sus actividades administrativas y logísticas correspondientes a su Servicio. Los Servicios y sus respectivas Estaciones, están repartidas en todo el Hospital y a lo largo de sus 5 pisos. Por lo tanto, la ruta de despacho suele requerir un uso muy frecuente de algún ascensor disponible.

Una vez que el Auxiliar de Farmacia llega a cada Servicio, descarga la casetera respectiva y también alguna caja de sueros o medicamento refrigerado si corresponde, ingresa a la Estación de Enfermería y las ubica en algún lugar despejado. Luego, se retira y continúa al siguiente Servicio en su ruta o vuelve a Farmacia para finalizar la Vuelta correspondiente. Esta actividad itera hasta que se han completado todas las vueltas de despacho.

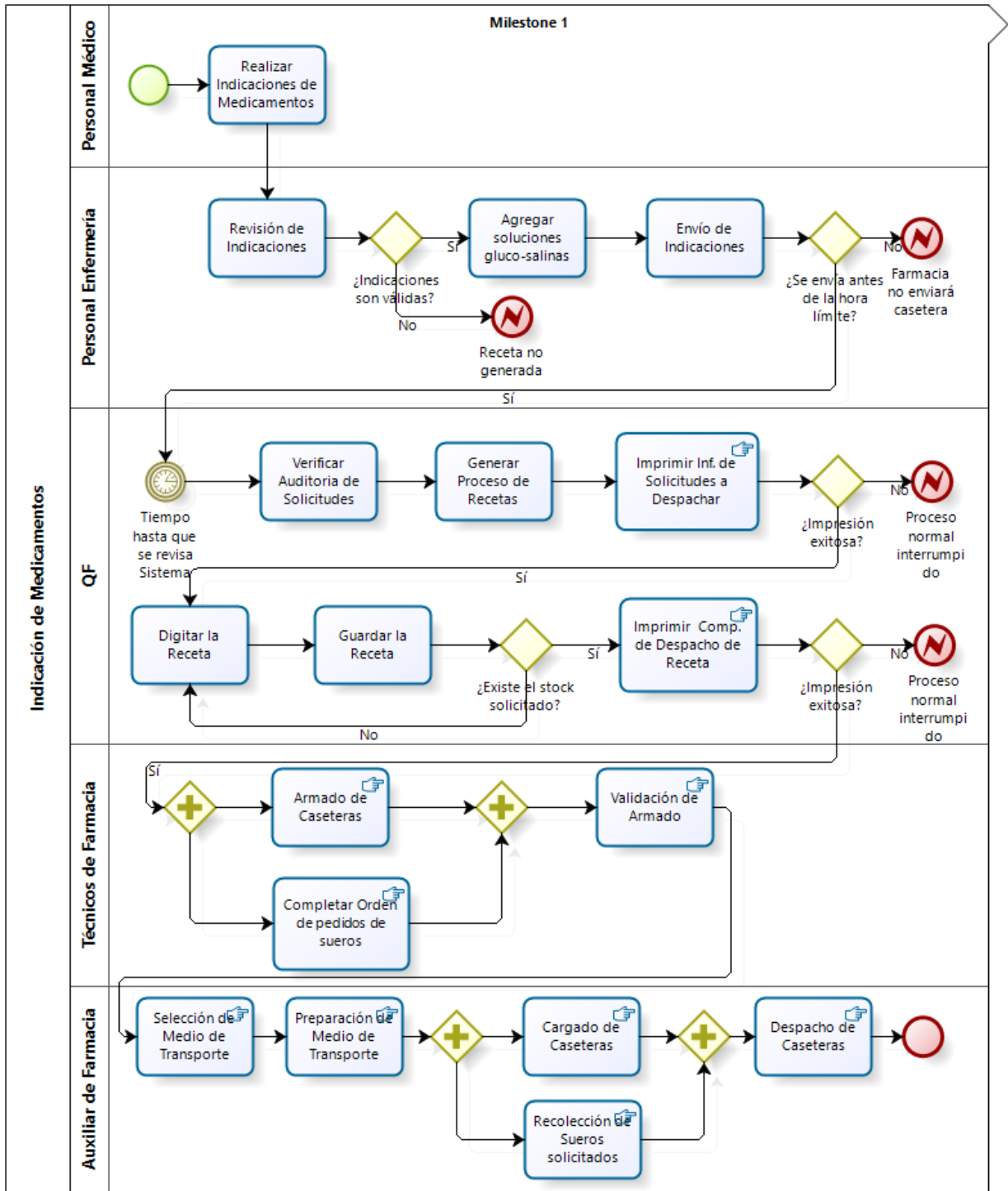


Figura 4.21: Diagrama BPMN para Situación Actual de Indicación de Medicamentos y Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados
Fuente: Elaboración propia

Devolución de Medicamentos

Considerando la actualidad del HCUCH y sus Servicios de Hospitalización, las *devoluciones de medicamentos y sueros* son altamente frecuentes. Estas corresponden a la devolución de aquellos medicamentos y/o sueros que no fueron utilizados durante el día. Los motivos por los cuales se realizan devoluciones son:

- Se suspende el tratamiento: El Médico puede decidir suspender el tratamiento, en función de su evaluación del Paciente, para cambiarlo por otro o simplemente porque éste ya no es necesario.
- El paciente se va de alta: El Médico también puede decidir que el Paciente ya está en condiciones de ser dado de alta, por lo que ya no se le administrarán medicamentos ni sueros en el Hospital.
- Se piden medicamentos y/o sueros de más: Los Servicios suelen solicitar más medicamentos y/o sueros de los que requiere el tratamiento del día. Entonces, como no se utilizan por completo, estos se envían de vuelta a Farmacia. Este suele ser el motivo más frecuente, según el Personal de Farmacia.

El *Proceso de Devolución* de medicamentos y sueros comienza en los Servicios de Hospitalización. De forma similar a los despachos, los Servicios han acordado junto a Farmacia los horarios en los que se comprometen a disponer de las devoluciones preparadas para ser retiradas. En algunos Servicios, esto se hace antes de que se realice la primera vuelta de despachos, entre 10:00 y 10:30 hrs. y en otros Servicios, los horarios de despacho y devolución coinciden. En estos casos, cuando el Auxiliar de Farmacia llega con el despacho, también aprovecha de retirar la devolución. Las instancias de devolución por cada Servicio, se incluyen en la Tabla 4.2. En este caso, las 2da, 3era y 4ta vueltas de devolución, corresponden a las 1era, 2da y 3era vueltas de despacho respectivamente.

Servicio	Vuelta	Horario de Devolución
Traumatología, Otorrino, Clínica Quirúrgica 2do Piso, Clínica Quirúrgica 3er Piso, Puerperio, Cirugía 1, Cirugía 2, Cirugía 3, Gastroenterología	1era Vuelta	10:00 hrs.
Unidad de Atención Continua Nefrología, Nefrología, Medicina Física, Neurocirugía, Cardiología	2era Vuelta*	11:00 hrs.
Neonatología	3era Vuelta*	11:30 hrs.
Pensionados Urología, Medicina Interna	4era Vuelta*	12:00 hrs.

Tabla 4.2: Horarios de Devolución definidos en Servicio de Farmacia
Fuente: Servicio de Farmacia - Febrero 2021

Entonces, el Personal de Enfermería de cada Servicio debe *Preparar* la devolución primero. Para esto, se revisa cada cajón de la casetera despachada el día anterior y a través del Sistema de Ficha Clínica Electrónica, ingresan las cantidades devueltas de cada medicamento y suero por cada indicación enviada. Esto se traduce en una *Solicitud de Devolución*.

Luego, una vez que llega la hora de devolución correspondiente, el Auxiliar de Farmacia pasará por el Servicio asociado para retirar la casetera que contiene las devoluciones del día anterior. Podría darse el caso de que el Servicio no tenga preparadas las devoluciones. Si se da esta situación, el Auxiliar de Farmacia no se llevará las devoluciones y será responsabilidad del Servicio llevar las devoluciones a Farmacia posteriormente. Por lo tanto, el proceso falla.

Posteriormente, las devoluciones llegan junto al Auxiliar de Farmacia al volver de alguna del las vueltas por los Servicios. Al llegar, el Auxiliar de Farmacia descarga el medio de transporte y ubica las caseteras devueltas sobre unos mesones dispuestos en el pasillo principal del Servicio de Farmacia. Una vez que las caseteras con devoluciones ya están en Farmacia, el Personal está en condiciones para empezar a *gestionar* las devoluciones. A diferencia de los despachos, el Personal de Farmacia en teoría cuenta con todo el resto del día para gestionar estas devoluciones, es decir, no están sujetos a una restricción de horario durante el día para tenerlas listas.

La Gestión de Devoluciones empieza de forma similar a los despachos. El Personal de Farmacia también pueden verificar las devoluciones en el módulo llamado *Auditorías de Solicitudes*. Aquí, podrían ir revisando por iniciativa propia para saber si se han generado nuevas devoluciones y así empezar a gestionarlas. Sin embargo, en la práctica no lo hacen, ya que como no tienen una restricción horaria para terminar esta gestión de devoluciones, no necesitan estar pendientes del momento en que éstas comienzan a generarse, sino que solo esperan que lleguen las caseteras.

Fecha: 10-03-2021
Pag: 1

INFORME DE SOLICITUDES DE DEVOLUCION

Servicio Clínico : 104 UNIDAD INTERMEDIA NEFROLOGICA
Numero Proceso : 78,065

key sala A300

Solicitud	Rut cliente	Nombre Paciente	Nro Cam	Farmaco	Fec.Sol	Cant
2,370,289			13	20,470HIDROCORTISONA SUCCINA	09-03-2021	2
2,370,289			13	10,937TIROXINA 100 MCG	09-03-2021	1
2,371,086			13	10,055ACIDO FOLICO 1 MG	09-03-2021	5

key sala E402

Solicitud	Rut cliente	Nombre Paciente	Nro Cam	Farmaco	Fec.Sol	Cant
2,371,258			2	20,676NOREPINEFRINA 4 MG 4 ML	10-03-2021	2

key sala E404

Solicitud	Rut cliente	Nombre Paciente	Nro Cam	Farmaco	Fec.Sol	Cant
2,369,947			1	20,697PARACETAMOL 1GR/100ML	09-03-2021	3
2,369,947			1	20,340DIPIRONA 1 GR.2 ML	09-03-2021	3

key sala E405

Figura 4.22: Sistema Informático de Farmacia - Informe de Solicitudes de Devolución
Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

Entonces, en vez de pasar por ese módulo, el Personal de Farmacia se va directamente al módulo *Solicitudes por Servicio Devoluciones*, donde de forma similar al módulo que se aprecia en la Figura 4.14, se pueden extraer todas las Solicitudes de Devolución hechas por el Servicio correspondiente a alguna de las caseteras que llegaron de vuelta. Esto queda consolidado en el *Informe de Solicitudes de Devolución*, el cual se imprime para continuar. En este informe, se indica por cada receta enviada el día anterior, las cantidades devueltas por cada medicamento y suero. De forma similar a lo que pasaba en los despachos, si se falla al imprimir este documento, el proceso fallará ya que no es posible volver a generarlo.



Figura 4.23: Verificación de Devoluciones
Fuente: Fotografía tomada en Servicio de Farmacia

El siguiente paso corresponde a *Verificar las Devoluciones*. Esto se realiza en los mesones donde se descargan las caseteras devueltas, como se aprecia en la Figura 4.23. Para esto, el Técnico de Farmacia utiliza el Informe de Solicitudes de Devolución para uno de los Servicios y revisa su casetera asociada con devoluciones, realizando los siguientes pasos:

1. Revisa cada cajón de la casetera y *sanitiza* su interior, utilizando un atomizador con desinfectante líquido.
2. Extrae cada Medicamento/Suero devuelto y también lo sanitiza.
3. Utilizando el Informe de Solicitudes por devolución, verifica que la cantidad devuelta declarada en este informe sea igual a la que en verdad se incluyó en la casetera.
4. Independiente del caso, se indica manualmente en el papel cuánto se devolvió de cada medicamento/suero.
5. Finalmente, se ubican los medicamentos y sueros ubicados en un recipiente dispuesto en la parte inferior del mesón (Figura 4.24). Los medicamentos se incluyen todos juntos independiente de su tipo. Los sueros se ubican en un recipiente aparte.



Figura 4.24: Recipientes con Devoluciones ya verificadas
Fuente: Fotografía tomada en Servicio de Farmacia

Item	Medicamento	Via	Un	Solicitado	Despachado	Codigo
24680	HIDROCORTISONA SUCCINATO 100 MG	I	FR	2		2047
24681	TIROXINA 100 MCG	O	CO	1		1093

Figura 4.25: Sistema Informático de Farmacia -
Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

Una vez que ya se realizó la verificación, el siguiente paso es *digitar las devoluciones*. Aquí, el Personal de Farmacia utiliza el módulo *Solicitud Receta Hospitalizados Devolución*, donde se busca cada receta indicada en el Informe de Solicitudes por Devolución y se digita la cantidad devuelta efectivamente, la cual fue verificada en el paso anterior. En este caso, como se aprecia en la Figura 4.25, la columna *Solicitado* indica la cantidad que el Servicio

declaró haber devuelto, mientras que la columna *Despachado* corresponde a lo que Farmacia verificó como lo que efectivamente fue devuelto.

Si estas cantidades calzan para todos los insumos devueltos, no hay problema y el proceso continúa normalmente. Sin embargo, es posible que estas no calcen, debido a errores humanos o errores informáticos. El Personal de Farmacia y de algunos Servicios manifiestan que el hecho de que las devoluciones no aparezcan registradas inmediatamente en el Sistema Informático de Farmacia es un caso frecuente, debido a problemas técnicos relacionados a la forma en que ambos sistemas informáticos (el sistema de Farmacia y la Ficha Clínica Electrónica) se comunican entre sí. De todas maneras, independiente del origen del problema, se puede dar dos casos:

- La cantidad que llegó efectivamente puede ser mayor a la cantidad declarada por el Servicio. En ese caso, los *Medicamentos sobrantes* se mantienen aparte, ya que en un próximo despacho, serán enviados de vuelta al Servicio que los devolvió. El resto sí se queda y se digita.
- La cantidad que llegó efectivamente puede ser menor a la cantidad declarada por el Servicio. En ese caso, Farmacia simplemente digita la cantidad que llegó, pero generalmente no se le da aviso al Servicio de esta situación (a menos que corresponda a un Medicamento muy caro a juicio del Personal de Farmacia).

En ambos casos, eventualmente el Servicio de Hospitalización tendrá que *rectificar* la devolución, haciendo una nueva devolución según la cantidad que falta para cumplir con aquellos insumos no consumidos por el paciente. Sin embargo, ni la Ficha Clínica Electrónica ni el Sistema Informático de Farmacia permiten hacer esto utilizando la misma receta en la que ya se hizo la devolución, sino que deben buscar un camino alternativo para poder concretar el trámite en este caso. Ante estos casos, se considera que el proceso original falla. Sin embargo, a continuación se describen los dos caminos alternativos posibles que actualmente utilizan los Servicios y Farmacia para conseguirlo:

- El método más utilizado es buscar alguna *receta anterior* en la que no existan devoluciones y que contenga el insumo a devolver. Entonces, la devolución se gestiona usando esa receta.
- El último recurso es hacer las gestiones necesarias para que el medicamento sea restado directamente desde la cuenta del Paciente. Farmacia puede hacer esto. Sin embargo, al hacerlo, no tienen una forma directa de devolver el medicamento para que su devolución se vea reflejada en el stock. Cuando esto pasa, aquellos que tienen una cuenta de Administrador en el Sistema Informático de Farmacia pueden hacerse devoluciones a sí mismos para lograr reponer el stock en estos casos.

El último paso, una vez que se digitaron todas las devoluciones del Servicio y se guardaron los cambios, corresponde a *Reponer* los medicamentos y sueros en sus respectivas estanterías

o lugar de almacenamiento en el caso de los sueros. Este proceso es completamente manual, donde el Técnico de Farmacia repone los medicamentos uno por uno, a partir de los recipientes en los que la devolución fue recolectada previamente.

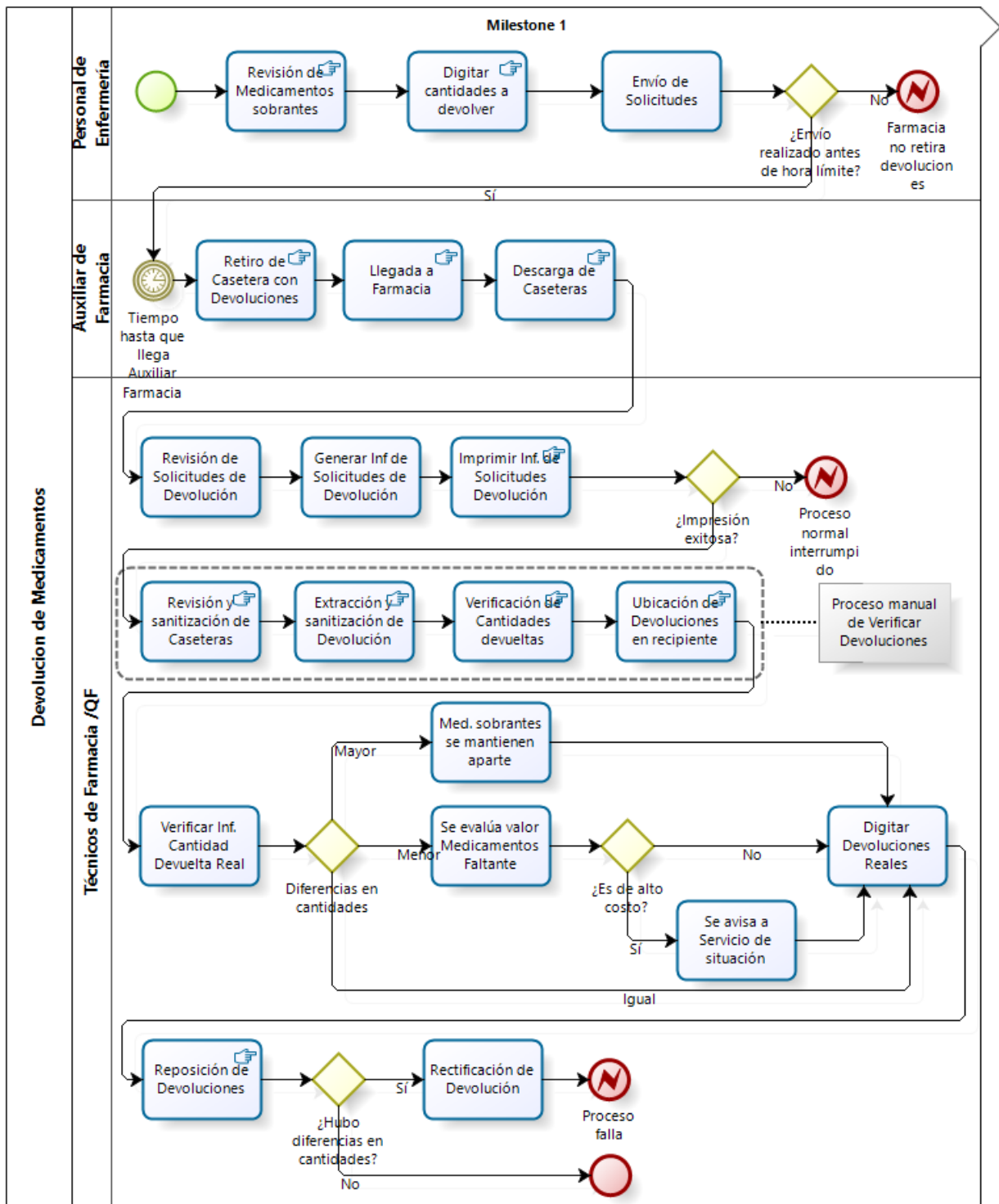


Figura 4.26: Diagrama BPMN para Situación Actual de Devolución de Medicamentos
Fuente: Elaboración propia

4.3 Diagnóstico de la Situación Actual

Para generar un diagnóstico de lo que actualmente ocurre en la interacción entre el Servicio de Farmacia y los Servicios de Hospitalización, sería conveniente observar los Patrones de Procesos asociados a estos servicios. Esto es relevante ya que estos patrones contienen elementos que dadas las buenas prácticas levantadas por la experiencia en otros dominios, deberían estar presentes para asegurar que los distintos procesos cumplen los objetivos de negocio de la organización. Los Patrones de Procesos asociados a esta interacción son: Gestión del Servicio de Hospitalización, Entrega del Servicio de Hospitalización, Administración de Relación con el Servicio del Servicio de Farmacia, Gestión del Servicio de Farmacia y Entrega del Servicio de Farmacia. Todos estos Patrones de Procesos vienen de las instancias de Macro 1 (Cadena de Valor) caracterizadas para los Servicios de Hospitalización y Farmacia del HCUCH.

Teniendo en consideración las descripciones previamente revisadas de estos Patrones de Procesos, es posible indicar todas las falencias observadas en la Situación Actual descrita anteriormente. Además, serán señaladas algunas observaciones hechas durante el levantamiento en terreno realizado de los procesos en el Servicio de Farmacia.

4.3.1 Indicación de Medicamentos

Indicación desde el Servicio

Durante el proceso de Indicación de Medicamentos, se reconocen dos problemas críticos en la Situación Actual, junto con algunas prácticas propias de la Cultura Organizacional subyacente, que impactan de forma negativa en otros procesos.

El primer problema crítico corresponde a una *Mantenimiento de Estado incompleta* desde el Servicio de Farmacia. En particular, el hecho de que los médicos no sepan en primera instancia si el medicamento que pretenden indicar a un paciente está disponible o no en el stock real de Farmacia, produce un quiebre en el proceso, que eventualmente llevará a una falla en el flujo de éste. Si un medicamento no está, el proceso tendrá que empezar de nuevo, ya que solo el médico puede alterar sus indicaciones y la disponibilidad de ellos es limitada durante el día. Tampoco existe una *Mantenimiento de Estado* respecto al stock que se encuentra en el Servicio de Hospitalización. Podría ser que el mismo paciente al que le están indicando medicamentos, aún tenga existencias en la casetera que fue despachada el día anterior o incluso, que algún otro paciente del mismo Servicio disponga de ese medicamento. Sin embargo, el médico no cuenta con esta información en ningún momento.

El segundo problema crítico corresponde a un *Mensaje de salida propenso a fallas* a partir de la indicación hecha por el Médico. Este problema se relaciona con la forma en que el software de Ficha Clínica Electrónica transforma las indicaciones del Médico en una instrucción para el Sistema Informático de Farmacia. Para graficar esta situación, a continuación se describe un ejemplo.

Medicamento-Presentación	Pauta	Vía	Observaciones Médicas	Condición	Fecha de inicio	Fecha Cese	Días	Validada	Operador Valida
Haloperidol 5 mg 1 ml	1 miligramos	Intramuscular		Si SAS > 4 .	10/03/2021 13:15	16/03/2021 15:05	6	<input type="checkbox"/>	
Dipirona 1 gr 2 ml	1 gramos	Intravenosa		1 gr EV Si EVA >3	11/03/2021 08:32		6	<input checked="" type="checkbox"/>	
Acido acetil salicilico 100 mg	100 miligramos A las 13:00 Diario	Oral			06/03/2021 00:06		11	<input checked="" type="checkbox"/>	
Amlodipino 10 mg	10 miligramos A las 09:00 Diario	Oral	Amlodipino 10mg 1 comp al día		08/03/2021 12:12		9	<input checked="" type="checkbox"/>	
Atorvastatina 40 mg	40 miligramos A las 21:00 Diario	Oral			16/03/2021 07:35		1	<input checked="" type="checkbox"/>	
Lactulosa 66% 200 ml.	15 mililitros A las 09:00, 17:00 Diario	Oral			13/03/2021 12:15		4	<input checked="" type="checkbox"/>	
Lorazepam 2 mg	1 miligramos A las 21:00 Diario	Oral			10/03/2021 13:17		7	<input checked="" type="checkbox"/>	
Losartan 50 mg	50 miligramos A las 09:00, 21:00 Diario	Oral			07/03/2021 13:53		10	<input checked="" type="checkbox"/>	
Omeprazol 20 mg cápsula	20 miligramos A las 07:00 Diario	Oral			09/03/2021 09:54		8	<input checked="" type="checkbox"/>	
Paracetamol 500 mg comp	1000 miligramos A las 09:00, 17:00, 23:00 Diario	Oral			11/03/2021 08:53		6	<input checked="" type="checkbox"/>	
Risperidona 1 mg/1 ml	5 gotas	Oral		Si presenta agit.	17/03/2021 09:00		0	<input checked="" type="checkbox"/>	
Risperidona 1 mg/1 ml	5 gotas A las 17:00, 22:00 Diario	Oral	5 Gotas a las 17:00 . 5 Gotas a las 22:00		10/03/2021 13:07		7	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sertralina 50 mg	50 miligramos A las 07:00 Diario	Oral			12/03/2021 15:29		4	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dalteparina sodica 5000 UI	5000 UI A las 22:00 Diario	Subcutanea			06/03/2021 00:06		11	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 4.27: Ficha Clínica Electrónica - Ejemplo de Pauta indicada por Médico para Indicación de Dalteparina Sódica 5000 UI

Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

En la Figura 4.27 se aprecia una captura de pantalla con una indicación hecha por un Médico, en la que se incluye *Dalteparina Sódica*. El médico indica en el campo *pauta* lo siguiente: *5000 UI a las 22:00 hrs Diario*. Entonces, este texto es procesado por el software y traducido en la cantidad que finalmente será solicitada a Farmacia.

Sin embargo, lo que termina siendo solicitado a Farmacia son 5000 unidades de Dalteparina Sódica. Una cantidad que en la práctica se podría considerar absurda para un solo paciente en un día. Ahora, si se observa la Figura 4.28, se puede ver la forma en que la Administración de Farmacia define los medicamentos en el software de Ficha Clínica Electrónica. Entonces, se aprecia como ejemplo la Dalteparina Sódica de 5000 UI, en la que la unidad logística es 1. Entonces, lo que el software entiende es que una unidad de esta Dalteparina Sódica, contiene 5000 UI. Sin embargo, como en la pauta el médico indicó el número 5000, el sistema entenderá que se están solicitando *5000 unidades* y no *una unidad de 5000 UI*. Esto se debe a que el médico no conoce a priori la forma en que el medicamento está definido en el software, sino que se abstrae de esta situación.

Consultar Dalteparina sodica 5000 UI			
Código:	8020020014	Descripción:	Dalteparina sodica 5000 UI
Grupo Terapéutico:	B01AB	Forma Farmacéutica:	Jeringa
Descripción Corta:		Unidad Logística	Unidad de prescripción
<input checked="" type="checkbox"/> Activo		UNIDAD	1,0 de UI
<input type="checkbox"/> Hovedad Terapéutica		Contiene	
<input type="checkbox"/> VINE		<input type="checkbox"/> Ajuste IR	<input checked="" type="checkbox"/> Permitir Suero
Centro: HOSPITAL CLÍNICO U. DE CHILE		<input type="checkbox"/> Prescribir desde protocolo	
<input type="checkbox"/> Includo en Guía		<input checked="" type="checkbox"/> Prescribible	<input checked="" type="checkbox"/> Distribuido por Carro
<input checked="" type="checkbox"/> Prescripción Intrahospitalaria		<input checked="" type="checkbox"/> Prescripción Ambulatoria	

Figura 4.28: Ficha Clínica Electrónica - Definición de Dalteparina Sódica 5000 UI

Fuente: Captura de pantalla extraída en Farmacia

Esta situación produce que las recetas que recibe Farmacia contengan cantidades erróneas en algunos medicamentos solicitados, lo que se traduce en *tiempo invertido en corregir las indicaciones* al momento de digitar las recetas, las cuales son realizadas a partir de la experiencia de los Químico-Farmacéuticos del Servicio, pero que de todas maneras contienen un manto de incertidumbre ya que no existe una certeza absoluta siempre, de que la cantidad solicitada en verdad es esa o viene a partir de un error de software.

Por último, existe una *costumbre propia de la Cultura Organizacional*, arraigada en la dinámica de cada Servicio de Hospitalización a la hora de solicitar medicamentos y sueros. Tanto médicos como Personal de Enfermería están acostumbrados a solicitar ciertas cantidades de medicamentos y sueros que terminan siendo mayores a la cantidad que efectivamente terminan consumiendo, sin considerar que al final del día muchos de ellos se devuelven. Esto impacta de forma negativa en todos los Servicios involucrados, ya que *el tiempo invertido en gestionar devoluciones es alto* diariamente y por ende, también impactará en el proceso de devolución de medicamentos, al hacerlo exhaustivo para el Personal del Servicio de Hospitalización y el Personal del Servicio de Farmacia. Esto se atribuye también a que no existe una *retroalimentación* respecto a la frecuencia con la que se dan las devoluciones ni su impacto en la organización. Tampoco existe una *retroalimentación* que le señale al Personal de Enfermería que está llevando a cabo un *comportamiento anómalo* al solicitar una cantidad determinada de medicamento o suero, si se considera el consumo efectivo que generalmente se ha tenido en la historia, de ese medicamento o suero en el Servicio.

Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados

El proceso de Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados no está exento de problemas. Existen detalles a mejorar en todas las actividades observadas en el proceso desarrollado en el Servicio de Farmacia. A continuación, se describirán estos considerando el mismo orden en que se desarrolla el proceso asociado.

En primer lugar, si bien existen horarios establecidos para realizar los despachos en cada Servicio, estos *no se cumplen con exactitud*. De hecho, en la actualidad están algo desplazados respecto a los horarios que se encuentran declarados en la información dispuesta en el área de Dispensación. Esto fue comprobado en terreno, a lo largo de distintas observaciones del proceso diario de Despacho de Medicamentos. Existen distintos motivos para esto, que van de la mano con la naturaleza de otros problemas en el proceso y de la Cultura Organizacional del Servicio:

- Cada Servicio de Hospitalización tiene su *dinámica* de trabajo, con distintas dificultades asociadas a ésta. Eventualmente pueden existir demoras en el envío de recetas, o un envío de recetas muy cercano a la hora estipulada. Se debe considerar además que el proceso de devoluciones utiliza *tiempo* valioso para el Personal de Enfermería de cada Servicio, debido a que involucra *digitación* en el Sistema de Ficha Clínica Electrónica.
- En el Servicio de Farmacia también puede haber demoras, debido a recetas enviadas tarde, un Sistema Informático que no retroalimenta al Personal de Farmacia en el momento en que las recetas van llegando (recordar que el Personal de Farmacia debe ir revisando por iniciativa propia el Sistema Informático para saber si ya existen recetas enviadas) y por los mismos pasos necesarios en el Sistema Informático para desarrollar el proceso. Se debe recordar que existen actividades en las que se imprime distintos documentos, en las que se digita efectivamente las cantidades a despachar y muchas veces en este proceso, el Personal de Farmacia corrige las cantidades debido a los *errores informáticos* mencionados en el apartado anterior.

- Además, considerando lo descrito anteriormente, la toma de decisión respecto a si una casetera se debe enviar o no en función de la hora en la que envían sus recetas no es una decisión basada en un dato absoluto. Es decir, existe una especie de *sintonía fina* en esta decisión, que queda a criterio de las Químico-Farmacéuticas de Farmacia. Por ejemplo, basada en su experiencia y dependiendo del Servicio, podría tomarse la decisión de esperar unos minutos más a que envíen las Recetas, retrasando el despacho de toda la vuelta. Esto se debe a que existe *incertidumbre* respecto a las intenciones del Servicio de enviar o no a la hora las recetas. No existe un canal de comunicación fluido que facilite esta toma de decisión.

Y en base a lo anterior, si bien existen estados para las recetas que cada Servicio de Hospitalización podría observar en Ficha Clínica Electrónica, estos son más bien internos y ambiguos para la operación diaria. El Personal de cada Servicio generalmente no recibe una mayor *Mantenimiento de Estado* respecto a cómo se va procesando cada receta luego de que la enviaron. Por ejemplo, cuando las caseteras se retrasan en su despacho por alguna razón, el Servicio simplemente llama a Farmacia para saber qué pasó. O si un medicamento de la receta no se envió por alguna razón, pasa lo mismo. No existen una comunicación fluida ni información oportuna respecto a estas eventualidades.

En segundo lugar, durante los primeros pasos al *procesar la receta*, existe un *riesgo* de que el proceso falle ante errores humanos, al imposibilitar la visualización del *Informe de Solicitudes a Despachar* en el caso de que el usuario no imprima el papel en el momento en que éste se emite. Esto se puede asociar a problemas de *usabilidad* propios del Sistema Informático de Farmacia. Además, el hecho de que se dependa de la impresión física de este documento también representa un riesgo, ya que la impresora podría fallar, el papel se podría extraviar, entre otros problemas. La existencia de este documento es cuestionable, ya que su uso solo se limita a ir revisando cada número de receta para el paso siguiente.

Luego, el paso siguiente que corresponde a *digitalizar la receta*, existen pasos que podrían mejorarse. Por ejemplo, la *verificación según stock* podría llevarse a cabo en el momento en que se genera el listado de solicitudes y no al momento de tratar de generar el *Comprobante de Despacho de Receta*. Es más, si bien Farmacia cuenta con medios para observar el stock de sus insumos, este requiere de la proactividad del Personal de Farmacia para ser monitoreado. Dicho de otra forma, la *Mantenimiento de Estado* en este contexto, es deficiente. Además, el hecho de que este paso requiera que el Personal de Farmacia digite cada cantidad a despachar, representa un paso que se podría automatizar. Por ejemplo, la información debería aparecer validada según stock y en el caso de que requiera modificaciones (que si bien son frecuentes, siempre son menores a los casos en que se despacha exactamente la misma cantidad solicitada) por parte del Personal de Farmacia, podría dar la opción. Este cambio sencillo podría agilizar el proceso.

Algo también asociado al paso de digitalizar la receta, es que no existe ningún tipo de *Mantenimiento de Estado* respecto a la solicitud hecha considerando datos históricos, para detectar eventuales casos en que la solicitud sea fuera de lo normal. Las correcciones que se hacen ante casos en que las cantidades son muy grandes por algún error informático, se hacen solo en base al sentido común y la experiencia del Personal de Farmacia. Sin embargo, podría

ser útil contar con algún mecanismo que detecte *comportamientos anómalos* en las recetas enviadas desde cada Servicio, por seguridad y para agilizar el proceso para el Personal de Farmacia.

En el *Armado de Caseteras* no hay mayores problemas importantes, pero existen detalles que se pueden mejorar. En particular, los rótulos de cada cajón no cuenta con ningún tipo de estandarización. Esto impacta el *mensaje asociado al Medicamento Indicado* (considerando el detalle del proceso Entrega del Servicio en Macro 1) podría dificultar el acceso en primera instancia a cada cajón en el Servicio correspondiente. Además, el paso de llenado del documento *Orden de Pedido diario de Sueros a Farmacia* no necesita ser llenado de forma manual por el Técnico de Farmacia asociado a cada casetera, sino que podría ser generado automáticamente al momento de emitir el *Comprobante de Despacho*.

En cuanto a la *validación* que se hace post Armado de Caseteras, como esta validación se realiza antes de que el Auxiliar de Farmacia encargado del despacho reúna los sueros solicitados por el Servicio, la validación omite estos insumos, por lo que termina siendo una actividad incompleta.

Luego, cuando se procede a la *Carga de Caseteras en Medio de Transporte*, se observa una *ausencia de protocolos* al momento de escoger este medio de transporte. El hecho de que el Auxiliar de Farmacia pueda escoger el medio de transporte de su preferencia, sin considerar sus dimensiones ni estructura, indica que no existe un mayor control de este paso.

La actividad de *despacho* tiene un par de problemas críticos. Primero, es una actividad *altamente dependiente* de la experiencia y la disposición del Auxiliar de Farmacia involucrado. La experiencia del Auxiliar de Farmacia involucra saber cuál es la *ruta* que se debe seguir dentro de la infraestructura del hospital para llevar a cabo cada vuelta de despacho. Esta ruta consiste en saber la ubicación de la Estación de Enfermería de cada Servicio de Hospitalización, saber cuáles ascensores pueden utilizarse, saber cuáles pasillos pueden seguirse para conformar esta ruta (existen pasillos no habilitados para transitar) y todo esto, en función de la vuelta de despacho que se está siguiendo. Actualmente en el HCUCH, el proceso es desarrollado principalmente por un Auxiliar de Farmacia puntual hace algunos años. Este Auxiliar podría no estar presente por diversas razones (vacaciones, licencia médica, etc.) y cuando esto ocurre, existen un par más de Auxiliares que son capaces de llevar a cabo la actividad. Sin embargo, cuando no existe ningún reemplazo, no existe ninguna instrucción que permita a otro miembro del Personal de Farmacia desarrollar esta actividad fácilmente. Si el conocimiento de estos Recursos Humanos se llegase a perder, el desarrollo de la actividad será necesariamente caótico durante un tiempo. Por otro lado, no existe una *Mantenimiento de Estado* respecto al estado de la actividad de Despacho para los Servicios de Hospitalización. Si bien no existe una interacción mayor en el momento en que se deja la casetera en cada Servicio, es importante que exista alguien que reciba al Auxiliar de Farmacia, es útil para el Personal del Servicio saber cuándo sale el despacho a su vuelta correspondiente ya que así pueden tener listas las devoluciones o acelerar el proceso en el caso de que esté incompleto aún.

4.3.2 Devolución de Medicamentos

Este proceso tiene problemas muy similares al proceso de Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados a los Servicios. Sin embargo, antes de señalar estos problemas, es posible hacer un análisis crítico del origen de la existencia de este proceso.

La existencia de las devoluciones es una consecuencia directa de los problemas descritos en la Indicación de Medicamentos (ausencias de Mantención de Estado y las costumbres propias de la Cultura Organizacional). Sin embargo, es importante señalar además el hecho de que ninguno de los Sistemas Informáticos involucrados en este proceso considere el stock disponible en cada Servicio como un stock válido para su uso. Actualmente, el proceso de devolución se hace principalmente porque es el único medio válido existente para descontar el costo de los medicamentos y/o sueros Solicitados desde la cuenta del Paciente correspondiente. Por lo tanto, esto hace necesario que el medicamento y/o suero no utilizado deba llegar nuevamente al Servicio de Farmacia, en lugar de ser reutilizado en el Servicio u otros Servicios que lo puedan necesitar.

De forma similar a los procesos anteriores, para las devoluciones de medicamentos no existe una *Mantención de Estado clara* que retroalimente al Servicio de Farmacia desde cada Servicio de Hospitalización, para que sepan cuando la devolución está preparada para ser retirada de cada Servicio. Existe un módulo (Auditorías de Solicitudes) que permite observar si las devoluciones ya fueron procesadas desde el Servicio, si es que el Personal de Farmacia lo revisa por iniciativa propia, pero debido a errores informáticos, esta información suele no ser fiable en todo momento.

Para este proceso, existe el mismo problema al momento de generar el Informe de Solicitudes de Devolución, si este documento no se imprime por algún error humano o el papel impreso se pierde, existe un *riesgo* de que el proceso falle.

Durante la actividad de *Verificar las Devoluciones*, la ubicación de medicamentos y sueros en los recipientes podría mejorarse. Por ejemplo, contando con recipientes dedicados según el tipo de medicamento, para que posteriormente la actividad manual de *reposición* sea más sencilla de desarrollar.

Por último, deberían existir mecanismos que faciliten la gestión de devoluciones en el caso de que las cantidades declaradas desde un Servicio y las cantidades efectivamente verificadas en el Servicio de Farmacia no calcen. Actualmente, las opciones a seguir posibles para actuar cuando se presenta esta situación, son *soluciones parciales*, sin una consigna del problema real. Por ejemplo, no se registra la existencia de este caso, para que en el tiempo se conserve este antecedente y permita tomar medidas en el futuro si es que se empieza a observar algún comportamiento extraño. El conducto regular ante estas eventualidades debería formalizarse de mejor forma.

4.4 Cuantificación del Problema u Oportunidad

Para cuantificar este problema, se podrían considerar los siguientes factores: cantidad de recetas fallidas por falta de stock y cantidad de devoluciones. Lamentablemente, para el primer factor no existe información, por motivos asociados a la falta de una *Mantenimiento de estado* en los procesos descritos anteriormente. No existe una consigna clara y accesible de esta información ni un consenso dentro de la organización, respecto a cómo este hecho se ve reflejado en los datos transaccionales del HCUCH. Sin embargo, sí existe información para poder estimar el costo que implican las devoluciones para el HCUCH.

Mediante una exploración en terreno, se determina que por cada *unidad devuelta*, el Personal de Farmacia (específicamente, los Técnicos que desarmen las caseteras) invierten en promedio *1 minuto* en su gestión sólo la actividad asociada al desarme. Podríamos suponer otro minuto extra asociado a la actividad de reposición en los estantes.

Para cuantificar las devoluciones, se utiliza el set de datos construido para el *prototipo* de este trabajo, descrito en el Capítulo 6. En estos datos se puede apreciar que independiente del Servicio, las devoluciones son un fenómeno frecuente. En las Figuras 4.29 y 4.30 se puede ver que en ambos años, la mayoría de los Servicios tuvo por lo menos más de 5.000 unidades devueltas, e incluso algunas más de 10.000. Entre ambos años en promedio, hubo 157.296 unidades devueltas (y esto solo considerando la muestra de datos recolectada).

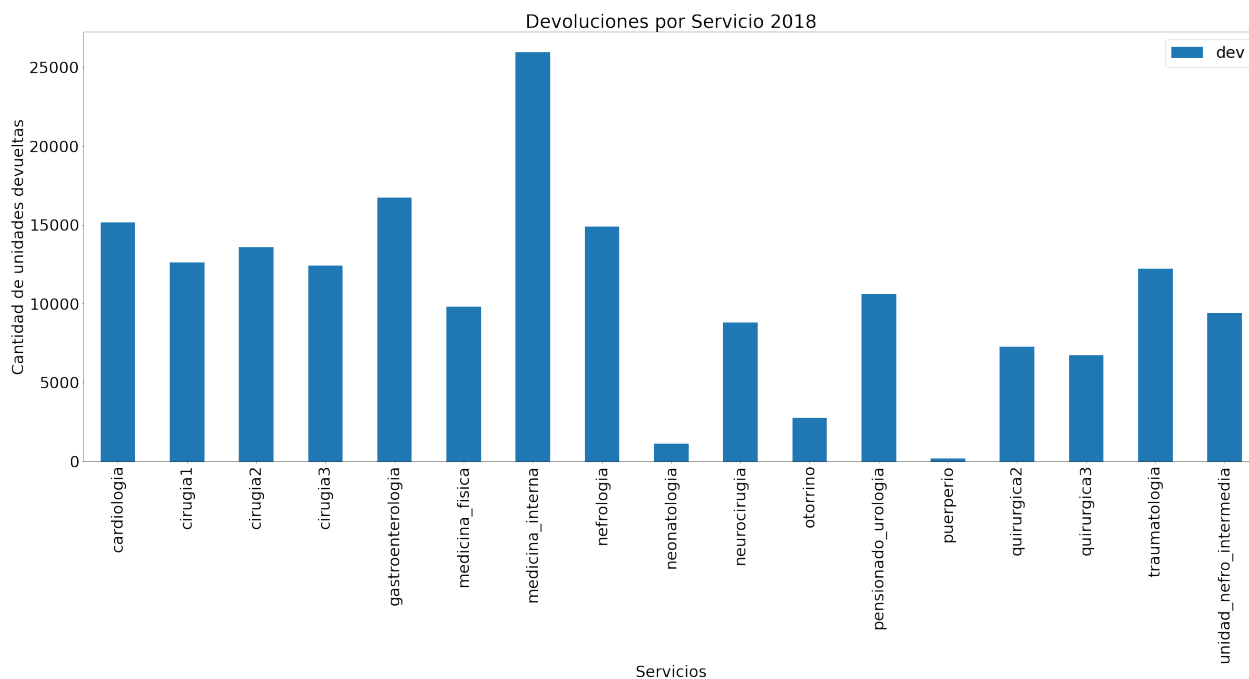


Figura 4.29: Devoluciones por Servicio - 2018
Fuente: Elaboración propia

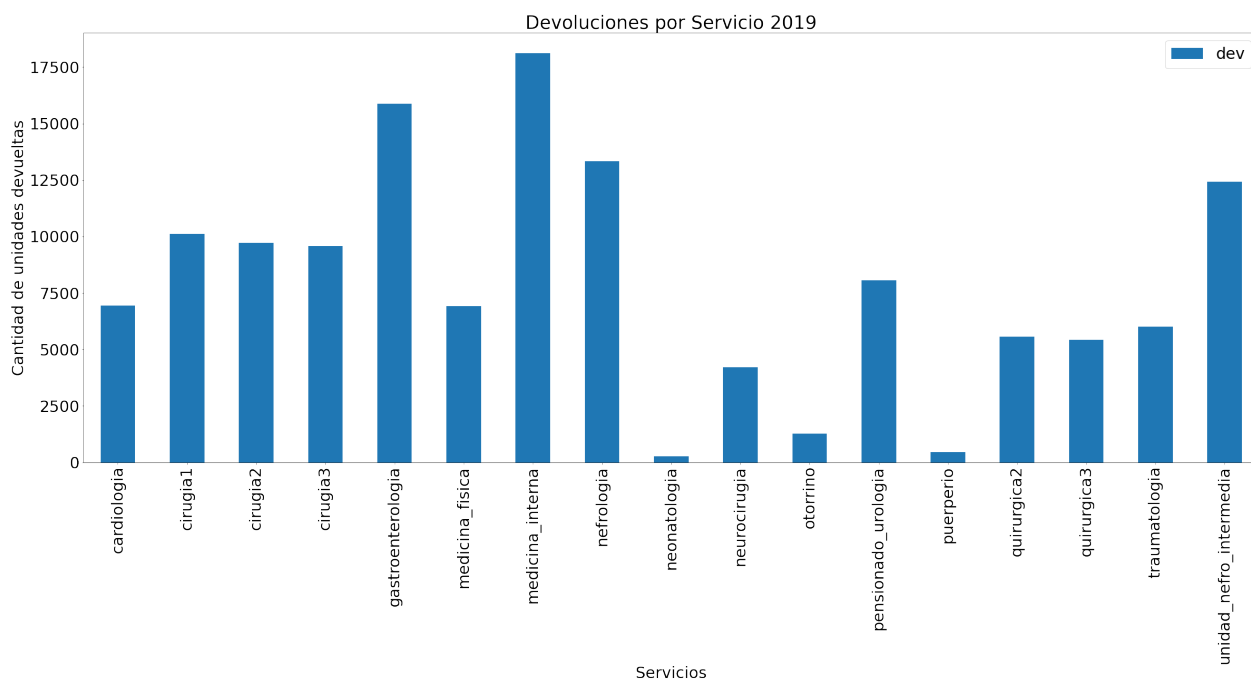


Figura 4.30: Devoluciones por Servicio - 2019
Fuente: Elaboración propia

Utilizando datos de *Transparencia Universidad de Chile*³ es posible recolectar valores de sueldos para los cargos de *Químico-farmacéutico*, *Técnico de Farmacia* y *Enfermería*, quienes son los que se ven mayormente envueltos en la gestión de estas unidades devueltas. Utilizando 17 sueldos de Químico-Farmacéutico, 26 sueldos de Técnicos de Farmacia y 17 sueldos de Enfermería, se llegó a un sueldo mensual promedio de \$2.572.749, \$977.185 y \$3.268.238 respectivamente. Entonces, asumiendo una jornada laboral de 45 horas semanales, se calcula un valor de *hora-hombre* (HH) de \$14.293, \$5.429 y \$18.157 respectivamente.

Considerando el promedio de unidades devueltas anual y asumiendo que estas devoluciones se distribuyen de forma homogénea a lo largo de los meses, mensualmente hay aproximadamente 13.108 unidades devueltas en promedio. Luego, asumiendo que para un Técnico de Farmacia, una unidad devuelta representa invertir 2 minutos de tiempo (en el desarme de caseteras y reposición), que un Químico-Farmacéutico invierte un 40% de ese tiempo (al digitar las devoluciones) y que el personal de Enfermería invierte un 30% de ese tiempo (al enviar las devoluciones por el sistema informático), se tiene una inversión en HH al mes de 437 horas, 175 horas y 131 horas mensualmente. Esto último, equivale en total a \$9.573.893 de gastos en HH sólo para la gestión de devoluciones por cada mes.

³<https://www.uchile.cl/transparencia>

Capítulo 5

Propuesta de Diseño de Procesos

En este capítulo se presenta una *propuesta de rediseño*, considerando la Situación Actual descrita previamente y el diagnóstico realizado. En primera instancia, se realiza un análisis de las direcciones de cambio y luego se presenta una arquitectura de procesos y un diseño *to-be*, que establecen las bases de este rediseño. Finalmente, se presenta el diseño de las *lógicas de negocios* que apoyarán el rediseño propuesto.

5.1 Direcciones de Cambio y Alcance

Considerando la metodología de Rediseño de Procesos propuesta por (Barros, 2000), se determinará el estado actual para cada variable de Dirección de Cambio asociada y se establecerá los cambios asociados a cada una que se verán reflejados en la propuesta de Diseño.

5.1.1 Asignación de responsabilidades

Situación actual

En la actualidad, el desarrollo de las principales actividades de Indicación de Medicamentos se realiza de forma descentralizada, donde cada Servicio de Hospitalización opera de manera independiente, según la dinámica de cada uno. Además, existen responsabilidades bien definidas. Los médicos son los responsables de determinar las indicaciones con su respectiva pauta que se traduce en la cantidad solicitada de medicamentos. El Personal de Enfermería es el responsable de solicitar los sueros necesarios para administrar los medicamentos y de enviar la receta al Servicio de Farmacia a través de la Ficha Clínica Electrónica. Para el proceso de devoluciones, generalmente es el Personal de Enfermería el que se encarga de su gestión.

Por otro lado, las actividades en el Servicio de Farmacia se desarrollan de forma centralizada, debido a que es un servicio único, cuyas decisiones se toman en función de sus recursos disponibles y la operación diaria. También existen responsabilidades claras para las

distintas actividades a desarrollar en los procesos de Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados. Los Químico-Farmacéuticos del Servicio de Farmacia son los responsables de revisar las recetas enviadas desde los Servicios y generar el Informe de Solicitudes a Despachar y también de realizar el paso siguiente, asociado a digitar las recetas para obtener el Comprobante de Despacho de receta, donde utilizan su conocimiento experto para ajustar las cantidades solicitadas cuando estas son demasiado altas debido a un error informático o también toman la decisión de no despachar un Medicamento cuando no existe disponibilidad. Luego, son los Técnicos de Farmacia los que arman la casetera en base al Comprobante de Despacho de receta y quienes completan la Orden de Pedido diario de Sueros a Farmacia. Finalmente, es el Auxiliar de Farmacia quien es responsable de reunir los Sueros para la Vuelta de Despacho correspondiente según el documento mencionado anteriormente, de cargar las caseteras en un medio de transporte de su preferencia y de hacer las Vueltas de Despacho necesarias. Las responsabilidades para el proceso de Devolución son análogas a todo lo descrito anteriormente.

Propuesta de Diseño

Considerando la Propuesta de Diseño, no se pretende realizar cambios mayores a nivel de la descentralización actual en cuanto al desarrollo de actividades y la toma de decisiones. Se reconoce que el funcionamiento actual responde a la estructura operacional de un Hospital, donde son agentes expertos quienes toman este tipo de decisiones. Si bien dentro de un Hospital existen decisiones centralizadas, este proyecto no involucra ninguna de este tipo. Cada Servicio de Hospitalización y el Servicio de Farmacia funcionan como entidades independientes que le responden a las demás al momento de interactuar, lo que es adecuado para el contexto de un hospital.

Sin embargo, podría existir algunas diferencias en las responsabilidades en el Servicio de Farmacia. En particular, se pretende que el Técnico de Farmacia ya no sea responsable de completar la Orden de Pedido diario de Sueros a Farmacia, sino que este documento sea generado automáticamente a partir de las solicitudes. Por otro lado, se considera que los Químico-Farmacéuticos deben responsabilizarse también de la verificación de la carga de sueros, una vez que el Auxiliar de Farmacia los recolecta. Respecto al despacho, no debe ser responsabilidad del Auxiliar de Farmacia el determinar el medio de transporte sino que este debe estar definido por los protocolos internos del Servicio de Farmacia. Tampoco debe ser su responsabilidad la decisión de cuál ruta de despacho seguir.

5.1.2 Mantención consolidada de estado

Situación Actual

Existe una Mantención de Estado deficiente de forma generalizada a lo largo de todos los procesos, debido al uso de sistemas informáticos poco integrados y obsoletos y a la falta de canales de comunicación faciliten la coordinación entre las actividades. En primer lugar, se ha mencionado que durante el proceso de Indicación de Medicamentos, los médicos realizan las indicaciones sin contar con una Mantención de Estado respecto a las existencias disponibles en Farmacia ni respecto al significado de la unidad definida en la Ficha Clínica Electrónica, lo

que termina produciendo problemas en las cantidades solicitadas. El Personal de Enfermería tampoco cuenta con una Mantención de Estado respecto a esta información para los sueros.

En el proceso de Gestión y Despacho de Medicamentos Solicitados, el Personal de Farmacia cuenta con una Mantención de Estado respecto al envío de recetas. Sin embargo, su observación depende exclusivamente de la iniciativa del personal a cargo. Con el software actual, se puede revisar todas las recetas enviadas desde los distintos Servicios junto con su detalle, sin embargo, esta Mantención de Estado depende de una acción del usuario para permanecer en el tiempo, lo que corresponde a imprimir un documento. Estos documentos impresos son visibles posteriormente para los Técnicos de Farmacia que arman las caseteras. Sin embargo, esto no existe para el caso de los sueros, actualmente es un documento completado manualmente. Los Servicios de Hospitalización cuentan con una Mantención de Estado respecto al eventual despacho de caseteras, asociado al instante en que se genera el Comprobante de Despacho de receta. Sin embargo, éste no coincide exactamente con el instante real en que se despachan efectivamente las caseteras, ya que con este comprobante recién se arman las caseteras.

La Mantención de Estado respecto a las devoluciones es insuficiente y propenso a errores informáticos, ya que existen reportes de casos en los que a pesar de que el Personal de Enfermería del Servicio correspondiente prepara las devoluciones, la Solicitud de Devolución asociada no llega correctamente al Sistema Informático de Farmacia. Además, como en el Servicio de Farmacia este proceso es similar al de Gestión y Despacho de Medicamentos Solicitados, acarrea los mismos problemas descritos anteriormente con su Mantención de Estado, siendo dependientes de la impresión de un documento para permanecer en el tiempo.

Propuesta de Diseño

Respecto a esta variable, se pretende que la Propuesta de Diseño incluya una Mantención de Estado mejorada en ambos procesos, que corrija los problemas descritos anteriormente y que además cubra los casos en los que esta Mantención de Estado no está presente (como la información respecto a las existencias en Farmacia, a la hora de indicar medicamentos/-sueros). La premisa es que esta información sea siempre consultable por los usuarios cuando estos la necesiten.

5.1.3 Anticipación

Situación Actual

Actualmente, las mayor parte de las decisiones a lo largo de las actividades del proceso se toman a partir del *conocimiento experto* de los Recursos Humanos involucrados, sin herramientas de Anticipación (al menos, en los procesos abordados en esta tesis). No existe ningún tipo de análisis de los datos generados anteriormente o en el momento, que de alguna manera permita anticiparse a los requerimientos futuros asociados.

Propuesta de Diseño

Dentro de la Propuesta de Diseño, se espera incorporar algunas herramientas que habiliten la Anticipación, como apoyo a la toma de decisiones en actividades clave del proceso. En particular, se espera incluir estas herramientas en las actividades de Generar Solicitud de Medicamentos y Generar Solicitud de Sueros, en el momento en que se validan las cantidades solicitadas de Medicamentos. La idea es orientar a los tomadores de decisiones respecto a estas cantidades, con una *comparación* entre éstas y las cantidades consumidas efectivamente de forma histórica y la presencia de *alertas tempranas* ante transacciones que se alejen de estos datos históricos. De esta forma, se espera que exista una Anticipación que permita reducir las cantidades de devoluciones futuras. De la misma forma, se espera que esta herramienta también esté disponible para el Servicio de Farmacia, a la hora de validar las recetas recibidas.

5.1.4 Integración de procesos conexos

Situación Actual

Considerando la Arquitectura de Macroprocesos para el HCUCH, en Macro 1 se encuentran el Servicio de Hospitalización y el Servicio de Farmacia, los cuales interactúan mediante un patrón de Unificación, donde en un escenario ideal, existe una retroalimentación constante entre ambos servicios respecto a las solicitudes que involucran la atención del paciente y el estado de ellos. Ahora, en la Situación Actual, respecto a los grados de interacción observado entre los procesos que aborda esta tesis, no se observan procesos aislados del resto, se observa que los procesos involucrados cuentan con todas las relaciones planteadas por el Macroproceso que las describe, sin embargo la Mantenimiento de Estado es insuficiente, y por último, como estamos en el caso de un Hospital, Macro 1 se segmenta en dos partes (en el Capítulo 4 se les llama Macro 1.1 y Macro 1.2) y estas condiciones se pueden ver reflejadas en la actualidad con claridad. Sin embargo, respecto al último punto, la forma en que interactúan los servicios entre ambas Macro no es completa. Los flujos de información son insuficientes, lo que se presta para errores y consecuencias (como la alta cantidad de Devoluciones diariamente).

Propuesta de Diseño

Se plantea que el flujo de información que habilita a la interacción entre los Servicios de Hospitalización y el Servicio de Farmacia sea complementado con información adicional y que los canales de comunicación disponibles no se limiten a un llamado telefónico. Lo que se busca, es que la interacción entre las dos partes de Macro 1 sea mucho más completa que en la actualidad.

5.1.5 Prácticas de trabajo

Situación Actual

Actualmente, las actividades del proceso se rigen en un principio por dos sistemas informáticos: Ficha Clínica Electrónica y Sistema Informático de Farmacia. Ambos requieren la intervención humana para cumplir sus objetivos. Su lógica de negocio incorporada sim-

plemente refleja el flujo de información necesario para que los procesos de Indicación de Medicamentos, Gestión y Envío de Medicamentos Solicitados y Devolución de Medicamentos se lleven a cabo. Por otro lado, no existe ningún tipo de actividad tácita en los procesos abordados en esta tesis, por lo que no existen lógicas de apoyo a éstas. Los procedimientos de comunicación e integración son los que define el software involucrado en los procesos, sin embargo, como se ha mencionado en puntos anteriores, la comunicación es insuficiente. Por último, no se observa ningún tipo de lógica y procedimientos de medición de desempeño y control. Actualmente, los errores presentes en el proceso no son consignados de ninguna forma, sino que simplemente se resuelven con los recursos disponibles y se continua.

Propuesta de Diseño

Respecto a la Propuesta de Diseño, se espera en primer lugar, que la intervención humana en las actividades de los procesos se mantenga. Sin embargo, existen oportunidades de mejora en algunas actividades del proceso de Gestión y Envío de Medicamentos Solicitados, donde se podría reducir la intervención manual. En particular, se puede mejorar la actividad de Digitación de receta, las impresiones de documentos y el llenado manual de la Orden de Pedido diario de Sueros a Farmacia. Por otro lado, se espera incorporar una lógica de apoyo a actividades tácitas, como la toma de decisión de la cantidad de medicamentos a solicitar por parte de los distintos Servicios de Hospitalización, y también la toma de decisión de las cantidades de medicamentos que efectivamente Farmacia despachará (recordemos que Farmacia está habilitado para reducir las cantidades cuando se observa que estas son anormalmente altas). En cuanto a los Procedimientos de comunicación e integración, se espera que estos se vean complementados y diversificados por la Propuesta de Diseño. Finalmente, se espera incorporar algunas componentes de medición de los errores que surjan en el proceso, para que sirva como apoyo a la toma de decisiones en el futuro.

5.1.6 Coordinación

Situación Actual

En la actualidad, tanto en los Servicios de Hospitalización como en el Servicio de Farmacia, se observa que existen reglas y jerarquías que acompañan al desarrollo de los procesos involucrados. La disposición de ciertos documentos para poder hacer efectivo el despacho de medicamentos y sueros, los horarios definidos para realizar las vueltas de despacho, y los pasos a seguir al recibir y gestionar las devoluciones, son reglas que se reflejan a lo largo de las actividades de cada proceso. Además, cada proceso tiene jerarquías bien definidas a la hora de realizar actividades, considerando los roles existentes en los Servicios de Hospitalización y el Servicio de Farmacia. En los Servicios de Hospitalización existen Médicos, Enfermeras y Técnicos en Enfermería, y cada uno tiene roles bien definidos en el proceso. Lo mismo en el Servicio de Farmacia, donde en el proceso involucrado existen Químico-Farmacéuticos, Técnicos de Farmacia y Auxiliares de Farmacia. Cada uno de ellos tiene tareas específicas dentro del proceso. Sin embargo, se aprecia una coordinación de bajo desempeño, de la mano de herramientas obsoletas. Como se ha descrito en variables anteriores y en el Capítulo 4, la comunicación y el flujo de información entre alguno de los Servicios de Hospitalización y el Servicio de Farmacia, no responde a las necesidades actuales y además genera consecuencias.

Finalmente, existe una partición propia de las características de un hospital, con sus distintos servicios bien definidos.

Propuesta de Diseño

Para la Propuesta de Diseño, no se considera realizar cambios mayores en cuanto a las jerarquías o la partición existente. Se realizarán recomendaciones generales a algunas reglas que suelen ser algo informales o flexibles, como la selección del Medio de Transporte para las caseteras o el cumplimiento de los horarios de despacho. Sin embargo, se espera que ahora exista una coordinación mucho mayor, gracias a la disposición de flujos de información complementarios a los procesos involucrados.

5.1.7 Apoyo TI

Situación Actual

Respecto a la actualidad, el apoyo TI se reduce a los dos Sistemas Informáticos relacionados con los procesos involucrados: La Ficha Clínica Electrónica, manipulada tanto por los Servicios de Hospitalización (y en realidad, también puede ser manipulado por el Servicio de Farmacia, aunque en el contexto de los procesos abordados por esta tesis, el Servicio de Farmacia no requiere intervenir en este software) y el Sistema Informático del Servicio de Farmacia. Ambos corresponden a un *software on-premise* que además dependen de una conexión a la red local del HCUCH. Ambos sistemas se comunican entre sí mediante los envíos de Solicitudes de Medicamentos (o recetas) y Solicitudes de Devoluciones. Sin embargo, como se ha descrito en el Capítulo 4, esta comunicación tiende a fallar, lo que genera consecuencias importantes en el proceso.

Propuesta de Diseño

La Propuesta de Diseño contempla generar nuevas lógicas de negocio que permitan disminuir las consecuencias descritas anteriormente, como las altas cantidades de Devoluciones o los fallos en el proceso por la Solicitud de Medicamentos sin existencias o con errores en la cantidad, por mencionar algunas. Considerando los alcances de esta tesis, esta lógica se verá reflejada en un prototipo que no irá integrado en ninguno de los softwares existentes. Sin embargo, se espera que este trabajo represente los primeros pasos hacia una renovación completa del Sistema Informático existente.

5.2 Arquitectura de Procesos To Be

Como se discute en el Capítulo 4, es posible instanciar para la actualidad del HCUCH una Arquitectura de Macroprocesos para Hospitales, como la propuesta por Barros en (Barros, 2013). Considerando el Nivel 0, no se espera realizar mayores cambios a la arquitectura dentro de la Propuesta de Diseño.

Los cambios comienzan a aplicarse en el Nivel 1. Primero, respecto a Macro 1.1 (Líneas de Servicios al Paciente - Atención Hospitalaria) la información que fluye desde *Mantenimiento*

de Estado hacia *Gestión del Servicio de Hospitalización* debe ser complementada, lo que se pretende hacer a través mediante las Lógicas de Negocio que se incorporarán al proceso. Del mismo modo, para Macro 1.2 (Servicios Compartidos Propios - Servicio Insumos y Farmacia), la información que fluye desde *Mantenimiento de Estado* hacia *Administración de la Relación con el Servicio*, *Gestión del Servicio de Farmacia* y *Entrega del Servicio de Farmacia* contendrá un complemento entregado por las Lógicas de Negocio que se espera incorporar.

Fuera de esto, en el contexto de la Propuesta de Diseño, no se espera realizar mayores cambios a la Arquitectura de Macroprocesos utilizada para instanciar la actualidad del HCU-CH. Sin embargo, sí se intervendrán varios de los procesos involucrados en la arquitectura. Esto será detallado en el siguiente apartado.

5.3 Diseño detallado de Procesos To Be

5.3.1 Diseño en IDEF0

A continuación, se describe en detalle la Propuesta de Diseño o *Rediseño* de los procesos relacionados con el problema abordado, el cuál tiene lugar durante la interacción entre alguno de los Servicios de Hospitalización y el Servicio de Farmacia. En particular, estos procesos son la *Indicación de Medicamentos*, *Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados* y *Devolución de Medicamentos*. Entonces, considerando la Arquitectura de Macroprocesos instanciada previamente, los procesos intervenidos en este Rediseño son:

Macro 1.1 - Atención Hospitalaria

- **Gestión del Servicio de Hospitalización:** En este proceso, se desarrolla el subproceso *Planificación de uso de recursos clínicos*, donde teniendo en cuenta los recursos disponibles y el estado de los pacientes, se determina cómo se utilizarán estos recursos durante la Entrega de la Atención Hospitalaria. Dentro de estos recursos, se encuentran los Medicamentos existentes en Farmacia. En este caso, el Rediseño apunta a que la información que este subproceso recibe, se complementa con las existencias en Farmacia y la lógica de negocios nueva.

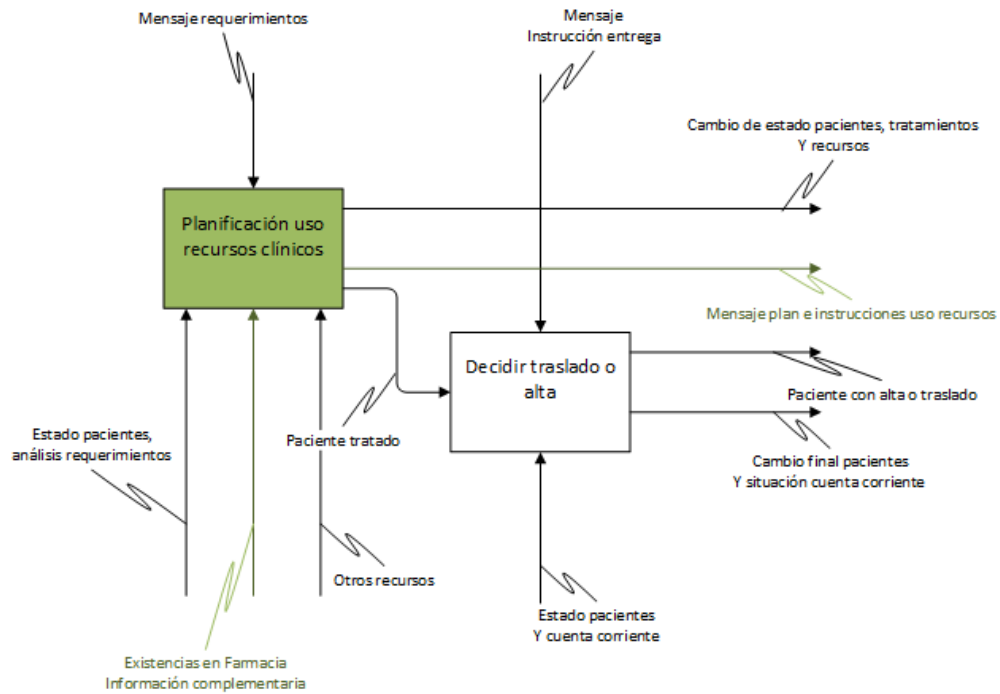


Figura 5.1: Macro 1.1 Atención Hospitalaria - Gestión del Servicio de Hospitalización Intervenido
Fuente: Elaboración propia

Macro 1.2 - Servicio de Farmacia

- Administración de la Relación con el Servicio:** Dentro de este proceso, se observan dos subprocesos. Primero, *Atención a Servicios*, donde se realizan las actividades que permiten que los Servicios transfieran sus requerimientos hacia Farmacia. Se espera intervenir este subproceso, complementando los canales de comunicación existentes, lo que permitirá que la atención sea más dinámica cuando sea necesario. Luego, está el subproceso de *Decidir Satisfacción de Requerimientos*, el que pretende ser complementado con la información que aporte la lógica de negocios nueva. Además, se espera eliminar algunos pasos manuales con apoyo de una solución tecnológica renovada.

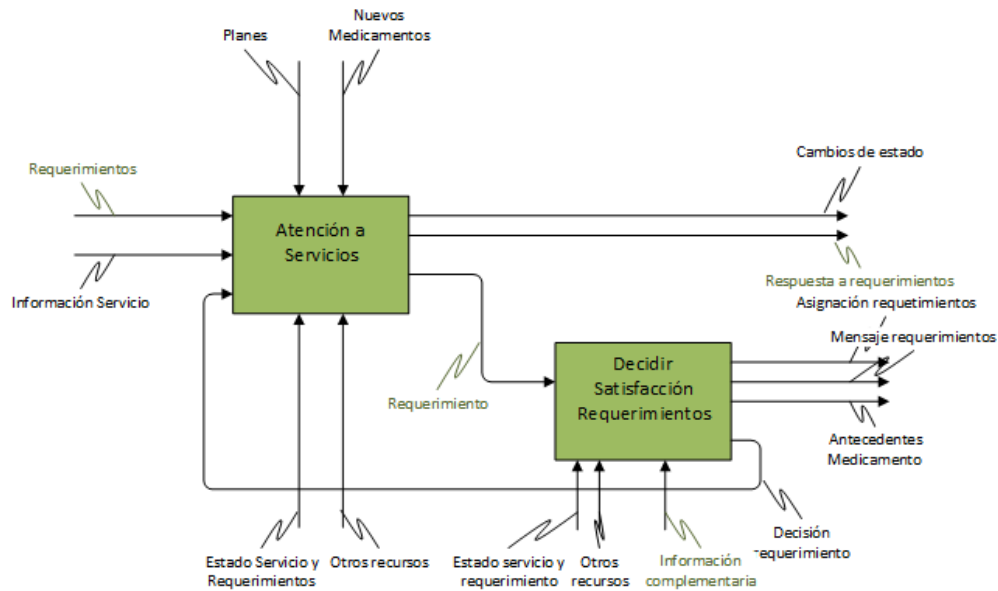


Figura 5.2: Macro 1.2 Servicio de Farmacia - Administración de la Relación con el Servicio Intervenido
 Fuente: Elaboración propia

- Gestión del Servicio de Farmacia:** Dentro de este proceso, se pretende intervenir los subprocesos *Planificación de uso de recursos de Farmacia* y *Asignación de recursos Farmacia*. En primer lugar, *Planificación de uso de recursos de Farmacia* corresponde a la planificación y gestión previa a la satisfacción de los requerimientos de los distintos Servicios. Se espera intervenir las actividades asociadas a este proceso, de manera de evitar algunos pasos considerados innecesarios con apoyo de una solución tecnológica renovada. Luego, en *Asignación de recursos Farmacia* se da a lugar la programación de la entrega de medicamentos al Servicio respectivo. Este proyecto no espera intervenir la programación ya establecida, la cual depende de la dinámica de cada Servicio de Hospitalización y los acuerdos previos a los que se llegó con Farmacia. Sin embargo, sí se espera intervenir respecto al origen de estos recursos, considerando no solo aquellos disponibles en el stock de Farmacia, sino que aquellos sin utilizar en cada Servicio (devoluciones). De todas maneras, todos estos detalles serán profundizados en un próximo apartado.

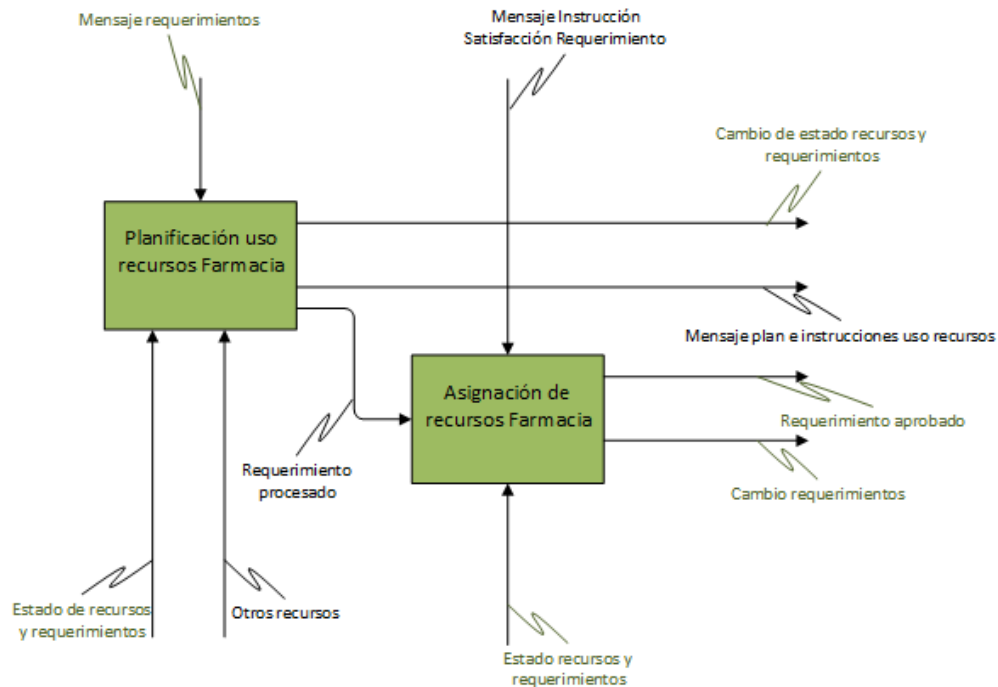


Figura 5.3: Macro 1.2 Servicio de Farmacia - Gestión del Servicio de Farmacia Intervenido
Fuente: Elaboración propia

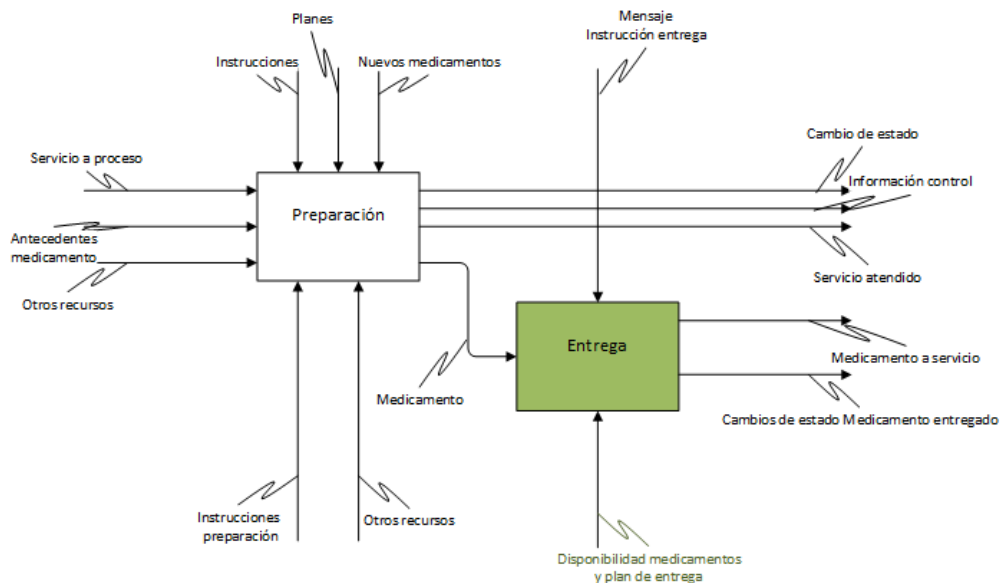


Figura 5.4: Macro 1.2 Servicio de Farmacia - Entrega del Servicio de Farmacia Intervenido
Fuente: Elaboración propia

- Entrega del Servicio de Farmacia:** Este proceso, contiene los subprocesos necesarios para que la entrega de los medicamentos solicitados por cada Servicio se materialice. A grandes rasgos, esto se reduce a la *Preparación* de los medicamentos a despachar, lo que involucra una serie de pasos manuales desarrollados en el área de Dispensación y al proceso de *Entrega* misma, donde se despachan las caseteras a los servicios correspondientes. Ahora, este Rediseño no pretende intervenir mayormente los procesos

manuales desarrollados durante la Preparación. Sin embargo, respecto a la entrega, se pretende apoyar sus actividades con la lógica de negocios a incorporar.

5.3.2 Diseño en BPMN

Indicación de Medicamentos

El Rediseño del proceso de Indicación de Medicamentos considera cambios que son clave para el éxito del proceso completo. Estos cambios consideran tanto un *Apoyo Tecnológico*, como una *Lógica de Negocios* subyacente que permita ser llevado a cabo.

- En primer lugar, se modifica la actividad desarrollada por los Médicos para *Indicar Medicamentos*. Actualmente, esta acción se realiza sin contar con dos informaciones clave: La Cantidad de Stock disponible y las Unidades con las que fue definido el medicamento en la Ficha Clínica Electrónica. Entonces, con la ayuda del Apoyo Tecnológico incluido en este Rediseño, se espera mostrar esa información previamente al Médico para apoyar su decisión. Además, se espera que la indicación se haga de forma más específica, que en un campo de texto abierto, como actualmente se hace. Entonces, se propone contar con los siguientes campos para ingresar la indicación:
 - Cantidad solicitada: La cantidad exacta a solicitar del medicamento indicado
 - Frecuencia: La cantidad de veces al día que se debe administrar.
 - Horas de administración: Según el campo anterior, especificar las horas en las que se debe administrar.

Junto con esto, se deben conservar los campos ya existentes, como vía de administración, observaciones médicas, etc. Estos campos no influyen en la cantidad solicitada. Luego de esta actividad, la indicación del Médico es validada a partir de dos variables:

- Se verifica que el medicamento tenga *stock disponible* respecto a la cantidad solicitada.
- Se verifica que la *cantidad solicitada* se encuentre dentro de lo que *normalmente* se consume para ese medicamento. Esto se realiza con apoyo de la *Lógica de Negocios* incluida en el *Apoyo Tecnológico*. Esta lógica y el concepto de *medicamento consumido* se detallará en un apartado posterior.

En este punto, es importante mencionar que el concepto de *stock* ya no se limita simplemente al stock disponible en Farmacia. Como parte del rediseño de este proceso, se propone que el stock considere además, las devoluciones existentes en los distintos Servicios de Hospitalización para cada jornada. El cómo se manipulará este cambio, se detallará en el apartado de Lógica de Negocios.

Luego de esta validación, se verifica el estado resultante. Si es que existe algún error detectado, se le *notifica* al Médico de esta situación y a partir de acá, podrían darse los siguientes casos:

- Si el stock no es suficiente, se le da la opción al Médico de buscar una alternativa, *corrigiendo* su decisión. Si desea corregir, se vuelve al paso anterior. De lo contrario, el proceso falla.
- Si se detectó una cantidad *anormal* de medicamento solicitado, se le da la opción al usuario de *corregir* su decisión o de *continuar*. Si el usuario decide corregir, se vuelve a la actividad de *Indicar el Medicamento deseado*. En cambio, si se desea continuar, se espera que el Médico adjunte una *justificación* escrita para su decisión. Esto le servirá como *feedback* al Personal de Farmacia cuando deba procesar la petición.
- Luego, el Médico hace efectiva su indicación de medicamentos mediante una *confirmación*. Entonces, es el turno del Personal de Enfermería. Para este caso, el rediseño involucra cambios similares:
 - Se le presenta a Personal de Enfermería, información adicional respecto al *stock* disponible de las soluciones gluco-salinas, para apoyar su toma de decisión respecto a cuántas unidades solicitar.
 - Se realiza una validación similar a la descrita en la *Indicación de Medicamentos* a la actividad de *Agregar soluciones gluco-salinas*, considerando el *stock disponible* y que la cantidad solicitada se encuentre dentro de lo *normal*, con apoyo de la Lógica de Negocios.

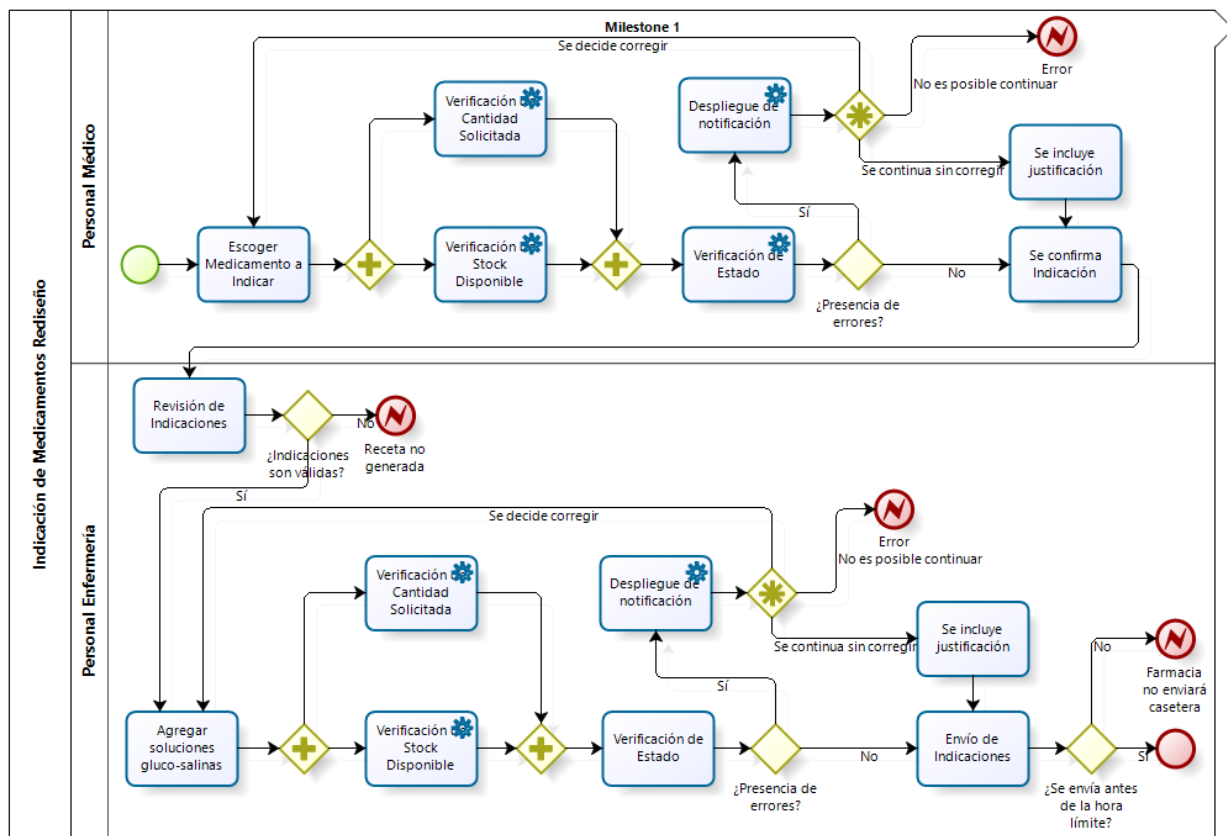


Figura 5.5: Diagrama BPMN para el Rediseño de la Indicación de Medicamentos

Fuente: Elaboración propia

- En función de la validación anterior, se verifica el estado y el flujo continúa. Este flujo, es análogo a la descripción anterior para el caso del Personal Médico, como se puede apreciar en el Diagrama BPMN del Rediseño (Figura 5.5), terminando con el Envío de Indicaciones hacia Farmacia.
- Finalmente, se debe considerar la hora en la que se realizó este envío. Si se hizo después de la hora límite acordada con Farmacia, el despacho no se llevará a cabo.

Gestión y Entrega de Medicamentos Solicitados

Antes de describir esta sección, es importante señalar que se espera que el *apoyo tecnológico* diseñado para este Rediseño, reemplace el sistema informático actual del Servicio de Farmacia. En este trabajo, no se diseñará con todas las funcionalidades que actualmente este sistema tiene, sino que sólo se incluirá las funcionalidades requeridas para el proceso en cuestión. Sin embargo, se considera un buen punto de partida a nivel de diseño, para que posteriormente el HCUCH pueda usar como base para un eventual diseño y desarrollo de un sistema informático más moderno para el servicio.

Luego de que se realiza el envío de indicaciones desde cada Servicio de Hospitalización respectivo (lo que se traduce en la llegada de recetas), Farmacia está en posición de comenzar su gestión y hacer los preparativos para la entrega de los medicamentos. Para este proceso, se proponen diversos cambios, los cuales se describen a continuación.

- El primer cambio corresponde a la forma en que se da inicio al proceso en Farmacia. Actualmente, la revisión se realiza por iniciativa propia. Dicho de otro modo, el Sistema Informático del Servicio de Farmacia no cuenta con algún mecanismo de aviso respecto a la llegada de las recetas desde el Servicio, por lo que realizan esta revisión simplemente considerando las horas aproximadas en las que se acuerda que cada Servicio las enviará. Entonces, se propone cambiar eso por una *notificación* recibida en el software desarrollado como apoyo tecnológico. La idea es que se de aviso con un mensaje visual y sonoro respecto a la llegada de nuevas indicaciones desde cada Servicio.
- Se reemplaza el paso actual de *Generar Proceso de recetas*, que eventualmente requeriría imprimir un *Informe de Solicitudes a Despachar*. Se considera que la existencia de este informe es innecesaria para el proceso, ya que su utilidad actual es simplemente para digitar posteriormente la receta y generarla. Entonces, se reemplaza este paso por la actividad *Procesar Solicitud de Despacho*, que consiste en cambiar el estado de la receta enviada desde el Servicio desde *enviada a pre-procesada*. Este estado querrá decir que Farmacia está al tanto de esta receta y que está pronta a iniciar su procesamiento. Cabe mencionar que se espera que el apoyo tecnológico, permita a cada Servicio, poder revisar el estado de cada receta enviada. No se necesita imprimir ningún documento, ya que se espera que posteriormente, la receta llene su detalle automáticamente en base a la información enviada en la receta. Sin embargo, también se espera que el apoyo tecnológico de la opción de imprimir este documento, por si se llega a requerir en algún trámite administrativo. Sin embargo, se considera que este paso de impresión ya no es necesario para el proceso rediseñado.

- Luego, el paso de digitar una receta se reemplaza por la actividad *Iniciar Revisión de receta*. Como se mencionó en el punto anterior, lo que pasará acá es que el apoyo tecnológico le mostrará al usuario una vista con una versión preliminar de la receta definitiva, con cada medicamento solicitado y las distintas cantidades incluidas de forma automática.
- Entonces, una vez en esta vista, el apoyo tecnológico realiza automáticamente una actividad llamada *Validación de Cantidades Solicitadas*, la cual realizará una validación desde dos frentes: Primero, considerando el stock disponible del medicamento solicitado y luego, utilizando la lógica de negocios. En esta última, se valida si es que las cantidades solicitadas por cada medicamento, se encuentran dentro de la *normalidad* de lo que se suele consumir efectivamente. Esta información se le presenta como alertas al usuario de Farmacia, por cada medicamento solicitado. Se espera que esta información solo sirva como un apoyo a la toma de decisión de usuario experto y no como un medio para imponer acciones.
- Los medicamentos que no puedan enviarse por falta de stock disponible, quedarán inhabilitados automáticamente. Dejando estos casos afuera, el usuario tendrá la opción de *Disminuir las cantidades solicitadas* o no, en base a su experiencia y a las alertas recibidas por la validación. También puede darse el caso de que nada de lo que se esté solicitando pueda ser despachado, por lo que el proceso terminaría aquí con un error. En esta actividad, también se considera que el usuario pueda comunicarse directamente con el Servicio mediante un *chat* incorporado en el apoyo tecnológico, en el que puedan aclarar dudas con algún caso en particular, alguna justificación incluida por parte del Servicio, etc.
- Luego, se *guarda* la receta (se cambia su estado a *procesado*). Si quedan recetas pendientes por procesar, se espera que se realicen los pasos anteriores hasta que ya no queden recetas por procesar para el Servicio correspondiente.
- Al momento en que se van guardando las recetas, se lleva a cabo la actividad automatizada de *Conformación de Despacho*, donde se ejecuta la lógica de negocios de *re-asignación de insumos*, para determinar el origen de cada Medicamento a despachar. El medicamento o suero a despachar, podría tener como origen la bodega de Farmacia, así como algún otro Servicio de Hospitalización que tenga stock disponible dentro de las devoluciones del día. La idea es que esta información se vea reflejada en el *Comprobante de Despacho de receta* (que se generará en el próximo paso) el cual será utilizado por el Técnico de Farmacia al momento de armar la casetera.
- Una vez que se ha conformado el despacho para cada receta, es posible generar dos documentos: Uno es el *Comprobante de Despacho de receta*, similar al que se genera actualmente, pensado en ser utilizado por los Técnicos de Farmacia para realizar el armado de casetera. El otro es la *Orden de Pedidos diarios de Sueros a Farmacia*, documento que actualmente es llenado de forma manual por el Técnico de Farmacia mientras arma la casetera. Se considera que este documento sea generado automáticamente por el apoyo tecnológico en este rediseño. Estos documentos se generan internamente y pueden ser visualizados cuantas veces quiera el usuario, así como también pueden ser impresos cuantas veces sea necesario, eliminando los riesgos de fallo existentes en la actualidad. El proceso continúa con la impresión de estos documentos, en las cantidades

que requiera el usuario. Un cambio importante que se considera para el *Comprobante de Despacho de receta*, es que incluya un *esquema* que indique cómo armar la casetera y cómo *rotular* cada cajón, incluyendo un número identificador único para cada uno. Este paso es muy importante para el proceso y esta importancia se detallará posteriormente.

- El siguiente paso es *Iniciar el Armado de Casetera*. En esta actividad manual, los documentos impresos se le facilitan al Técnico de Farmacia que *armará la casetera* y al Auxiliar de Farmacia que *Preparará el Medio de Transporte y Recolectará los Sueros Solicitados*. La idea es que las actividades manuales desarrolladas por el Técnico de Farmacia y el Auxiliar de Farmacia puedan desarrollarse en paralelo. Un cambio que se considera en esta etapa, es que ya no se da la opción al Auxiliar de Farmacia a escoger el medio de transporte, sino que se espera que este esté definido por un reglamento estricto del Servicio de Farmacia. Dicho de otra forma, el medio de transporte será único y estándar para todos los despachos, independiente del Auxiliar de Farmacia involucrado en el despacho.
- Una vez que se completen estas actividades en paralelo, el Auxiliar de Farmacia está en condiciones de *Cargar las Caseteras* en el medio de transporte.
- En la actualidad, las Químico-Farmacéuticas realizan una *Validación del Armado* de la casetera previo a la recolección de sueros. El problema de esto, es que los sueros recolectados por el Auxiliar de Farmacia quedan fuera de esta validación. Entonces, en este rediseño, la actividad de Validación de Armado se incluye luego de que las caseteras son cargadas en el medio de transporte, para que se pueda considerar todo lo incluido.
- El siguiente paso es obtenido automáticamente gracias a la lógica de negocios, mediante el apoyo tecnológico y corresponde a *Generar una Ruta de Despacho* para el Auxiliar de Farmacia. Por motivos que se profundizarán posteriormente (asociado a la re-asignación de insumos), el Auxiliar de Farmacia tendrá que visitar algunos Servicios en orden. Por lo tanto, se incluye una lógica de negocios que obtendrá una *ruta cercana al óptimo* considerando la distancia que tendrá que recorrer el Auxiliar de Farmacia dentro de las instalaciones del HCUCH y el orden en que tendrá que realizar su ruta. Esta ruta será generada a través de un documento descargable desde el apoyo tecnológico y posteriormente debe ser *impreso* para que el Auxiliar de Farmacia pueda utilizarlo en el proceso de despacho.
- Finalmente, el Auxiliar de Farmacia procede al *Despacho de Caseteras*. En este Rediseño, esta actividad se trata como un *subproceso* más complejo que en la actualidad, el cual se describirá a continuación.

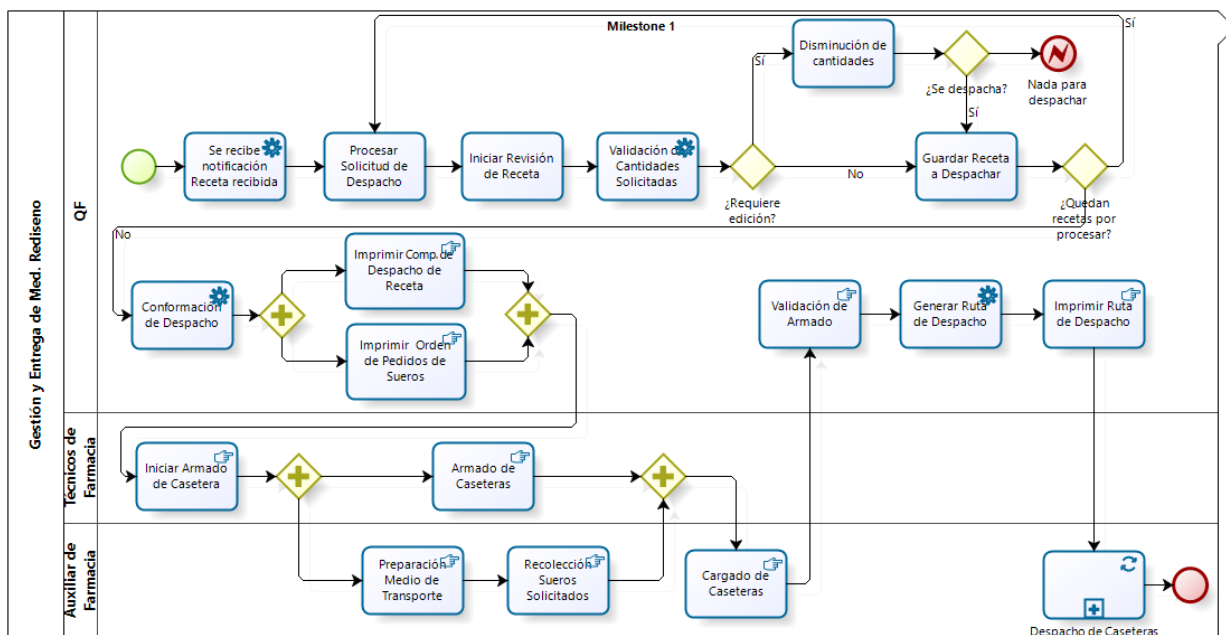


Figura 5.6: Diagrama BPMN para el Rediseño de la Gestión y Entrega de Medicamentos
Fuente: Elaboración propia

Despacho de Caseteras

La actividad de Despacho de Caseteras fue transformada en un subproceso, considerando que su complejidad en este rediseño ha aumentado. En la actualidad, esta actividad se limita a las acciones del Auxiliar de Farmacia en cada Estación de Enfermería correspondiente a su Servicio respectivo, donde el Auxiliar ingresa con la casetera a despachar, la ubica en un lugar designado y luego se retira con la casetera con devoluciones. No existen pasos adicionales en esta actividad en la situación actual. Sin embargo, debido que ahora el *stock* disponible considera no solo las existencias en Farmacia, sino que las unidades sobrantes en cada Servicio (aquellas que actualmente se transforman en devoluciones), es importante que esta actividad cambie.

Para lograr que el stock disponible considere las existencias en Farmacia y las devoluciones del día, se establece el concepto de *re-asignación*. Esto corresponde al hecho de indicar que algún insumo dispuesto como devolución por el Servicio que lo solicitó el día anterior y no lo utilizó, debe ser *re-asignado* a algún otro Servicio (o el mismo) que pueda necesitarlo en este momento. Entonces, en vez de que el insumo sea enviado de vuelta a Farmacia, será enviado al Servicio que lo necesita, durante el subproceso de Despacho de Caseteras. Las *re-asignaciones* serán definidas por la lógica de negocios presente en este trabajo, la cual será profundizada posteriormente.

Entonces, bajo estos conceptos, un Auxiliar de Farmacia podría tener que recorrer los Servicios asociados a su vuelta de despacho en cierto orden, para pasar a buscar primero las devoluciones a un Servicio y que luego algunas de estas devoluciones sean re-asignadas a otro Servicio. Incluso, podría darse que se deba visitar un Servicio más de una vez. Entonces, se espera que esto sea resuelto por la lógica de negocios asociada y que este orden se vea

reflejado en la Ruta de Despacho generada anteriormente.

Con esto, queda claro que el subproceso ya no se limita simplemente a un intercambio de caseteras, sino que contiene varios cambios. Estos se pueden apreciar en la Figura 5.7 y se describe a continuación.

- La primera actividad corresponde a *Desplazarse al siguiente Servicio*, donde se espera que independiente de en parte de su ruta de despacho se encuentre el Auxiliar de Farmacia, este se dirija hacia su próximo destino. Esto involucra un tiempo de desplazamiento.
- Luego, al llegar a su destino, se debe preguntar: ¿Debe entregar una casetera en este momento? Si la respuesta es afirmativa, el siguiente paso es una actividad manual de *Preparar la Entrega de la Casetera*. El Auxiliar anuncia su llegada en el Servicio y ubica el lugar en el que debe dejar la casetera del día. Aquí pueden pasar dos casos distintos:
 - En primer lugar, el Auxiliar de Farmacia podría traer *stock re-asignado*. Entiéndase *stock re-asignado* como un stock que no solo depende del Despacho de Farmacia, sino que también depende de una re-asignación, instruida por la lógica de negocios mediante el documento de ruta de despacho impreso previamente. Esta re-asignación fue aplicada por el Auxiliar de Farmacia en algún Servicio visitado previamente. Entonces, se espera que el Personal de Enfermería asociado al Servicio *valide la re-asignación*, revisando que el o los cajones que tengan alguna re-asignación, incluyan todos los insumos solicitados. Si la re-asignación fue hecha correctamente, se continua. De lo contrario, se espera que el Personal de Enfermería haga una *corrección a la re-asignación*. El Auxiliar de Farmacia debe revertir el cambio por completo, dejar la devolución como estaba originalmente en el Servicio donde la recolectó, y desde esa base, con el apoyo del Personal de Enfermería, deben realizar la re-asignación (tomar los medicamentos re-asignados desde el o los cajones en la devolución y colocarlos en el o los cajones correspondientes a este despacho). Luego de esta corrección, se continua.
 - Si no se traía *stock re-asignado*, simplemente se continua.
- La siguiente actividad corresponde a *Entregar la Casetera* de manera oficial. Esto puede considerarse a partir del momento en que el Auxiliar de Farmacia declara que se entregó. Y luego, se espera que el Personal de Enfermería realice una *Confirmación de Correcta Recepción* a través del apoyo tecnológico.
- Luego, se encuentra con otra interrogante, a la que se llega si es que no se debía entregar casetera o si la casetera se entregó y se confirmó su entrega: ¿Se deben retirar devoluciones? Si la respuesta es afirmativa, Se debe *Retirar la Casetera con Devoluciones* y luego pueden pasar dos casos distintos:
 - Si existe *stock re-asignado* a partir de esta devolución, se espera que antes de retirarse de este Servicio, el Auxiliar de Farmacia *aplique la re-asignación* correspondiente. Para esto, debe seguir las instrucciones incluidas en el documento de

ruta de despacho. Se espera que este documento indique explícitamente cuáles insumos deben salir de un determinado cajón rotulado y en cuál cajón deben ser guardados, según el rótulo y el Servicio correspondiente.

- Si es que no existe *stock re-asignado*, simplemente se *sale del Servicio* con las devoluciones.
- Si no había devoluciones por retirar en este Servicio, el Auxiliar de Farmacia debe *salir del Servicio*. Una vez afuera, considerando las instrucciones de la ruta de despacho, debe decidir si tiene que *desplazarse al siguiente Servicio* o simplemente *regresar a Farmacia*.
- Entonces, el sub-proceso itera sobre toda la ruta de despacho hasta que se regresa a Farmacia.

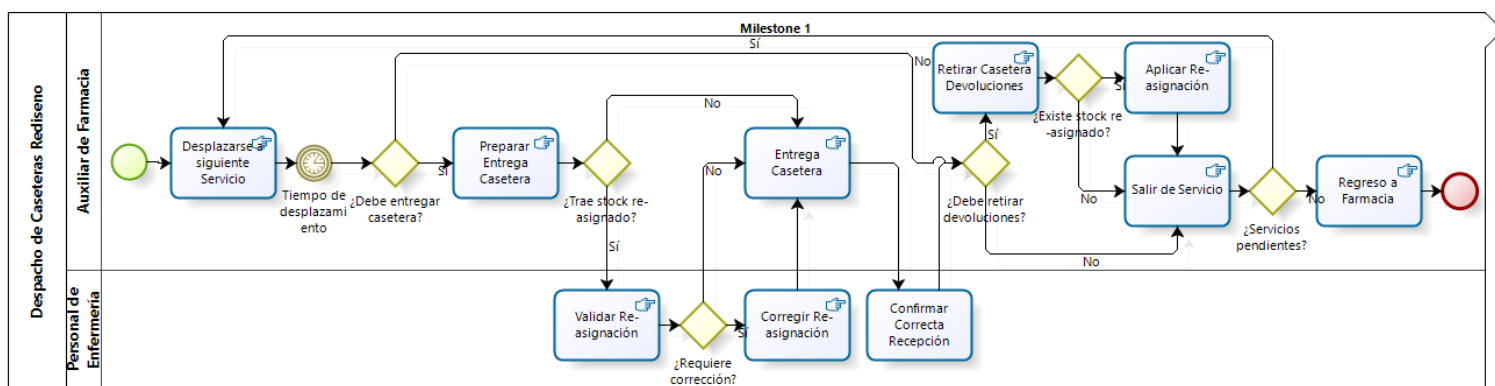


Figura 5.7: Diagrama BPMN para el Rediseño del subproceso de Despacho de Caseteras
Fuente: Elaboración propia

Devolución de Medicamentos

El proceso de Devolución de Medicamentos también involucra cambios en este rediseño, los que van de la mano con el hecho de incorporar un nuevo apoyo tecnológico. Estos son:

- El primer cambio importante se da al momento de *verificar cantidades a devolver*. Se espera por medio del apoyo tecnológico, el Personal de Enfermería registre el consumo de medicamentos y sueros a medida que los utiliza (esto se realizaría en la actividad *Cuidados Básicos Enfermería*, realizado durante el proceso de *Gestión y Entrega de Servicio de Hospitalización*, como se muestra en la Figura 4.11). Si esto se lleva a cabo, al momento de tener que comenzar a gestionar las devoluciones desde el Servicio, el Personal de Enfermería no tendrá que digitar las cantidades devueltas desde cero, sino que simplemente tendrá que realizar una revisión de la casetera y confirmar si es que las cantidades indicadas por el apoyo tecnológico están correctas o no. Si las cantidades requieren ser corregidas, se le dará esta opción al usuario del Personal de Farmacia. Haya o no correcciones, el usuario debe *confirmar* las cantidades a devolver luego de verificarlas. Al igual que antes, esta confirmación debe hacerse antes de la hora límite definida en conjunto con Farmacia, de lo contrario, las Devoluciones no serán retiradas.

- El próximo cambio se observa al momento de *Generar el informe de Solicitudes de Devolución*. De forma similar al proceso de Gestión y Entrega de Medicamentos, gracias al apoyo tecnológico, este informe es generado y almacenado, de forma que estará disponible en todo momento para los usuarios. Internamente, el estado de las devoluciones se cambian de *enviadas* a *pre-procesadas*. Esto quiere decir que el usuario puede *imprimir* este informe cuantas veces sea necesario.
- En el *proceso manual de vaciado de caseteras* se incluye un cambio en la forma en que se *separan las devoluciones*. Se espera que se cuente con un recipiente por cada tipo de medicamento y suero, para que luego la reposición pueda hacerse de forma más ordenada. Por otro lado, se debe contar con recipientes especiales donde depositar de forma íntegra el contenido de algún cajón en el que se haya encontrado alguna *diferencia* al momento de *verificar cantidades devueltas* respecto a la cantidad indicada presente en el Informe de Solicitudes de Devolución y la cantidad devuelta observada por el Técnico de Farmacia.
- La forma en que se *confirman* las devoluciones en el Servicio de Farmacia también cambia. Ahora, el usuario de Farmacia no necesita digitar de forma manual y desde cero las cantidades devueltas verificadas previamente por el Técnico de Farmacia durante el proceso manual de vaciado de caseteras, sino que simplemente debe confirmar que las cantidades devueltas que el apoyo tecnológico está mostrando, concuerden con lo que el Técnico de Farmacia verificó. Una vez que esto es confirmado, existe la posibilidad de que existan *diferencias* entre las cantidades efectivamente devueltas y las cantidades observadas en el apoyo tecnológico (a pesar del rediseño, existe algunos riesgos de error humano). Si es que existe esta diferencia, lo primero es que el usuario *Realice las correcciones* necesarias a las cantidades devueltas del sistema. Solo se deben corregir los medicamentos y sueros en los que se observan diferencias. Luego de eso, independiente de la situación de la diferencia (si es que corresponde a una cantidad mayor o menor) de debe *consignar el estado*. La idea es que esta situación quede almacenada de forma estandarizada en el apoyo tecnológico. Esto se hace automáticamente comparando las cantidades devueltas indicadas por el Servicio y las cantidades devueltas observadas en Farmacia. Finalmente, se espera que se lleve a cabo un sub-proceso llamado *Procedimiento administrativo de Devolución* (Figura 5.9) acorde a la situación:
 - Primero que nada, ante cualquier caso, la devolución involucrada en algún caso de *diferencia* debe dejarse aparte, en un recipiente dedicado para ello y con el mismo rótulo utilizado originalmente en el cajón de la casetera correspondiente. De todas maneras, esto ya se hizo antes, así que no forma parte de este sub-proceso.
 - Si la cantidad devuelta indicada por el Servicio es *menor* a la cantidad devuelta observada en Farmacia (es decir, sobran devoluciones), los insumos devueltos sobrantes no se envían devuelta al Servicio sino que se mantienen en Farmacia y se le *notifica* al Servicio asociado mediante el apoyo tecnológico. El Servicio recibirá una notificación y se permitirá que ambas partes se comuniquen por un *chat* para que comenten sobre la situación. Luego, el Personal de Enfermería del Servicio correspondiente tendrá la opción de *corregir* esta situación remotamente, quedando consignada esta situación en el apoyo tecnológico. Las devoluciones sobrantes presentes en Farmacia, se incorporan al stock disponible luego de las *correcciones*

- Si la cantidad devuelta indicada por el Servicio es *mayor* a la cantidad devuelta observada en Farmacia (es decir, faltan devoluciones), el procedimiento es el mismo. Las devoluciones faltantes en Farmacia que se encuentran en el Servicio, deben ser traídas por alguien designado en el Servicio de Hospitalización respectivo durante el mismo día, para que estos puedan ser repuestos en el almacenamiento de Farmacia.
 - En cualquier caso, se espera que en sus correcciones el Personal de Enfermería rectifique la situación pensando primero en el consumo efectivo del paciente, para que este se vea reflejado posteriormente en su cuenta. Luego, en el caso de que *falten insumos no consumidos que no estén ni en el Servicio ni en Farmacia*, eventualmente tendrá que haber un proceso administrativo distinto para resolver esta situación. Sin embargo, esta situación y su resolución a nivel administrativo sale del alcance de esta tesis. Si se cae en este caso, se considera que el sub-proceso termina en un error.
- Luego del paso anterior, se está en condiciones de *cerrar la devolución*, que corresponde a confirmar y concretar en el apoyo tecnológico esta devolución. Ya no hay más cambios.

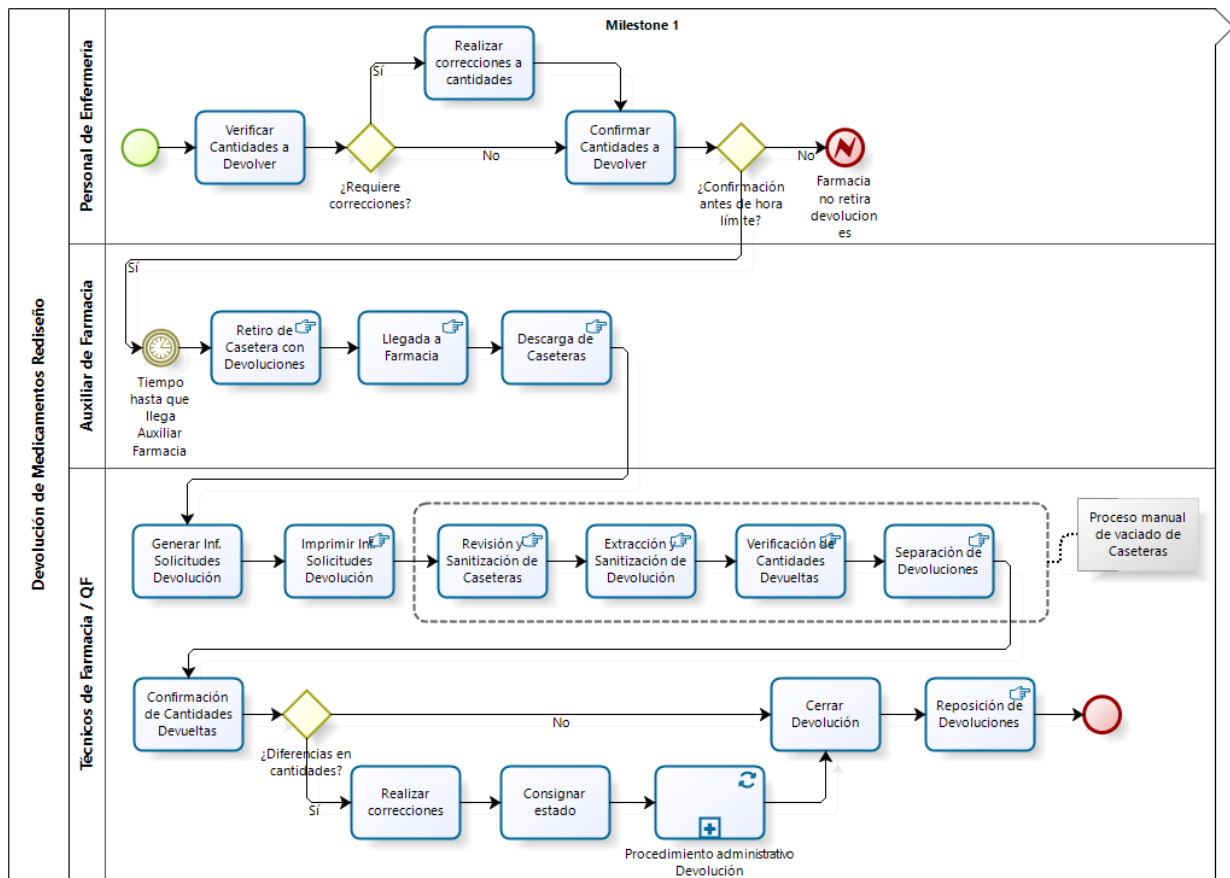


Figura 5.8: Diagrama BPMN para el Rediseño de la Devolución de Medicamentos
Fuente: Elaboración propia

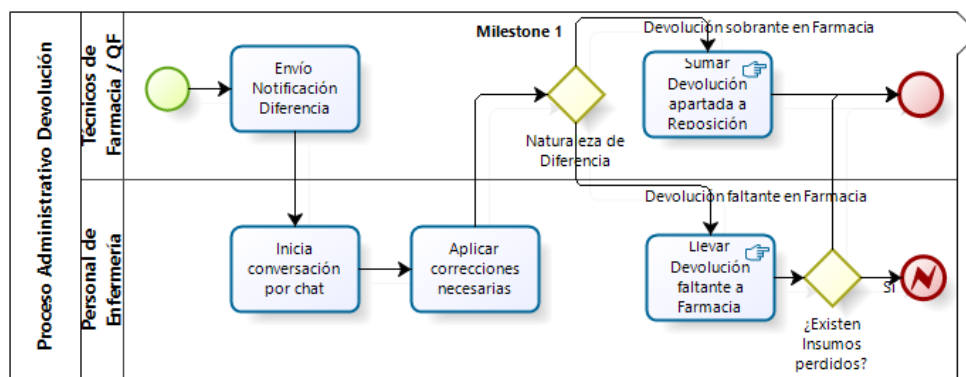


Figura 5.9: Diagrama BPMN para el sub-proceso del Procedimiento Administrativo de Devolución
Fuente: Elaboración propia

Otros detalles relevantes

- La organización de las *vuelatas de despacho* se mantienen de la misma forma que en la Situación Actual. Se debe considerar que esto no se puede modificar de forma simple, ya que depende directamente de la dinámica de trabajo de cada Servicio y de acuerdos a los que se ha llegado con el Servicio de Farmacia luego de mucho tiempo. Modificar esta organización implicaría un rediseño de los procesos internos de cada Servicio, por lo que por simplicidad, se opta por mantenerla.
- Por otro lado, la organización de las *vuelatas de recolección de devoluciones* se modifican de forma tal, que ahora la recolección de devoluciones en primera instancia coincide con la vuelta de despacho respectiva. Este cambio no corrompe la dinámica actual de los Servicios. Si se observan las Tablas 4.1 y 4.2, se puede ver que las 1era y 3era vuelatas de despacho coinciden casi en todos los Servicios con sus vuelatas de recolección de devoluciones respectiva, mientras que la 2da coincide en el único Servicio incluido en la vuelta de recolección de devoluciones correspondiente. Los Servicios faltantes en las vuelatas de recolección de devoluciones están presentes en la 1era vuelta, la cual se realiza antes que cualquiera de las vuelatas de despacho. Por lo tanto, este cambio es completamente factible.
- La Mantención de Estado está siempre disponible y de forma transversal para los actores involucrados en los procesos asociados al apoyo tecnológico pensado para este rediseño. Considerando cada paso realizado en este apoyo tecnológico, se tiene contemplada una interfaz en la que los usuarios que cuenten con los permisos adecuados, puedan ingresar y recibir feedback respecto al estado de los procesos en el momento que estimen conveniente.
- Se espera que la actividad de *Verificar Cantidades a Devolver* en el proceso de Devolución de Medicamentos se haga bien temprano en las mañanas o incluso el día anterior, al momento de cerrar la jornada. Se debe escoger un horario estratégico y lo ideal es que sea el mismo para todos los Servicios, por lo que este horario debe surgir a partir de un acuerdo mutuo entre todos los Servicios de Hospitalización y el Servicio de Farmacia.

5.4 Diseño de Lógica de Negocios

A continuación, se describen las distintas *lógicas de negocio* necesarias para que el Rediseño de proceso propuesto anteriormente pueda llevarse a cabo.

5.4.1 Identificación de Cantidades Solicitadas Anómalas

El objetivo de esta lógica de negocios es generar una alerta al momento de que un Médico o alguien del Personal de Enfermería solicite alguna cantidad de algún insumo, que represente una *anomalía* respecto a lo que históricamente se ha *consumido efectivamente*. Considerando el proceso completo que caracteriza la interacción entre Farmacia y los Servicios, entendemos el *consumo efectivo* de un insumo en particular para una receta y un día puntuales, como la diferencia entre la cantidad solicitada de ese insumo por el Servicio en la receta ese día y la cantidad devuelta de ese insumo al día siguiente, respecto a esa receta. En otras palabras, corresponde a aquello que consumió el paciente efectivamente respecto a lo que se solicitó.

Entonces, la premisa detrás de esta lógica de negocios es que, a partir del consumo efectivo es posible alertar al usuario cuando éste solicite cantidades que se alejen mucho del consumo que generalmente tienen los pacientes del insumo en cuestión. El escenario deseable es que estas alertas generen conciencia y buenas prácticas en Médicos y Personal de Enfermería, para que las cantidades solicitadas se acerquen lo máximo posible a la cantidad que se consumirá efectivamente, lo que permitirá disminuir las cantidades que serán devueltas.

Como idea inicial, se propone caracterizar el *consumo efectivo histórico* del insumo para poder ser capaces de identificar cuando un valor de cantidad solicitada, se aleje demasiado de este consumo histórico. Las cantidades consumidas de insumos (medicamentos o sueros) pueden caracterizarse como una serie de tiempo, en la que cada punto corresponde a una cantidad consumida en alguna receta (se asume que cada receta se generan en instantes distintos de tiempo). A partir de esta caracterización, es posible generar un *modelo de Machine Learning* (a partir de los discutidos en el Capítulo 2) que permita detectar valores anómalos para esta serie de tiempo.

Entonces, para cada insumo en Farmacia, se propone la siguiente metodología para concretar esta lógica de negocio:

- 1.- Caracterizar una serie de tiempo con los consumos efectivos del insumo, con una ventana de tiempo definida hacia atrás.
- 2.- Utilizando esta serie de tiempo, entrenar un modelo de Machine Learning que clasifique un valor nuevo para la serie de tiempo, como *anómalo* o *no anómalo*.
- 3.- Cuando el usuario genere nuevas recetas, por cada insumo solicitado, se debe utilizar los modelos ya entrenados para clasificar cada valor nuevo.
- 4.- Finalmente, para cada valor nuevo, se debe entregar el resultado de la clasificación al software, para generar las notificaciones cuando corresponda.

5.4.2 Re-asignación de Devoluciones

La idea detrás de esta lógica de negocios corresponde a aprovechar el hecho de que existe *stock* circulando en cada uno de los Servicios de Hospitalización, debido a la existencia de insumos sobrantes de los despachos día anterior. Entonces, lo que se busca es *re-asignar* las devoluciones dispuestas por el Servicio de Hospitalización para el día correspondiente, según las *recetas* emitidas durante ese mismo día.

Para lograr este objetivo, se propone un *algoritmo* simple basado en reglas de negocio. Las reglas representan la forma en que las re-asignaciones se asociarán a una receta. Estas reglas representan una heurística, propuesta por simplicidad. A continuación, se describen sus pasos. Para ejemplificar, se utilizará el ítem *Cloruro de Sodio 0.9% 20 ml*.

1.- El primer paso consiste en *establecer el stock disponible del día*. Para esto, se considera el stock disponible en Farmacia y las distintas devoluciones del día de forma agregada, pero sin perder su correspondencia a la devolución correspondiente. Este paso no es estrictamente parte de este algoritmo, pero establece las condiciones iniciales para su operación. Cabe mencionar que este será el stock que *inicialmente* verán todos los Servicios en primera instancia. Su conformación dependerá de las devoluciones que hayan sido confirmadas desde los Servicios en el momento en que cada Servicio se dispone a enviar sus recetas. Por simplicidad, se asume que todos los Servicios confirmarán sus devoluciones temprano en la mañana, antes de que se envíe cualquier receta. Cabe tener en cuenta que el stock disponible que cada Servicio verá, dependerá de la vuelta de despacho en la que se encuentre. A continuación, se describirán dos escenarios diferentes con dos ejemplos de despacho para un Servicio en la 1era vuelta y un Servicio en la 2da vuelta:

- Ej: Para los despachos del día del Servicio de Medicina Física (1era vuelta), existen 5430 unidades disponibles de *Cloruro de Sodio 0.9% 20 ml*, los cuales se pueden desglosar en 5400 unidades disponibles en Farmacia, 10 unidades en el Servicio de Nefrología, asociado a la devolución Nro. 3487633, 10 unidades en el Servicio de Neurocirugía, asociado a la devolución Nro. 5433987 y 10 unidades en el Servicio de Traumatología, asociado a la devolución Nro. 8763221.
- Ej: Considerando el mismo día de despacho y asumiendo que en la vuelta de despacho anterior ningún servicio solicitó *Cloruro de Sodio 0.9% 20 ml*, el Servicio de Gastroenterología tiene 5410 unidades disponibles de *Cloruro de Sodio 0.9% 20 ml*, los cuales se pueden desglosar en 5400 unidades disponibles en Farmacia y 10 unidades en el Servicio de Traumatología, asociado a la devolución Nro. 8763221. ¿A qué se debe este cambio? Este se debe a que si nos fijamos en la organización de las vueltas de despacho (Tabla 4.1) las cuales en el Rediseño coinciden con las vueltas de recolección de devolución, para el momento en que se lleva a cabo la 2da vuelta, las devoluciones de la 1era vuelta ya habrán sido devueltas efectivamente a Farmacia. Por lo tanto, los Servicios asociados a la 2da vuelta ya no pueden contar con las devoluciones de la 1era vuelta para la re-asignación. Entonces, para este caso particular, el Servicio de Gastroenterología ya no puede ver en sus unidades disponibles, aquellas que estaban asociadas a devoluciones de los Servicios de Neurocirugía (10 unidades) y Nefrología (10 unidades), ya que estos corresponden a la 1era y a estas alturas, ya volvieron a Farmacia.

- 2.- Luego, para cada receta proveniente desde alguno de los Servicios involucrados en este rediseño, se determina el *origen* de los insumos solicitados. Para esto, se le da prioridad a las devoluciones re-asignadas disponibles y luego al stock en Farmacia. Además, se debe tener en consideración la *cantidad de caseteras que se lleva en la vuelta de despacho respectiva* y la *cantidad total de caseteras que el medio de transporte puede llevar como máximo*. Esto se realiza a través de los siguientes pasos:
- a.- Supongamos que desde el Servicio de *Clínica Quirúrgica 3er piso* se envía la receta Nro. 5827642, donde uno de sus ítems consiste en 10 unidades de *Cloruro de Sodio 0.9% 20 ml*.
 - b.- Ahora, supongamos que el stock disponible del día para *Cloruro de Sodio 0.9% 20 ml* se compone de: 5000 unidades en Farmacia, 2 unidades en el Servicio de Gastroenterología, 2 unidades en el Servicio de Traumatología, 2 unidades en el Servicio de Cirugía 1, 2 unidades en el Servicio de Cirugía 2 y 2 unidades en el Servicio de Clínica Quirúrgica 3er piso.
 - c.- El siguiente paso corresponde a *re-asignar*. La idea es ir considerando los Servicios que cuenten con aquello que se busca en la receta, considerando la *distancia* entre el Servicio que requiere el insumo y el Servicio que dispone del insumo, dando prioridad a los Servicios más cercanos primero. Además, la *re-asignación* debe considerar el *espacio disponible* en el medio de transporte para llevar caseteras, cuando la re-asignación considere alguno de los Servicios que *no son parte de la vuelta de despacho correspondiente*.
 - d.- Para entender el punto anterior, se continua desarrollando el ejemplo. Entonces, el Servicio de Clínica Quirúrgica 3er piso tiene como opciones para recibir *Cloruro de Sodio 0.9% 20 ml* los Servicios mencionados en el punto b.-, los cuales si se ordenan considerando menor a mayor distancia, resultan como: Clínica Quirúrgica 3er piso (la primera prioridad siempre la tendrá el Servicio mismo por razones obvias, siempre y cuando tenga unidades disponibles en sus Devoluciones), Traumatología, Gastroenterología, Cirugía 1 y Cirugía 2.
 - e.- Ahora, se debe considerar *la cantidad máxima de Caseteras que puede llevar el Medio de Transporte*. Supongamos que el Medio de Transporte puede llevar como máximo 8 Caseteras. En la 2da vuelta, el Medio de Transporte lleva 7 Caseteras. Supongamos también que esta cantidad no cambiará ya que las Devoluciones de esta vuelta no fueron consideradas para re-asignación en la vuelta anterior (es decir, siguen en sus Servicios respectivos). Entonces, esto quiere decir que *solo puede sumar 1 Casetera más* asociada a algún Servicio que no forme parte de la vuelta correspondiente y que además tenga Devoluciones disponibles para re-asignar. Luego, considerando el orden anterior y que el Servicio busca 10 unidades de *Cloruro de Sodio 0.9% 20 ml*, la re-asignación resultará en lo siguiente: 2 unidades en Clínica Quirúrgica 3er piso, 2 unidades en Traumatología, 2 unidades Gastroenterología y 2 unidades Cirugía 1. La Casetera de Devoluciones de Cirugía 1 hace que el Medio de Transporte llegue a 8 Caseteras como máximo, por lo tanto, Cirugía 2 no podrá ser considerado para esta re-asignación. Las 2 unidades restantes saldrán desde Farmacia para este Despacho.
 - f.- Por último, se debe considerar que, como ya se alcanzó la máxima capacidad del Medio de Transporte, para otras re-asignaciones sólo se considerará a las Devoluciones asociadas a Servicios que estén en la misma vuelta de Despacho.

- 3.- A medida que se van definiendo re-asignaciones, se determina un *orden* en el que se deben visitar los distintos Servicios durante la vuelta de Despacho correspondiente. Considerando el ejemplo anterior, antes de visitar al Servicio de Clínica Quirúrgica 3er piso, se tendrá que visitar los Servicios de Traumatología, Gastroenterología y Cirugía 1. Este orden se debe almacenar, ya que posteriormente será utilizado. Además, debe evitar *contradicciones* en su conformación. Por ejemplo:
 - a.- Sigamos con el ejemplo anterior. El orden es: Antes de visitar al Servicio de Clínica Quirúrgica 3er piso, se tendrá que visitar los Servicios de Traumatología, Gastroenterología y Cirugía 1.
 - b.- Entonces, para evitar contradicciones, en el momento en que esta re-asignación es definida, en la 2da vuelta, para los Servicios de Traumatología y Gastroenterología, las Devoluciones de Clínica Quirúrgica 3er piso *ya no son consideradas para las potenciales re-asignaciones de estos Servicios*.
 - c.- Sin embargo, podría darse otro caso: Un Servicio podría contar con re-asignaciones para más de un Servicio. Por ejemplo, si bien Traumatología y Gastroenterología deben visitarse antes de Clínica Quirúrgica 3er piso, Traumatología podría contar con re-asignaciones para Gastroenterología también. En un caso así, ambos ordenamientos son compatibles.
 - d.- Entonces, para establecer el stock disponible que cada Servicio verá, a medida que se definan re-asignaciones, también se tendrá que tener en cuenta este orden, para saber qué Servicios pueden ser considerados como orígenes de una re-asignación.

Para determinar esto sin problemas, se opta por una solución sencilla: Las re-asignaciones serán resueltas *según la hora de llegada de las recetas*.

- 4.- Cabe mencionar que mientras se resuelven las re-asignaciones, se debe mantener un *status* que indique si la receta pudo satisfacerse completamente o no (podría darse el caso de que el stock no sea suficiente como para satisfacer por completo la solicitud).
- 5.- Finalmente, el proceso itera a lo largo de todos Servicios de la vuelta correspondiente, hasta que ya no se puede re-asignar nada más.

Para concretar este algoritmo, se plantea el siguiente pseudo-código que contiene su lógica de forma íntegra:

Algorithm 1 Datos para Algoritmo Re-asignación de Devoluciones

Datos: S : Arreglo con todos los Servicios de Hospitalización.

S_v : Arreglo con Servicios que forman parte de esta vuelta.

S_{vd} : Arreglo con Servicios que forman parte de esta vuelta y que cuentan con Devoluciones aún.

S_{nv} : Arreglo con Servicios que no forman parte de esta vuelta.

S_d : Arreglo con Servicios que aún cuentan con Devoluciones

S_{nd} : Arreglo con Servicios que ya mandaron de vuelta sus Devoluciones a Farmacia.

R_{s_v} : Arreglo con recetas para el Servicio s_v correspondiente. Cada receta r_{s_v} tiene un conjunto de elementos rr_{s_v, m_i} que se asocian a un insumo y una cantidad.

D_{s_d} : Arreglo con Devoluciones para el Servicio s_d correspondiente. Cada devolución d_{s_d} tiene un conjunto de elementos dd_{s_d, m_i} que se asocian a un insumo y una cantidad.

M : Medicamentos y Sueros disponibles m_i .

F_{m_i} : Cantidad de Medicamento o Suero m_i disponible en Farmacia.

O : Arreglo que indica orden de visita de Servicios. Inicialmente vacío. Cada elemento booleano o_{s_i, s_j} indica si el Servicio s_i debe ser visitado antes que el Servicio s_j o no.

$Dist$: Arreglo con distancias entre Servicios. Cada elemento $dist_{s_i, s_j}$ representa la distancia entre s_i y s_j .

$Cercano(s_i, j)$: Función que entrega los Servicios en orden según la distancia (más cercano a más lejano) hacia s_i . El parámetro j es el orden. Cuando $j = 0$, la función entrega el Servicio mismo s_i

$CapMax$: Capacidad máxima del Medio de Transporte.

Algorithm 2 Re-asignación de Devoluciones - Definir Stock Disponible

para s_v **en** S_v **hacer**

Se define el stock que verá cada s_v : $stock_{s_v, m_i}$

Se define variable que indica de qué servicios se compone el stock: $auxstock_{s_v, m_i}$

para m_i **en** M **hacer**

$auxstock_{s_v, m_i} = [farmacia]$

$stock_{s_v, m_i} = F_{m_i}$

para s_d **en** S_d **hacer**

si $o_{s_v, s_d} == Falso$ **entonces**

si existe dd_{s_v, m_i} **entonces**

$stock_{s_v, m_i} = stock_{s_v, m_i} + d_{s_v, m_i}$

$auxstock_{s_v, m_i}.append(s_d)$

fin

fin

fin

fin

fin

Resultado: $stock_{s_v, m_i}$, $auxstock_{s_v, m_i}$

Algorithm 3 Re-asignación de Devoluciones - Definir Origen de Re-asignación

```
para  $s_v$  en  $S_v$  hacer
  Se define variable con capacidad de Medio de Transporte:  $thiscap$ 
  Se define variable que contendrá los resultados totales:  $Results$ 
  Capacidad de Medio de Transporte en esta vuelta:  $thiscap = CapMax - len(S_v d)$ 
  para  $r_{s_v}$  en  $R_{s_v}$  hacer
    para  $rr_{s_v, m_i}$  en  $r_{s_v}$  hacer
      Se define origen de insumos solicitados por receta:  $origenrr_{s_v, m_i}$ 
      Se define variable que indica cantidad que proviene de cada origen:  $auxorigenrr_{s_v, m_i}$ 
      Se define variable que indica si receta pudo resolverse completamente o no:  $statusrr_{s_v, m_i}$ 
      Insumo de receta:  $thismed = rr_{s_v, m_i}.med$ 
      Cantidad de Insumo de receta:  $thiscant = rr_{s_v, m_i}.cant$ 
      Cantidad que falta por completar:  $thisremain = thiscant$ 
      si  $stock_{s_v, thismed} \geq thiscant$  entonces
        para  $j$  en  $range(len(S_d))$  hacer
          si  $thiscant > Sum(auxorigenrr_{s_v, thismed})$  entonces
             $nextcercano = Cercano(s_v, j)$ 
            si existe  $dd_{nextcercano, thismed}$  y  $dd_{nextcercano, thismed} > 0$  entonces
              si  $nextcercano$  en  $S_v$  o ( $nextcercano$  en  $S_{nv}$  y  $thiscap > 0$ ) entonces
                 $origenrr_{s_v, thismed}.append(nextcercano)$ 
                si  $thiscant \geq dd_{nextcercano, thismed}$  entonces
                   $auxorigenrr_{s_v, thismed}.append(dd_{nextcercano, thismed})$ 
                   $thisremain = thisremain - dd_{nextcercano, thismed}$ 
                   $dd_{nextcercano, thismed} = 0$ 
                fin
              si  $thiscant < dd_{nextcercano, thismed}$  entonces
                 $auxorigenrr_{s_v, thismed}.append(thiscant)$ 
                 $thisremain = thisremain - thiscant$ 
                 $dd_{nextcercano, thismed} = dd_{nextcercano, thismed} - thiscant$ 
              fin
            si  $nextcercano$  en  $S_{nv}$  entonces
               $thiscap = thiscap - 1$ 
            fin
             $O_{nextcercano, s_v} = Verdadero$ 
          fin
        fin
      en otro caso
         $statusrr_{s_v, thismed} = Verdadero$ , break
      fin
    fin
  si  $thisremain > 0$  entonces
    si  $F_{thismed} \geq thisremain$  entonces
       $origenrr_{s_v, thismed}.append(farmacia)$ ,  $auxorigenrr_{s_v, thismed}.append(thisremain)$ 
       $F_{thismed} = F_{thismed} - thisremain$ ,  $statusrr_{s_v, thismed} = Verdadero$ 
    en otro caso
       $origenrr_{s_v, thismed}.append(farmacia)$ ,  $auxorigenrr_{s_v, thismed}.append(F_{thismed})$ 
       $F_{thismed} = 0$ ,  $statusrr_{s_v, thismed} = Falso$ 
    fin
  fin
  en otro caso
     $statusrr_{s_v, thismed} = Falso$ , break
  fin
   $Results_{r_{s_v}}.origin = origenrr_{s_v, thismed}$ ,  $Results_{r_{s_v}}.cants = auxorigenrr_{s_v, thismed}$ 
   $Results_{r_{s_v}}.status = statusrr_{s_v, thismed}$ 
fin
fin
```

Resultado: $Results$

5.4.3 Obtención de Ruta de Despacho

Una vez que se cuenta con los resultados de la re-asignación de medicamentos, en conjunto con la información de las vueltas del día, es posible definir la *ruta de despacho* que debe seguir el Auxiliar de Farmacia para entregar la casetera con medicamentos y sueros solicitados en el día al Servicio de Hospitalización correspondiente. El primer paso para lograr esto, es tener en cuenta cuáles son las *rutas posibles* que el Auxiliar de Farmacia puede seguir.

Para esto, el Depto. de Procesos y Gestión de la Información facilitó un conjunto de planos de los distintos sectores del HCUCH. En la Figura 5.10 se puede observar un *plano resumido* resultante de los planos originales, en los que se consideraron los pisos y sectores involucrados con el proceso. Es decir, aquellos que contienen a los Servicios y potenciales rutas a seguir por el Auxiliar de Farmacia en su despacho.

En esta figura, se observan los 17 Servicios involucrados en el despacho, repartidos en los 5 pisos superiores del HCUCH, a lo largo de todos sus sectores (A, B, D y E principalmente). También se puede apreciar los *ascensores*, cuyo camino es representado con una línea discontinua. Sin embargo, los ascensores en los sectores C no se utilizan ya que son preferenciales para personas y no carga.

También, se puede apreciar que ciertos caminos cuentan con una *cruz roja*. Esta representa un *camino bloqueado* actualmente en el HCUCH, por diversas razones. Algunos no están habilitados para la libre circulación, como el piso 2 ya que contiene la UCI, o el piso 5 que contiene un Servicio que no tiene salida hacia el sector C de ese piso, ya que existen instalaciones administrativas a partir de ese sector. También existen pasillos bloqueados por contingencia, como el sector C del piso 1, el cual en circunstancias normales es una recepción, pero que en la actualidad fue habilitado como zona de camas para pacientes COVID-19. Esta información fue levantada en terreno, entre los meses de diciembre 2020 y marzo 2021.

Luego, a partir de todas las consideraciones anteriores y expuestas a través del plano reducido, se construye un *grafo* representativo de estas posibles rutas y las *distancias* entre los distintos servicios. En la Figura 5.11 se presenta esta estructura. Las distancias están escritas en metros. Los nodos como tales corresponden a los círculos enumerados, donde cada uno corresponde a un Servicio. El nodo con una F corresponde a Farmacia. Por otro lado, los círculos rojos corresponden a un ascensor. Considerando las distancias observadas en los planos, por simplicidad se asume que la distancia en los pasillos de un mismo sector en un piso u otro es igual (en particular, para los sectores B, C y D). Con esto en consideración, se ajustaron las distancias en el grafo, para que estas distancias fuesen las mismas entre pisos. Ej: la distancia recorrida en el pasillo del sector B del segundo piso es la misma que la recorrida en el sector B del tercer piso.

A pesar de que el grafo muestra que un nodo está conectado a lo más con otros dos, esto la práctica no es así. En la realidad, cada nodo está conectado con todos los otros nodos. En otras palabras, uno podría dirigirse desde un nodo hacia cualquier otro. Sin embargo, por simplicidad se optó por no representar esta característica directamente en la figura del grafo, ya que habría sido demasiado compleja de visualizar.

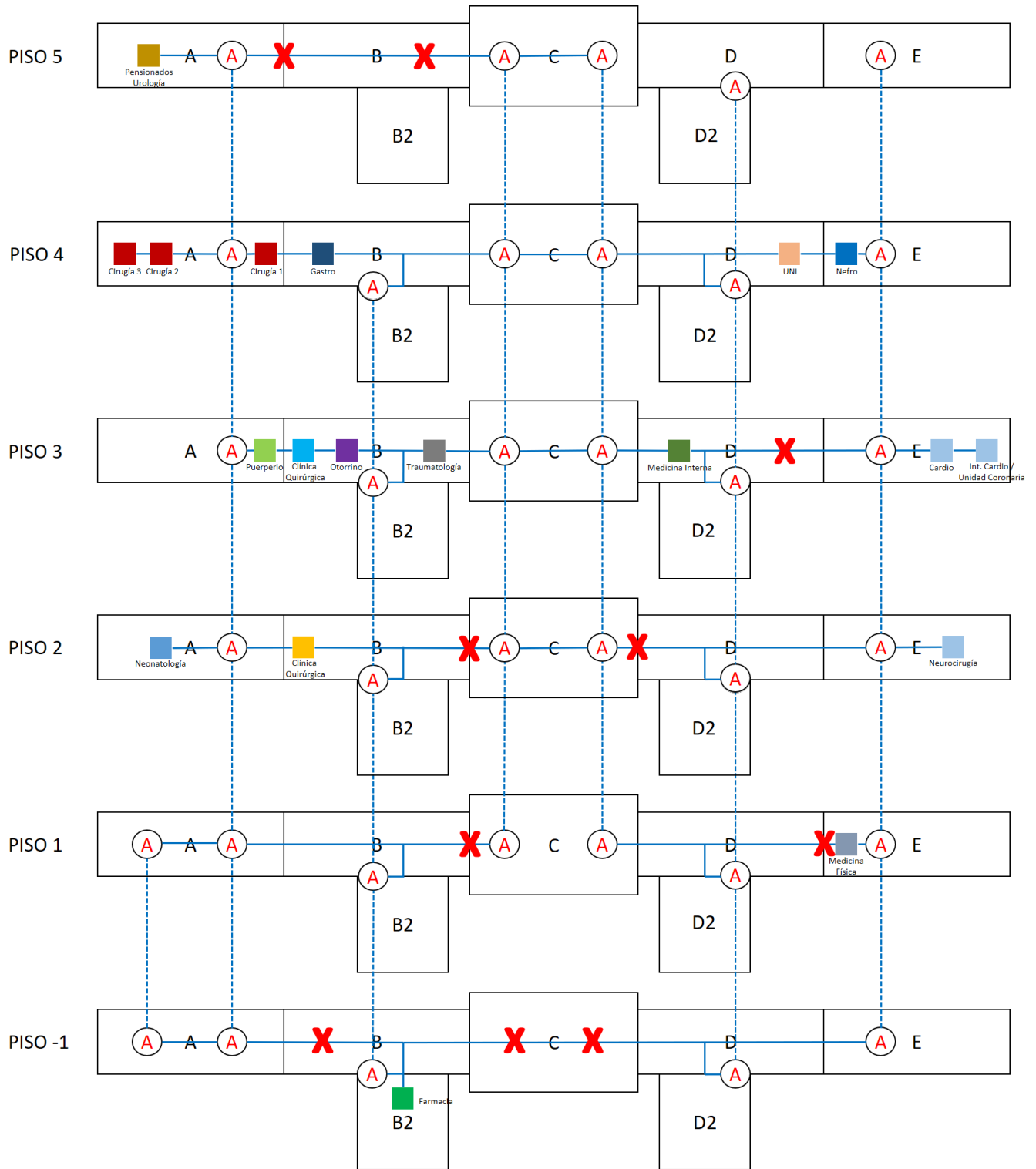


Figura 5.10: Plano Resumido del HCUCH
Fuente: Elaboración propia a partir de planos originales

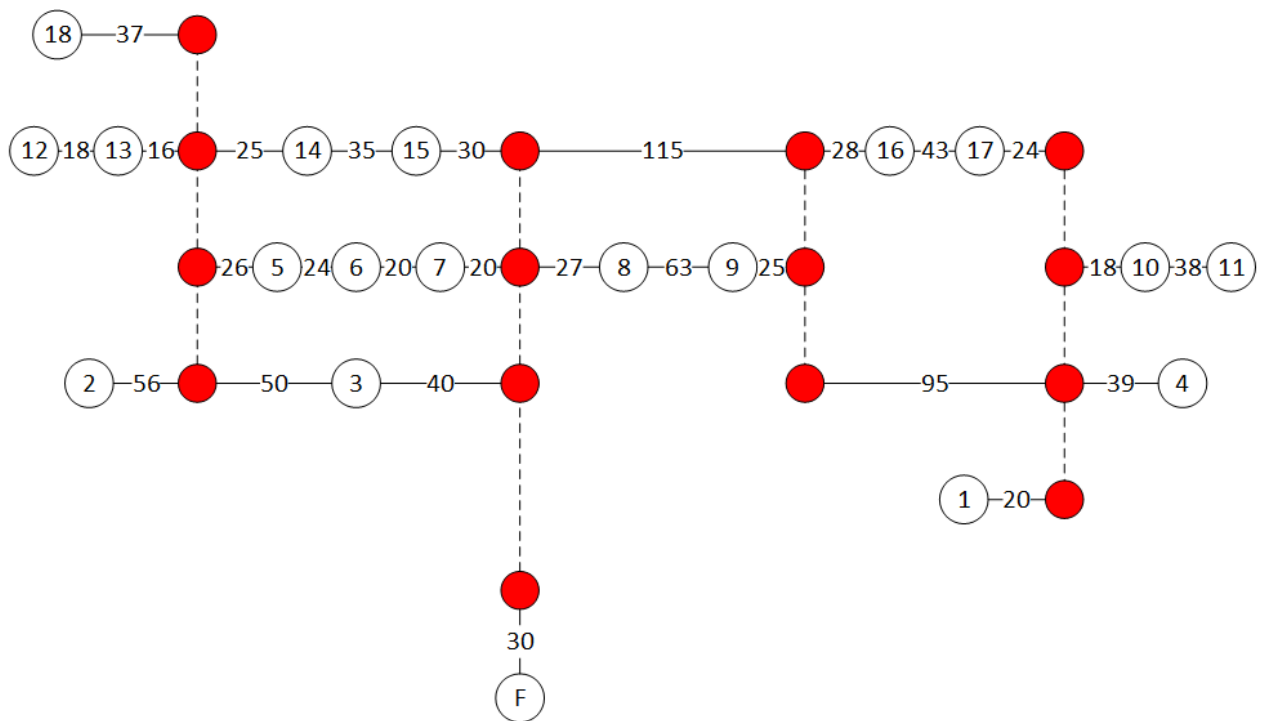


Figura 5.11: Grafo Representativo del HCUCH
Fuente: Elaboración propia

Entonces, para definir la distancia entre un nodo y otro, se obtuvo la mínima distancia posible entre ambos puntos, utilizando las distancias contenidas en el grafo de la Figura 5.11. Además, se plantea un supuesto sobre el ascensor, estableciendo cada tramo con línea discontinua como una distancia de 10 metros. Por último, se establece que la distancia entre un nodo i y un nodo j es la misma distancia que desde el nodo j al nodo i . Con todas estas consideraciones, se construye una matriz de distancias entre los distintos nodos del grafo HCUCH, la cual se muestra en la Figura 5.12.

Por último, para poder hacer la equivalencia entre los nodos del grafo y los distintos Servicios, en la Tabla 5.1 se incluye esta equivalencia. Cabe mencionar que el nodo 11 correspondiente al Intermedio Cardiología no es parte de los despachos. De todas maneras, al momento de utilizar los datos entregados por la matriz de distancias, su presencia no influye si es que este Servicio se mantiene al margen del proceso.

	F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
F	0	300	186	80	315	114	90	70	77	140	298	336	184	166	125	90	203	246	197
1	300	0	406	300	69	314	290	270	223	160	58	96	384	366	325	290	117	74	397
2	186	406	0	106	415	92	116	136	183	246	404	442	110	92	101	136	309	352	123
3	80	300	106	0	309	86	90	70	77	140	298	336	104	86	95	130	303	346	117
4	315	69	415	309	0	323	299	279	232	169	67	78	393	375	334	299	126	83	406
5	114	314	92	86	323	0	24	44	91	154	312	350	70	52	61	96	269	312	83
6	90	290	116	90	299	24	0	20	67	130	288	326	94	76	85	120	293	336	107
7	70	270	136	70	279	44	20	0	47	110	268	306	114	96	105	140	313	356	127
8	77	223	183	77	232	91	67	47	0	63	221	259	161	143	102	67	126	169	174
9	140	160	246	140	169	154	130	110	63	0	158	196	224	206	165	130	63	106	237
10	298	58	404	298	67	312	288	268	221	158	0	38	362	344	303	268	95	52	375
11	336	96	442	336	78	350	326	306	259	196	38	0	400	382	341	306	133	90	413
12	184	384	110	104	393	70	94	114	161	224	362	400	0	18	59	94	267	310	81
13	166	366	92	86	375	52	76	96	143	206	344	382	18	0	41	76	249	292	63
14	125	325	101	95	334	61	85	105	102	165	303	341	59	41	0	35	208	251	72
15	90	290	136	130	299	96	120	140	67	130	268	306	94	76	35	0	173	216	107
16	203	117	309	303	126	269	293	313	126	63	95	133	267	249	208	173	0	43	280
17	246	74	352	346	83	312	336	356	169	106	52	90	310	292	251	216	43	0	323
18	197	397	123	117	406	83	107	127	174	237	375	413	81	63	72	107	280	323	0

Figura 5.12: Matriz con distancias entre los nodos del grafo HCUCH

Fuente: Elaboración propia

Nodos	Servicio
F	Farmacia
1	Medicina Física
2	Neonatología
3	Clínica Quirúrgica 2do piso
4	Neurocirugía
5	Puerperio
6	Clínica Quirúrgica 3er piso
7	Otorrinolaringología
8	Traumatología
9	Medicina Interna
10	Cardiología
11	Int. Cardio / Unidad Coronaria
12	Cirugía 3
13	Cirugía 2
14	Cirugía 1
15	Gastroenterología
16	Unidad Int. Nefrología
17	Nefrología
18	Pensionados Urología

Tabla 5.1: Equivalencia entre nodos numerados y Servicios en el plano reducido

Fuente: Elaboración propia

Entonces, al tener construida la matriz de distancias, ya se tiene la información necesaria para describir las *rutas posibles* que el Auxiliar de Farmacia puede seguir. El siguiente paso corresponde a responder las siguientes interrogantes: ¿Cuál ruta debe seguir el Auxiliar de Farmacia cuando debe visitar los nodos A, B, C, D, E y F? ¿Y qué pasa si debe visitar el nodo D antes del B y el A antes del C?

Para responder a estas interrogantes, se aplicará la teoría discutida en el Capítulo 2, donde se presenta la formulación del Problema del Vendedor Viajero pero con restricciones de precedencia, propuesta por (Sarin et al., 2005). Una *restricción de precedencia* corresponde a aquella que establece que un nodo i debe ser visitado antes que un nodo j . Considerando la lógica de negocios de re-asignaciones, es necesario tener en cuenta estas precedencias para obtener la ruta de despacho, dado un conjunto de Servicios a los que se debe despachar las caseteras.

Entonces, la formulación de (Sarin et al., 2005) consiste en un problema de programación lineal similar al Problema del Vendedor Viajero original, pero con el uso de una variable auxiliar que se preocupa de que la ruta obtenida, respete las restricciones de precedencia. A continuación, se presenta su formulación:

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n c_{ij} x_{ij} \quad (5.1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1, i \neq j}^n x_{ij} = 1, \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (5.2)$$

$$\sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ij} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (5.3)$$

$$y_{ij} \geq x_{ij}, \quad \forall i, j = 2, \dots, n, \quad i \neq j, \quad (5.4)$$

$$y_{ij} + y_{ji} = 1, \quad \forall i, j = 2, \dots, n, \quad i \neq j, \quad (5.5)$$

$$y_{ij} + y_{jk} + y_{ki} \leq 2, \quad \forall i, j, k = 2, \dots, n, \quad i \neq j \neq k, \quad (5.6)$$

$$y_{ij} = 1, \quad \forall j = 2, \dots, n, \quad \forall i \in P_j \quad (5.7)$$

La variable x_{ij} es binaria, $\forall i, j = 1, \dots, n, i \neq j$, y si es igual a 1, establece una precedencia directa entre los nodos i y j . Es decir, que estos nodos estén conectados entre sí en la ruta, con i antes de j . La variable $y_{ij} \forall i, j = 2, \dots, n, i \neq j$, es continua según el autor, pero a pesar de eso tiene una connotación binaria. Se define a partir del segundo nodo, para no causar conflictos con el nodo de origen (el nodo de origen no puede tener ningún tipo de precedencia). Cuando es igual a 1, establece una precedencia entre el nodos i respecto al j , pero no necesariamente directa. Es decir, el nodo i debe visitarse sí o sí antes que el nodo j , pero entre la visita de estos dos nodos, podrían pasar otras cosas en la ruta. Por último, c_{ij} corresponde a una constante que indica la distancia entre los nodos i y j .

Ahora, este problema de programación lineal minimiza la función objetivo (5.1) que corresponde a la distancia total recorrida en la ruta, sujeto a las siguientes restricciones:

- (5.2) y (5.3) son las restricciones que se aseguran de que cada nodo involucrado tenga solo una arista de entrada y otra de salida. O dicho de otra forma, que solo pueda ser visitado una vez durante la ruta.
- (5.4) es una restricción que se asegura de que no haya contradicciones en las precedencias directas establecidas por x_{ij} y las no necesariamente directas establecidas por y_{ij} . Por ejemplo, para un par de nodos i y j , si hay una precedencia no necesariamente directa entre ambos, y_{ij} es igual a 1. En ese caso, x_{ij} podría ser igual a 1 indicando que i viene inmediatamente antes de j , como también podría ser cero, con i y j no conectados entre sí. Pero si x_{ij} es igual a 1, en ningún caso y_{ij} podría ser igual a cero ya que sería una contradicción.
- (5.5) Se asegura de que las precedencias definidas no caigan en conflicto. Si un nodo i debe ser visitado antes de un nodo j , es imposible que se de el caso contrario.
- (5.6) Establece que no se produzca una contradicción entre las precedencias a través de otros nodos distintos (de forma transitiva). Básicamente, se preocupa de que no se de un caso en el que un nodo i deba estar antes de un nodo j , que un nodo j deba estar antes de un nodo k y que ese nodo k deba estar antes del nodo i . Implícitamente, esa relación implicaría que el nodo j debería estar antes del nodo i , lo que provoca una contradicción.
- Por último, la restricción (5.7) permite forzar precedencias para un nodo i , para todos los nodos j dentro del conjunto P_j . Esta restricción dependerá del caso al que se aplique este problema y es justo lo que se necesita para esta lógica de negocios.

Entonces, para concretar esta lógica de negocios, se utilizará esta formulación del Problema de Vendedor Viajero con restricciones de precedencia, utilizando la matriz de distancias entre los Servicios y los resultados del algoritmo de re-asignación de insumos, para obtener una *ruta de despacho* que considere los Servicios que deben visitarse en una determinada vuelta de despacho (esto está establecido de antemano) pero, considerando que hay Servicios que deben ser visitados antes que otros. Esto último se obtendrá con los resultados de las re-asignaciones (en particular, los orígenes ordenados).

Capítulo 6

Propuesta de Apoyo Tecnológico

Como se ha descrito en capítulos anteriores, para que el rediseño propuesto en esta tesis pueda llevarse a cabo, este debe ir acompañado de un *apoyo tecnológico* que contenga todas las funcionalidades necesarias para realizar las distintas actividades sugeridas. Entonces, en este capítulo se le da forma a este apoyo tecnológico, definiendo sus distintas funcionalidades, proponiendo una arquitectura tecnológica que lo sustente, estableciendo un diseño de sus casos de uso, secuencias y clases y finalmente, generando un prototipo funcional.

6.1 Especificación de Requerimientos

A continuación, se presentan los distintos requerimientos funcionales y no funcionales, con los que debe contar este apoyo tecnológico (en adelante, *plataforma*), considerando el Rediseño propuesto y sus distintas actividades.

6.1.1 Requerimientos Funcionales

- **Control de acceso**
 - *Procesamiento*: Proceso de control de acceso de usuarios a la plataforma, a partir de ingresar un nombre de usuario y contraseña. Este proceso además, permitirá identificar al usuario internamente según un *tipo*, lo que además permitirá dar acceso diferenciado a otras funcionalidades, a través de la implementación de *permisos*. En particular, los usuarios de Farmacia sólo tendrán acceso a las funcionalidades e interfaces para Farmacia. Del mismo modo, los usuarios de cada Servicio de Hospitalización.
 - *Datos contenidos en sistema*: Cada usuario se representa por una ID (INT), un Nombre de usuario (VARCHAR) y una Contraseña (VARCHAR) por cada usuario. Cada usuario tiene un Tipo (INT). Cada usuario se asocia a un Servicio o Farmacia, representados por una ID (INT).
 - *Input*: Nombre de usuario, Contraseña.

- *Output*: Variable BOOLEAN en función del resultado del control de acceso. Si es Verdadero, también devuelve el Tipo del usuario.
- **Despliegue de Medicamentos y Sueros disponibles en Farmacia.**
 - *Procesamiento*: Cuando algún usuario de uno de los Servicios de Hospitalización se encuentre escogiendo los Medicamentos a Indicar, se le debe dar acceso a una interfaz donde se le mostrará el listado completo de Medicamentos y Sueros disponibles en Farmacia, junto a su stock respectivo (aunque este sea igual a cero, para evitar confusiones). El usuario podrá buscar un Medicamento o Suero en particular y podrá ver la Unidad con la que el Medicamento o Suero fue definido en la plataforma. La idea es usar esta información como una *referencia* al momento de realizar la Indicación de Medicamentos.
 - *Datos contenidos en sistema*: Medicamentos y Sueros junto a su información respectiva: ID (INT), Nombre (VARCHAR), Tipo (VARCHAR), Unidad específica (VARCHAR), Stock (INT).
 - *Input*: Nada (despliega todos los elementos) o el nombre de un Medicamento o Suero específico (despliega elementos filtrados a partir del nombre indicado).
 - *Output*: Listado de Medicamentos o Sueros, en función del input.
 - **Validación de solicitudes de Medicamentos y Sueros a partir de stock.**
 - *Procesamiento*: Corresponde a una función que valida si una solicitud de Medicamentos y Sueros es factible de llevarse a cabo, según el Stock disponible en Farmacia.
 - *Datos contenidos en sistema*: Medicamentos y Sueros junto a su información respectiva: ID (INT), Nombre (VARCHAR), Tipo (VARCHAR), Unidad específica (VARCHAR), Stock (INT).
 - *Input*: Solicitud de Medicamentos y Sueros: Nombre y Cantidad Solicitada.
 - *Output*: Variable BOOLEAN en función del resultado de la validación.
 - **Ejecutar Identificación de Cantidades Solicitadas anómalas.**
 - *Procesamiento*: Corresponde a la ejecución de la lógica de negocios asociada a la Identificación de una Cantidad Solicitada anómala en la solicitud respectiva. Se aplica un modelo de clasificación asociado al Medicamento o Suero, para determinar si la Cantidad Solicitada correspondiente es anómala o no.
 - *Datos contenidos en sistema*: Modelo de Machine Learning para cada Medicamento o Suero.
 - *Input*: Solicitud de Medicamentos y Sueros: Nombre y Cantidad Solicitada.
 - *Output*: Variable BOOLEAN en función del resultado de la clasificación.
 - **Emisión de Notificaciones**
 - *Procesamiento*: Existen eventos durante los procesos Rediseñados, en los que se debe gatillar una notificación visible para ciertos usuarios de la plataforma. Para

lograrlo, se debe especificar qué usuarios deben verla y un mensaje asociado. La notificación debe mostrarse en tiempo real en el momento en que se gatille, sin la necesidad de que el usuario destinatario recargue el sitio.

- *Datos contenidos en sistema:* Tipo de usuario (INT)
- *Input:* Tipo de usuario que verá la notificación y Mensaje que debe mostrarse.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función del resultado de esta acción.

● **Despliegue y Manipulación de Recetas recibidas**

- *Procesamiento:* Los usuarios de Farmacia deben ser capaces de ver un listado con las distintas Recetas recibidas por los distintos Servicios. Para cada una, el usuario debe poder ver su detalle, que consiste en un conjunto de Medicamentos y Sueros, con su respectiva Cantidad Solicitada. Además, el usuario debe poder iniciar el procesamiento de la Solicitud de Despacho asociada a cada Receta, lo que lo llevará a la funcionalidad de *Revisión de Recetas*.
- *Datos contenidos en sistema:* Las distintas Recetas asociadas a un Servicio de Hospitalización. Cada Receta se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), un conjunto de Medicamentos y Sueros solicitados y un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra. Cada Medicamento y Suero solicitado se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad solicitada (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT).
- *Input:* Nada (se despliegan las Recetas recibidas, categorizadas por Servicio). ID de Receta (se despliega el detalle de la Receta correspondiente o se lleva a la funcionalidad de Revisión de Receta).
- *Output:* Un listado o acción, en función del input.

● **Revisión de Recetas**

- *Procesamiento:* Para esta funcionalidad, se aplica la validación de solicitud de Medicamentos y Sueros por stock y la Identificación de Cantidades solicitadas anómalas, con el objetivo de alertar al usuario de Farmacia en el caso de encontrar algún problema. Luego, se le presenta al usuario el detalle de la Receta por revisar, marcando aquellos Medicamentos o Sueros solicitados en los que se encontró algún problema con las validaciones anteriores. Ante esto, se le da la opción al usuario de *Editar* las cantidades en Receta y/o continuar y *Guardar* la Receta ya revisada.
- *Datos contenidos en sistema:* Cada Receta se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), un conjunto de Medicamentos y Sueros solicitados y un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra. Cada Medicamento y Suero solicitado se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad solicitada (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT).
- *Input:* ID de Receta por revisar.
- *Output:* Detalle de Receta, con elementos destacados si corresponde.

● **Edición de cantidades en Recetas**

- *Procesamiento:* El usuario de Farmacia debe tener la opción de Editar las cantidades solicitadas en las Recetas, si es que se identificó alguna anomalía y a su juicio, sería adecuado hacerlo. Si el usuario ingresa a esta opción, se le presenta una interfaz adecuada para realizar esta acción. Esta edición sólo puede permitir al usuario disminuir la cantidad original, nunca aumentarla. Luego, puede guardar los cambios y será devuelto a la interfaz de Revisión de Recetas. Si la edición fue exitosa, se entregará un valor Verdadero. En cambio, si existe alguna excepción, se entregará valor Falso.
- *Datos contenidos en sistema:* Cada Medicamento y Suero solicitado se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad solicitada (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT).
- *Input:* La ID del Medicamento o Suero solicitado al que se le quiere editar la cantidad.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función de la acción.

• Ejecutar Conformación de Despacho

- *Procesamiento:* Una vez que una Receta ha sido validada y revisada por completo, su procesamiento ha terminado. En este momento, la plataforma ejecuta de forma automática una rutina de Conformación de Despacho, la cual determina a partir de las cantidades solicitadas para cada Medicamento o Suero dentro de la Receta, cuál será el origen que se utilizará para su despacho. Este podría ser la bodega de Farmacia u otro Servicio que tenga stock disponible como Devolución. Para determinar esto, se debe ejecutar la lógica de negocios de Re-asignación de Medicamentos. Esta información se obtiene y se almacena, la cual será utilizada para generar el Comprobante de Despacho de Receta y la Obtención de Ruta de Despacho posteriormente.
- *Datos contenidos en sistema:* Cada Receta se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), un conjunto de Medicamentos y Sueros solicitados y un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra. Cada Medicamento y Suero solicitado se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad solicitada (INT) y la ID del Medicamento o Suero.
- *Input:* ID de la Receta correspondiente.
- *Output:* Para cada Medicamento y Suero dentro de la Receta asociada: Un conjunto de Orígenes representados por su ID (INT) junto a una Cantidad para despacho (INT).

• Generar Comprobante de Despacho de Receta

- *Procesamiento:* Luego de que se han conformado los despachos, el usuario puede generar un Comprobante de Despacho de Receta, que corresponde a un documento descargable e imprimible (puede ser una Planilla de Cálculo o un documento PDF) que contendrá el detalle de la Receta, junto con un espacio para firmar el documento. Además de esta información, se debe generar una segunda hoja imprimible, que contenga el o los rótulos para el o los cajones en los que la Receta

correspondiente se vaya a almacenar para su despacho. La idea es que el Técnico que arme esta Casetera, recorte este trozo de papel y lo incluya en el compartimento que contienen los cajones de las Caseteras para incluir esta información. Como el Comprobante de Despacho de Receta generalmente es un papel que utiliza media plana como mucho, en la mayoría de los casos, se podrá incluir las dos copias requeridas de este documento, junto con el o los rótulos (los cuales, en la mayoría de los casos corresponde a un único rótulo). La idea es que todo lo anterior se contenga en un mismo documento generado, para que pueda ser impreso de una sola vez. Este documento puede generarse cuantas veces lo desee el usuario. Generarlo no crea nuevas instancias de éste en la base de datos, sino que solo se genera un documento a partir de los datos ya validados. Esto quiere decir que los documentos generados a partir de una Receta revisada siempre serán iguales.

- *Datos contenidos en sistema:* Cada Receta se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), un conjunto de Medicamentos y Sueros solicitados y un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra. Cada Medicamento y Suero solicitado se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad solicitada (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT).
- *Input:* ID de la Receta correspondiente y formato de descarga deseado.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función del resultado de esta acción, documento descargable en el formato escogido y para la Receta involucrada, un conjunto de rótulos asociados al Despacho de la Receta.

• Generar Orden de Pedidos de Sueros

- *Procesamiento:* De forma similar a la anterior funcionalidad, se debe dar la opción al usuario de Farmacia, de generar el documento Orden de Pedidos de Sueros. Este corresponde a un listado que contiene de forma agregada, todos los Sueros solicitados por un Servicio para determinada jornada, junto a su cantidad correspondiente. El usuario puede generar este documento una vez que haya revisado cada receta del día asociada al Servicio. El documento corresponde a un documento descargable e imprimible (puede ser una Planilla de Cálculo o un documento PDF). Este documento puede generarse cuantas veces lo desee el usuario. Generarlo no crea nuevas instancias de éste en la base de datos, sino que solo se genera un documento a partir de los datos ya validados. Esto quiere decir que los documentos generados a partir de una Receta revisada siempre serán iguales.
- *Datos contenidos en sistema:* Cada Receta se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), un conjunto de Medicamentos y Sueros solicitados y un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra. Cada Medicamento y Suero solicitado se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad solicitada (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT).
- *Input:* ID del Servicio correspondiente y formato de descarga deseado.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función del resultado de esta acción y documento descargable en el formato escogido.

- **Ejecutar Obtención de Ruta de Despacho**

- *Procesamiento:* En esta funcionalidad, se obtiene una Ruta de Despacho para el Auxiliar de Farmacia, la que debe considerar los Servicios a los que se debe despachar, pero también los Servicios que disponen de stock en Devoluciones que hay que pasar a retirar. Entonces, para esto se ejecuta la lógica de negocios que genera una Ruta de Despacho, a partir de los orígenes obtenidos previamente en base a las Re-asignaciones de Medicamentos. Esta lógica debe entregar un listado ordenado de los Servicios que el Auxiliar de Farmacia debe ir visitando. Y en el caso de que en algún Servicio deba aplicar alguna Re-asignación, se incluye las instrucciones que debe seguir. Estas consisten en indicar el rótulo del cajón de origen de la Casetera con Devoluciones, junto con el rótulo del cajón de destino de la Casetera por despachar, indicando además los insumos que deben moverse de un lado a otro y sus cantidades.
- *Datos contenidos en sistema:* Cada Receta se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), un conjunto de Medicamentos y Sueros solicitados y un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra. Cada Medicamento y Suero solicitado se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad solicitada (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT). Además, luego de que se genera el Comprobante de Despacho, cada Receta podrá ser asociada a uno o más rótulos (VARCHAR) utilizados en el armado de la Casetera. Y finalmente, para cada Medicamento y Suero asociado a la Receta, se tendrán un conjunto de Orígenes representados por su ID (INT) junto a una Cantidad para despacho (INT).
- *Input:* Para todos los Servicios correspondientes a esta Vuelta de Despacho: Todas las Recetas, con sus datos básicos y sus rótulos asociados al Despacho. Además, para cada Medicamento y Suero en cada Receta, se dispone de su conjunto de orígenes.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función del resultado de esta acción y documento descargable en el formato escogido con la Ruta de Despacho y las instrucciones para aplicar las Re-asignaciones cuando corresponda.

- **Registro de uso de Medicamento o Suero**

- *Procesamiento:* Esta funcionalidad no se ve reflejada en el Rediseño propuesto, sin embargo se incluye como una propuesta de mejora en el proceso de Gestión y Entrega de Servicio de Hospitalización, en particular en la actividad de Cuidados Básicos Enfermería, en el que no se profundizó mayormente en este trabajo. La idea es disponer de una interfaz donde el Personal de Enfermería pueda registrar fácilmente el uso de un Medicamento y Suero, indicando la cantidad que efectivamente está consumiendo. Hacer esto en el momento, facilitará posteriormente la actividad de Verificación de Cantidades a Devolver y permitirá que el HCU-CH cuente con información respecto al uso de los insumos, en el caso de que los insumos devueltos no cuadren. Se da la opción de que el usuario pueda corregir algún registro pasado, en el caso de cometer un error. En primera instancia, se presentan todas las Recetas despachadas del día. El usuario puede escoger una,

luego seleccionar alguno de los insumos y generar un Registro de Uso para ese insumo, indicando la cantidad que se pretende utilizar en ese momento.

- *Datos contenidos en sistema:* Cada Receta se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), un conjunto de Medicamentos y Sueros solicitados y un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra. Cada Medicamento y Suero solicitado se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad solicitada (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT)
- *Input:* ID del objeto (Medicamento o Suero) a utilizar y Cantidad que se pretende utilizar.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función del resultado de esta acción.

● Revisión de Devoluciones

- *Procesamiento:* Esta funcionalidad es análoga a la Revisión de Recetas, pero aplicada a las Devoluciones. Sin embargo, no se realiza validación por stock ni identificación de anomalías, ya que no se trata de solicitudes sino que de revisar si la diferencia entre las Cantidades despachadas efectivamente y el Registro de uso consignado previamente, corresponde a las cantidades restantes reales. Entonces, se presenta una interfaz donde el usuario del Servicio puede ir escogiendo cada Receta despachada y puede ir revisando sus Devoluciones. Ante esto, se le da la opción al usuario de *Editar* las cantidades en la Devolución y/o continuar y *Guardar* la Devolución ya revisada. Esta funcionalidad también se usa en Farmacia, en la actividad correspondiente.
- *Datos contenidos en sistema:* Una Devolución es una estructura análoga a una Receta. Cada Devolución se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), el conjunto de Medicamentos y Sueros que traía originalmente la Receta, un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra y además la ID de la Receta a la que corresponde. Cada Medicamento y Suero que se encontraba en la Receta se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad devuelta (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT).
- *Input:* ID de Devolución por revisar.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función del resultado de esta acción o Detalle de Devolución revisada (si es que se decide Editar).

● Edición de cantidades en Devolución

- *Procesamiento:* El usuario del Servicio debe contar con la opción de corregir las cantidades en una Devolución, mediante una interfaz que le permita editar estas cantidades. Sin embargo, a diferencia de la Edición de cantidades en Receta, esta funcionalidad debe permitir aumentar o reducir las cantidades, ya que un error en la cantidad puede contener más o menos, dependiendo del error humano al momento del Registro de uso. Luego, puede guardar los cambios y será devuelto a la interfaz de Revisión de Devoluciones. Si la edición fue exitosa, se entregará un valor Verdadero. En cambio, si existe alguna excepción, se entregará valor Falso. Esta funcionalidad también se usa en Farmacia, en la actividad correspondiente.

- *Datos contenidos en sistema:* Cada Medicamento y Suero que se encontraba en la Receta se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad devuelta (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT).
- *Input:* La ID del Medicamento o Suero devuelto al que se le quiere editar la cantidad.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función de la acción.

- **Generar Informe de solicitudes de Devolución**

- *Procesamiento:* Una vez que las Devoluciones de distintos Servicios van llegando a Farmacia, un usuario de Farmacia debe generar el Informe de solicitudes de Devolución. Entonces, esta funcionalidad debe generar estos informes, a partir de los datos característicos de cada Devolución. Además, para cada Medicamento o Suero devuelto, el documento debe incluir una columna para ser completada una vez impreso, que contendrá las Cantidades reales devueltas. Se genera un informe por Devolución, en el formato deseado. Este documento puede generarse cuantas veces lo desee el usuario. Generarlo no crea nuevas instancias de éste en la base de datos, sino que solo se genera un documento a partir de los datos existentes. Esto quiere decir que los documentos generados a partir de una Devolución revisada siempre serán iguales.
- *Datos contenidos en sistema:* Una Devolución es una estructura análoga a una Receta. Cada Devolución se compone de una ID (INT), la ID del Servicio al que pertenece (INT), el conjunto de Medicamentos y Sueros que traía originalmente la Receta, un Estado (VARCHAR) que indica en qué parte del proceso se encuentra y además la ID de la Receta a la que corresponde. Cada Medicamento y Suero que se encontraba en la Receta se compone de: Una ID del objeto correspondiente (INT), Nombre (VARCHAR), Cantidad devuelta (INT) y la ID del Medicamento o Suero correspondiente en la plataforma (INT).
- *Input:* ID de Devolución revisada.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función del resultado de esta acción y documento descargable en el formato escogido.

- **Chat de Comunicación entre Farmacia y Servicios**

- *Procesamiento:* En el caso de que alguna de las partes solicite comunicarse con la otra, tanto desde un Servicio hacia Farmacia como desde Farmacia hacia un Servicio en particular, se debe presentar un Chat de comunicación. Primero, se presenta la opción de Iniciar comunicación con Farmacia, en el caso de los Servicios. Para el caso de Farmacia, esta interfaz debe dar la opción de Iniciar comunicación con algún Servicio escogido previamente. Esto se traduce en una Solicitud de comunicación, donde uno de los usuarios dentro de la comunicación corresponde al usuario que generó esta solicitud. Al hacer esto, se levanta una notificación en el Servicio destinatario o Farmacia. Ante esta notificación, un usuario de esa parte puede responder a la solicitud enviada. La respuesta puede ser positiva o negativa. Si es negativa, la comunicación no se establece. El usuario que la responda positivamente, será el otro usuario dentro del Chat de comunicación.

En cada Chat, solo pueden participar dos usuarios a la vez. La idea es utilizarlo con fines puntuales. Una vez que los usuarios consideran que se ha cumplido el objetivo de la comunicación, pueden dejar el Chat. Una vez que una de las partes deja el Chat, la comunicación se termina para ambos. Los Chats son almacenados en la plataforma, para consignar las acciones de ambas partes.

- *Datos contenidos en sistema:* Cada Servicio tiene una ID correspondiente (INT). Farmacia es un objeto contenido dentro de los que representan cada Servicio, pero con una ID especial (INT). Los usuarios se representan por un Nombre de usuario (VARCHAR) y una Contraseña (VARCHAR) por cada usuario. Cada usuario se representa por una ID (INT), un Nombre de usuario (VARCHAR) y una Contraseña (VARCHAR) por cada usuario. Cada usuario tiene un Tipo (INT). Cada usuario se asocia a un Servicio o Farmacia, representados por una ID (INT). Un Chat se representa por una ID (INT), una Fecha de inicio y de fin (DATETIME), dos participantes representados por su ID respectiva (INT) y un conjunto de mensajes: Cada mensaje se representa por una ID (INT), una fecha (DATETIME), su texto (TEXT) y un emisor, representado por su ID (INT).
- *Input:* IDs de usuarios participantes del Chat.
- *Output:* Variable BOOLEAN en función del resultado de esta acción.

Otros detalles

- Los requerimientos funcionales descritos anteriormente solo considera aquellos que deben ir incluidos en el nuevo apoyo tecnológico a construir. Existen otros elementos que este autor sugiere en la propuesta de Rediseño, los cuales se espera que sean incluidos como una mejora en el software de Ficha Clínica Electrónica, como se mencionan en algunas partes del Capítulo 5 (Ej. modificar los campos requeridos al momento de realizar una Indicación de Medicamentos). Sin embargo, como corresponden a un software diferente a este nuevo apoyo tecnológico, no se hará énfasis en estos.
- La funcionalidad asociada a *imprimir* los documentos generados no se incluye, ya que se asume como parte del sistema operativo en el que la plataforma se ejecutará.

6.1.2 Requerimientos No Funcionales

- La plataforma debe poder ejecutarse dentro de la infraestructura de red del HCUCH. Se recomienda utilizar tecnologías Web para su implementación. No requiere salir a Internet, sino que basta con que esté disponible solo desde la red interna.
- No requiere un diseño responsivo. Está pensada para ser utilizada solo en dispositivos de escritorio.
- Debe contar con una disponibilidad superior al 99% del tiempo. Quienes administren los sistemas que le darán soporte a su implementación, deben asegurarse de que la plataforma se ejecute con la robustez suficiente como para que esté siempre disponible para sus usuarios.

- La capacidad de respuesta a las peticiones en acciones que requieran respuesta inmediata, no deben superar los 30 segundos (opción que suele encontrarse por defecto en la mayoría de los servidores Web existentes).

6.2 Arquitectura Tecnológica

Como arquitectura tecnológica se propone utilizar un paradigma de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC). Esto se debe a que, observando los requerimientos expuestos anteriormente, es posible caracterizar distintos elementos que se adaptan correctamente a una arquitectura como esta.

Primero, deben existir distintas *interfaces de usuario*, para que éstos puedan interactuar con el apoyo tecnológico del proyecto, realizar peticiones a éste y ver sus respuestas. Por ejemplo, Despliegue de Medicamentos y Sueros disponibles en Farmacia o Despliegue y Manipulación de Recetas recibidas.

Luego, es necesaria una *capa intermedia* que contenga todas las reglas de negocio que requerirá el apoyo tecnológico para entregar sus resultados. En esta capa se ejecutarían todas las lógicas de negocio descritas en el Capítulo 5.

Por último, se requerirá una capa que acceda a la *persistencia de datos* del apoyo tecnológico y permita manejarla. El apoyo tecnológico manejará datos como los insumos disponibles o las recetas generadas desde los distintos Servicios, con su respectivo detalle.

En este tipo de paradigma de diseño, aquellas rutinas necesarias para acceder a la persistencia de datos disponible (base de datos) corresponden a los *modelos*. La capa intermedia corresponde a los *controladores* y finalmente, las interfaces corresponden a las *vistas*. La gracia de esta segmentación es que permite mantener un sistema *modular*, donde cada módulo se encuentra *encapsulado*. En particular, en un paradigma MVC, las vistas solo pueden interactuar directamente con los controladores, los controladores interactúan con vistas y modelos y finalmente estos últimos conforman la única capa que puede interactuar directamente con la base de datos.

Esta arquitectura facilita el desarrollo, permite reflejar directamente las funcionalidades identificadas en sus componentes funcionales y además suelen ser soportadas por un Framework que refleja el paradigma de diseño en estas componentes, por lo que el desarrollo se facilita, se promueven buenas prácticas y se da pie a que la escalabilidad sea factible.

Cabe mencionar que, para entregar el apoyo tecnológico al usuario final, se espera utilizar un modelo de distribución SaaS (Software as a Service) donde los usuarios finales no se preocuparán más que del uso puntual, pero no de la instalación y configuración del software.

En la Figura 6.1 se puede observar un esquema de esta arquitectura tecnológica, indicando los elementos contenidos en cada parte de esta arquitectura, a partir de los requerimientos funcionales descritos.

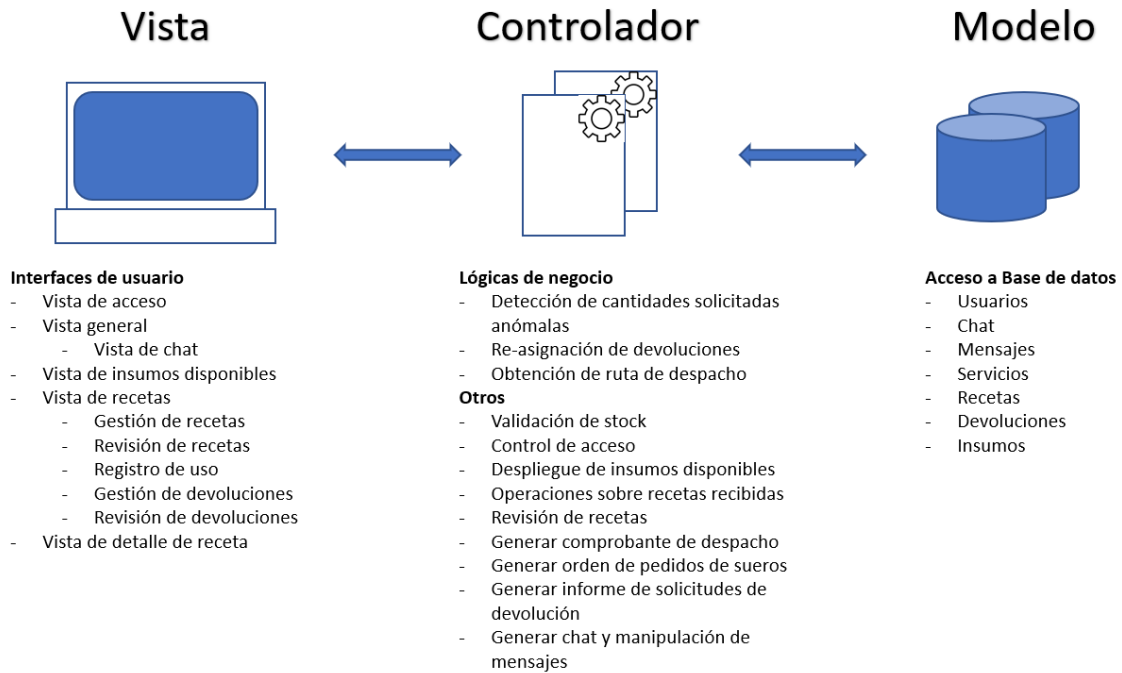


Figura 6.1: Diagrama de Arquitectura MVC
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 6.2 se incluye un *modelo entidad-relación* para la base de datos requerida por los requerimientos funcionales y esta arquitectura, incluyendo además tablas adicionales para generar relaciones y almacenar elementos derivados de las funcionalidades, como *registro de uso* y *orígenes*.

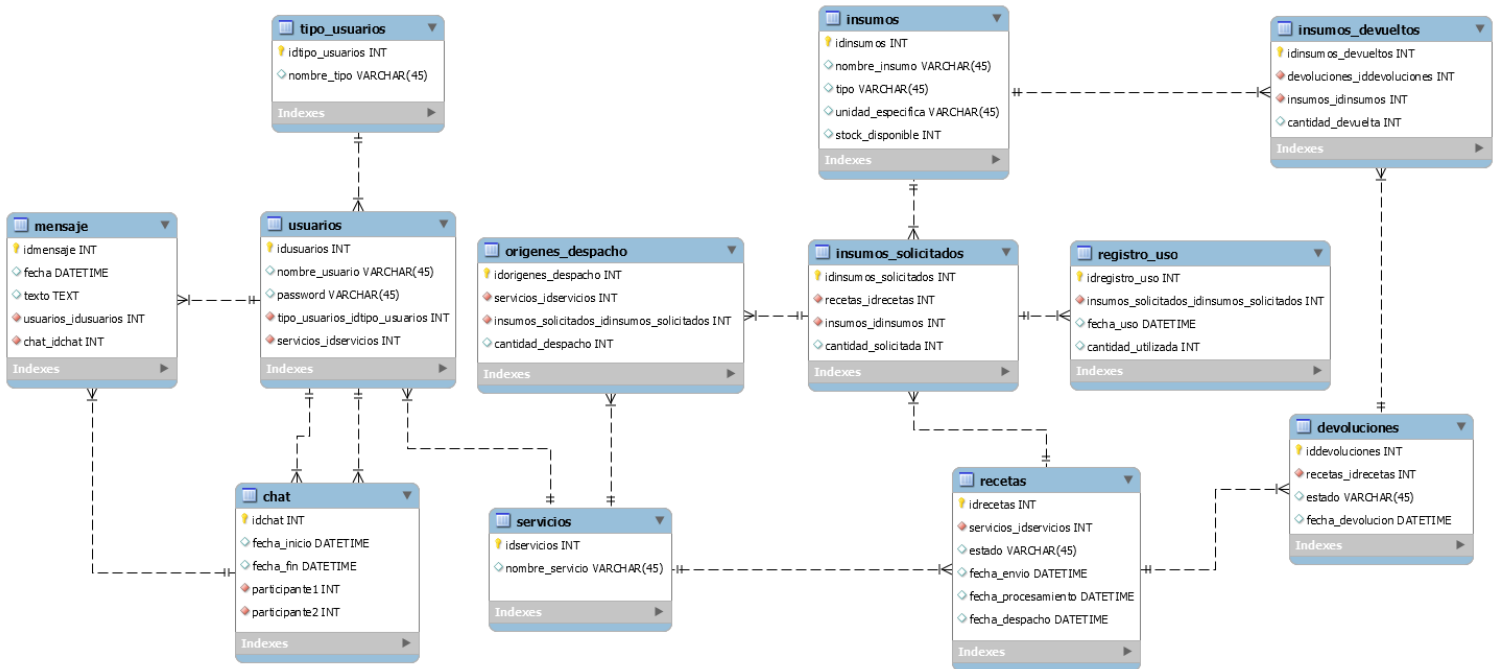


Figura 6.2: Modelo de Datos Relacional propuesto para Apoyo Tecnológico
Fuente: Elaboración propia

6.3 Diseño de la Aplicación

6.3.1 Casos de Uso

En la Figura 6.3 se presenta el Diagrama de Casos de Uso para la plataforma propuesta. A continuación, se presenta una breve *narrativa* compuesta de un *escenario principal* para cada Caso de Uso asociado.

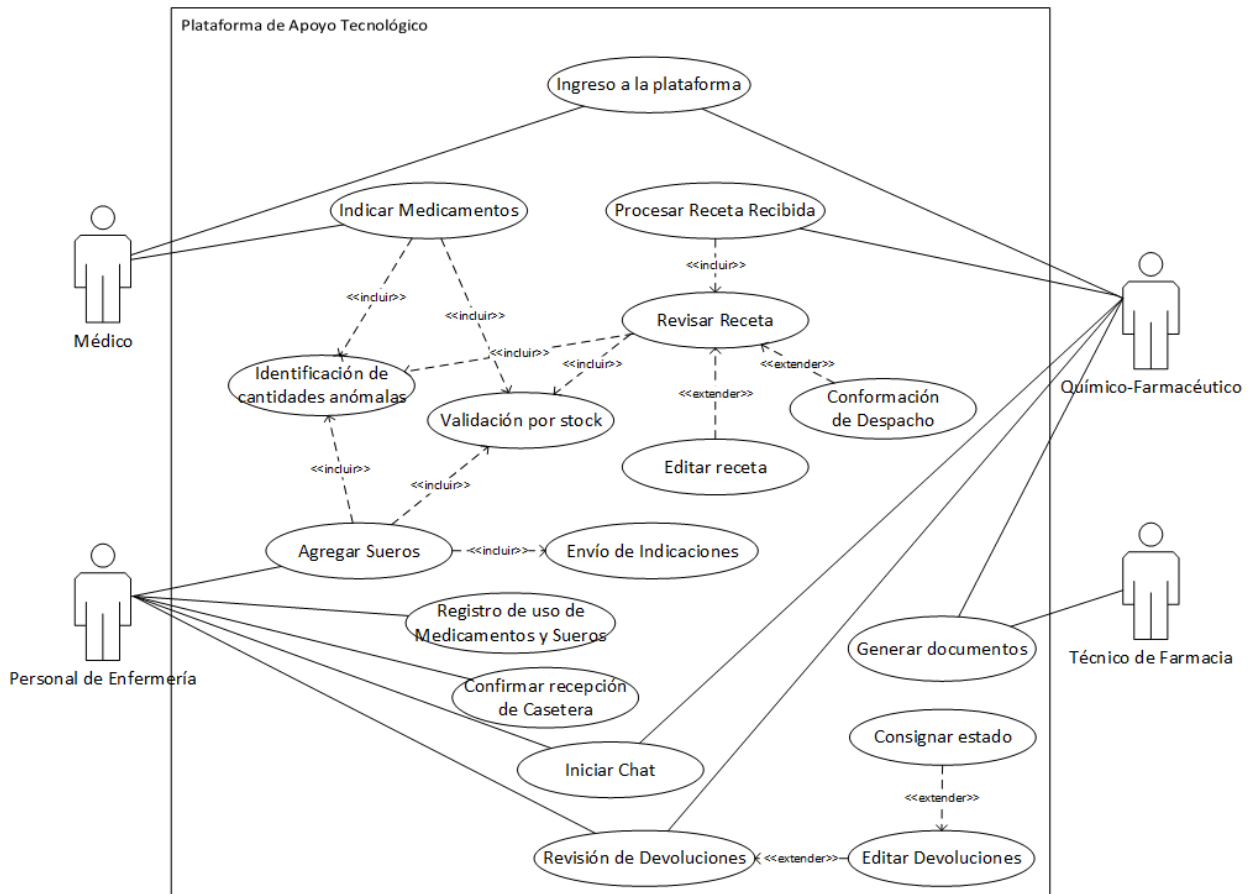


Figura 6.3: Diagrama de Casos de Uso para Apoyo Tecnológico
Fuente: Elaboración propia

• Ingreso a la plataforma

1. Usuario ingresa sus datos (usuario y contraseña) en la vista de acceso o *login*.
2. Se validan los datos internamente.
3. Si la validación es satisfactoria, se le permite el ingreso a la vista general y se le indica que el ingreso fue exitoso.
4. Si no, se le muestra que el ingreso falló.

• Indicar Medicamentos (análogo a Agregar Sueros)

1. El usuario pide ver insumos en la vista respectiva según opciones de su preferencia (búsqueda por lista, filtrar por nombre, etc.)

2. Se reciben los insumos correspondientes a las opciones y se genera una lista de insumos en la vista asociada.
3. El usuario ve la lista y toma una decisión sobre la indicación de insumos.
4. Desde la aplicación donde el usuario indica insumos, se envía una petición a la API, con el detalle de la receta que se pretende emitir.
5. Los insumos de la receta se validan según stock y según cantidades anómalas.
6. Se envía el resultado de la validación a la aplicación.
7. Si la validación salió bien, se genera la receta por el controlador de recetas y se almacena, enviando la respuesta a la aplicación.

● **Procesar Receta Recibida**

1. El usuario escoge el servicio del que quiere ver las recetas del día, en la vista de recetas
2. La vista genera un listado de recetas según servicio
3. El usuario escoge una receta y selecciona la opción de *procesar receta*
4. La receta es validada según stock y cantidades anómalas.
5. Si la validación es negativa, se muestra el detalle de la receta al usuario para su revisión, donde por cada insumo destacado por un error, se le permite reducir la cantidad solicitada.
6. Si la validación salió bien o se terminó el proceso de revisión, la receta se guarda.
7. Una vez que se han procesado todas las recetas del día, se ejecuta la *conformación de despacho*.

● **Generar e imprimir documentos**

1. El usuario debe escoger el documento que desea generar para un servicio puntual. Cada selección generará un documento descargable.
2. El comprobante de despacho consta de las recetas del día y su respectivo detalle.
3. La ruta de despacho contiene los servicios que deben visitarse en la vuelta de despacho respectiva y las instrucciones de *re-assignaciones* indicando servicio/receta de origen y servicio/receta de destino.
4. La solicitud de devolución contiene las devoluciones del día y su detalle.

● **Registro de uso de Medicamentos y Sueros**

1. El usuario escoge una receta.
2. Se le muestra un formulario con el detalle de esta receta, donde puede ingresar las cantidades que utilizará efectivamente de los insumos en ese momento.
3. Envía el formulario y se genera un registro de uso para esa receta.

● **Confirmar recepción de Casetera**

1. El usuario simplemente presiona en el botón correspondiente en la vista de recetas.

- **Revisión de Devoluciones**

1. El usuario escoge el servicio y se le muestran las devoluciones del día.
2. Escoge una devolución y se le presenta el detalle completo de la devolución.
3. Si al realizar el proceso manual, el usuario identifica algún error con uno de los insumos, el usuario escoge la opción de editar insumo devuelto.
4. Se muestra un formulario donde el usuario puede alterar la cantidad devuelta.
5. El usuario concluye su edición y se guardan los cambios.

- **Iniciar Chat**

1. El usuario escoge el servicio con el que quiere comunicarse y presiona el botón para *solicitar chat*.
2. Si la solicitud es positiva, se presenta la ventana de chat y se habilita la comunicación entre las dos partes.
3. Cada parte es libre de escribir y enviar mensajes, sin restricciones.
4. Cualquiera de las partes puede cerrar la comunicación en cualquier momento.

6.3.2 Diagramas de Secuencia

A continuación, se presenta un Diagrama de Secuencia para cada Caso de Uso identificado anteriormente. Estos reflejan la narrativa de cada uno de éstos, pero además incluyendo la interacción que el usuario no ve entre controladores y modelos. Sin embargo, se dejan fuera los Casos de Uso que son incluidos en otro o que extienden a otro, ya que su secuencia se verá reflejada en el diagrama del Caso de Uso principal al que se asocian.

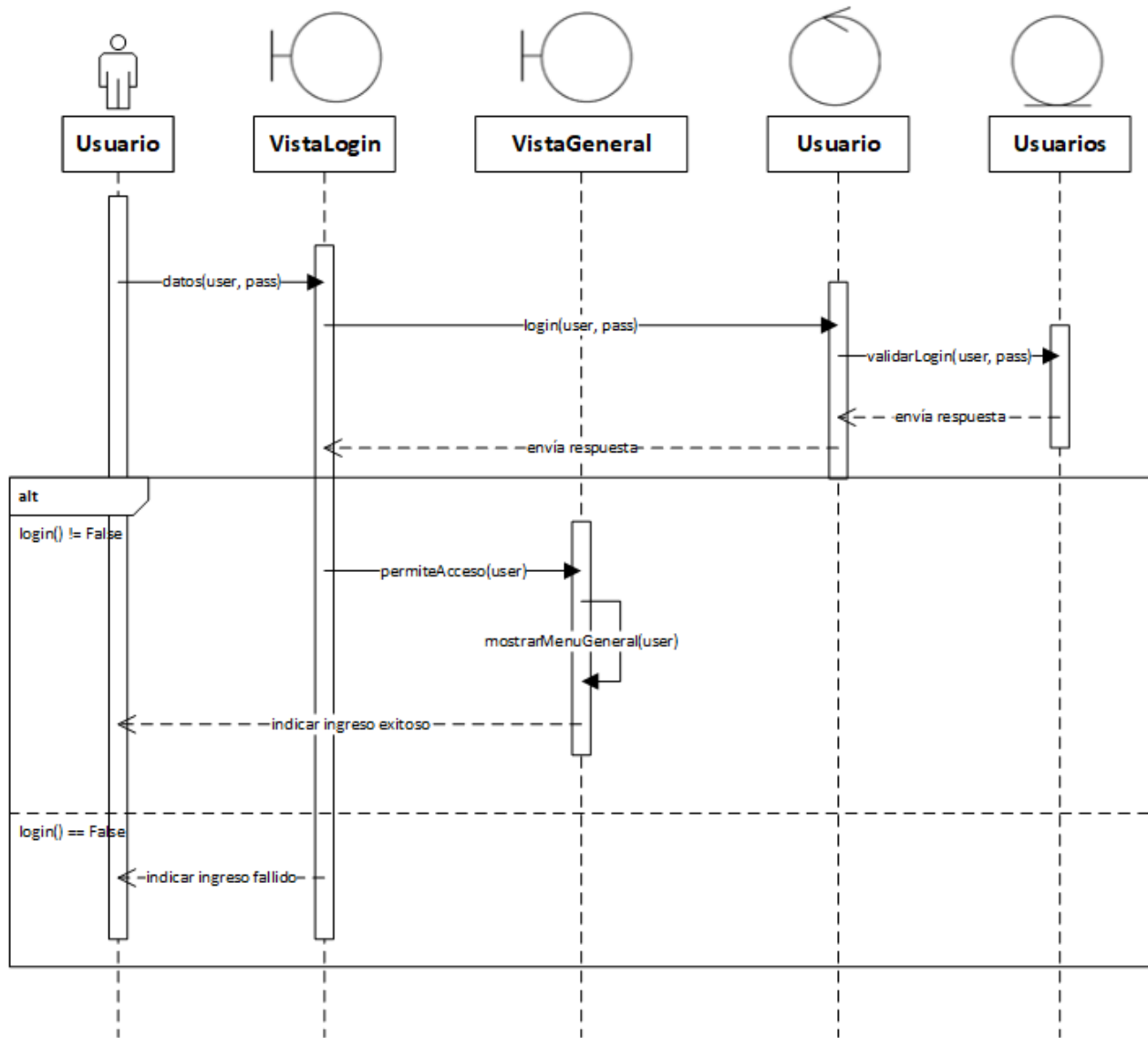


Figura 6.4: Diagrama de Secuencia de Caso de Uso *Ingreso a la plataforma*

Fuente: Elaboración propia

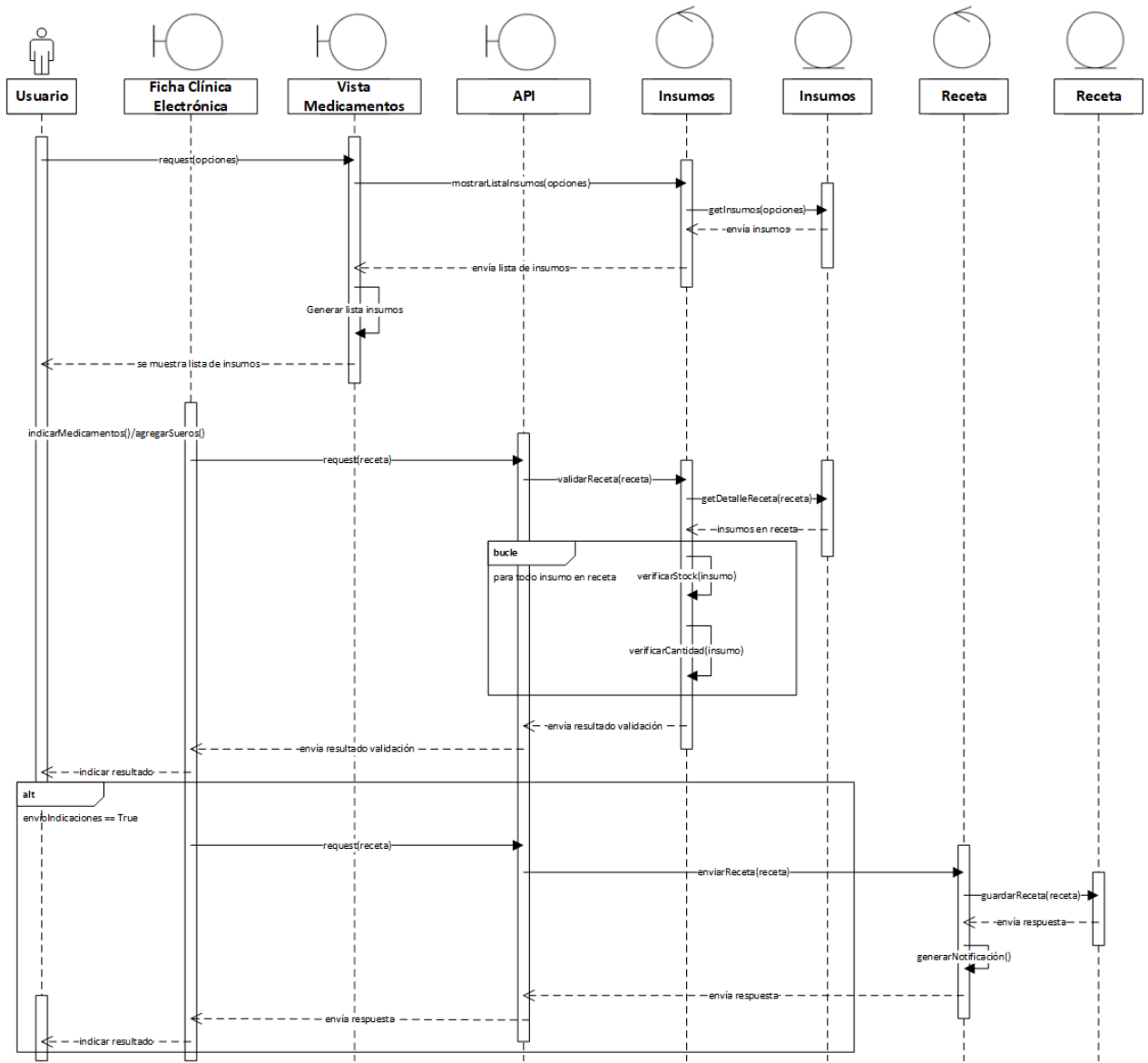


Figura 6.5: Diagrama de Secuencia de Caso de Uso *Indicar Medicamentos*
Fuente: Elaboración propia

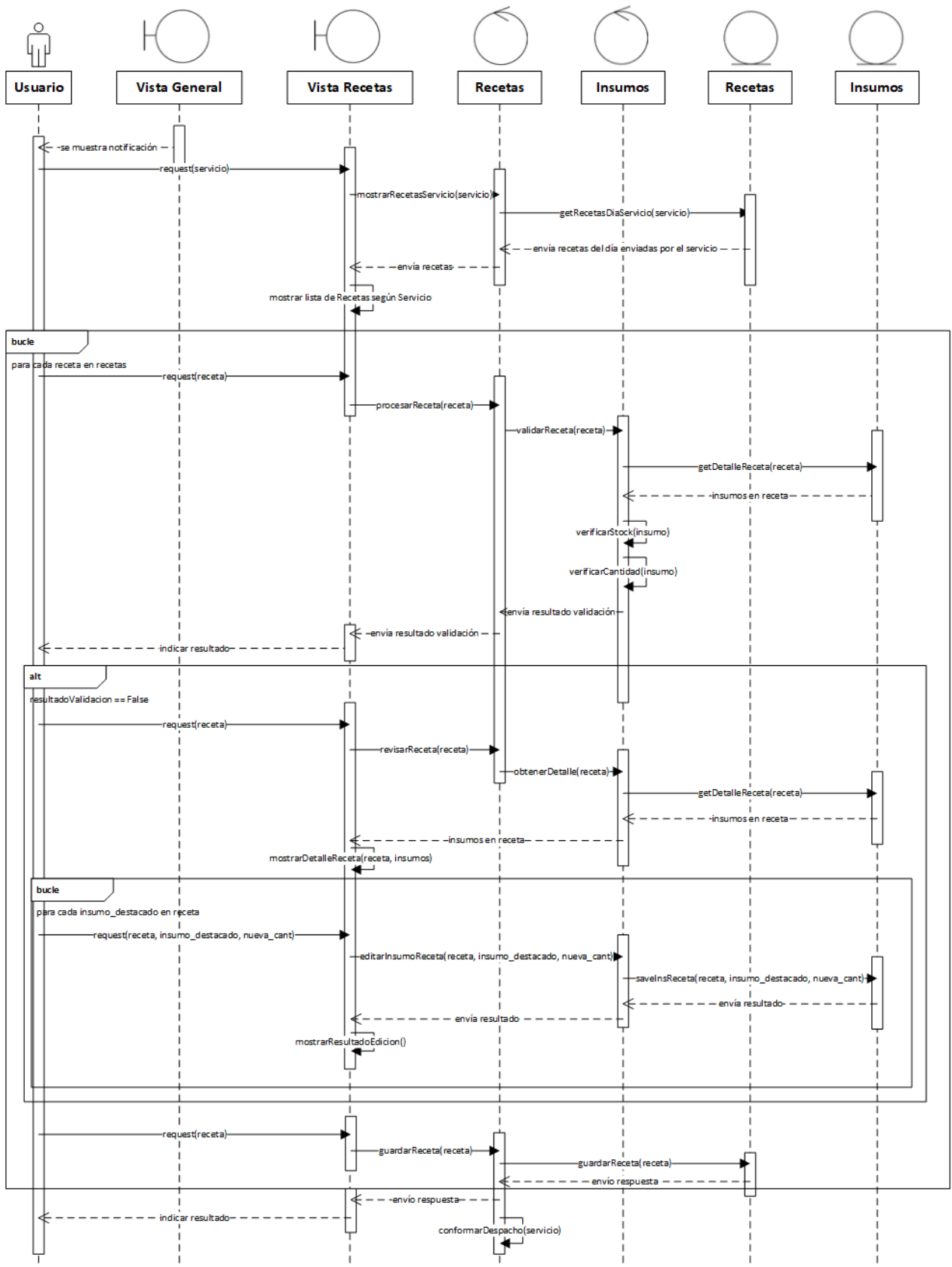


Figura 6.6: Diagrama de Secuencia de Caso de Uso *Procesar Receta Recibida*
Fuente: Elaboración propia

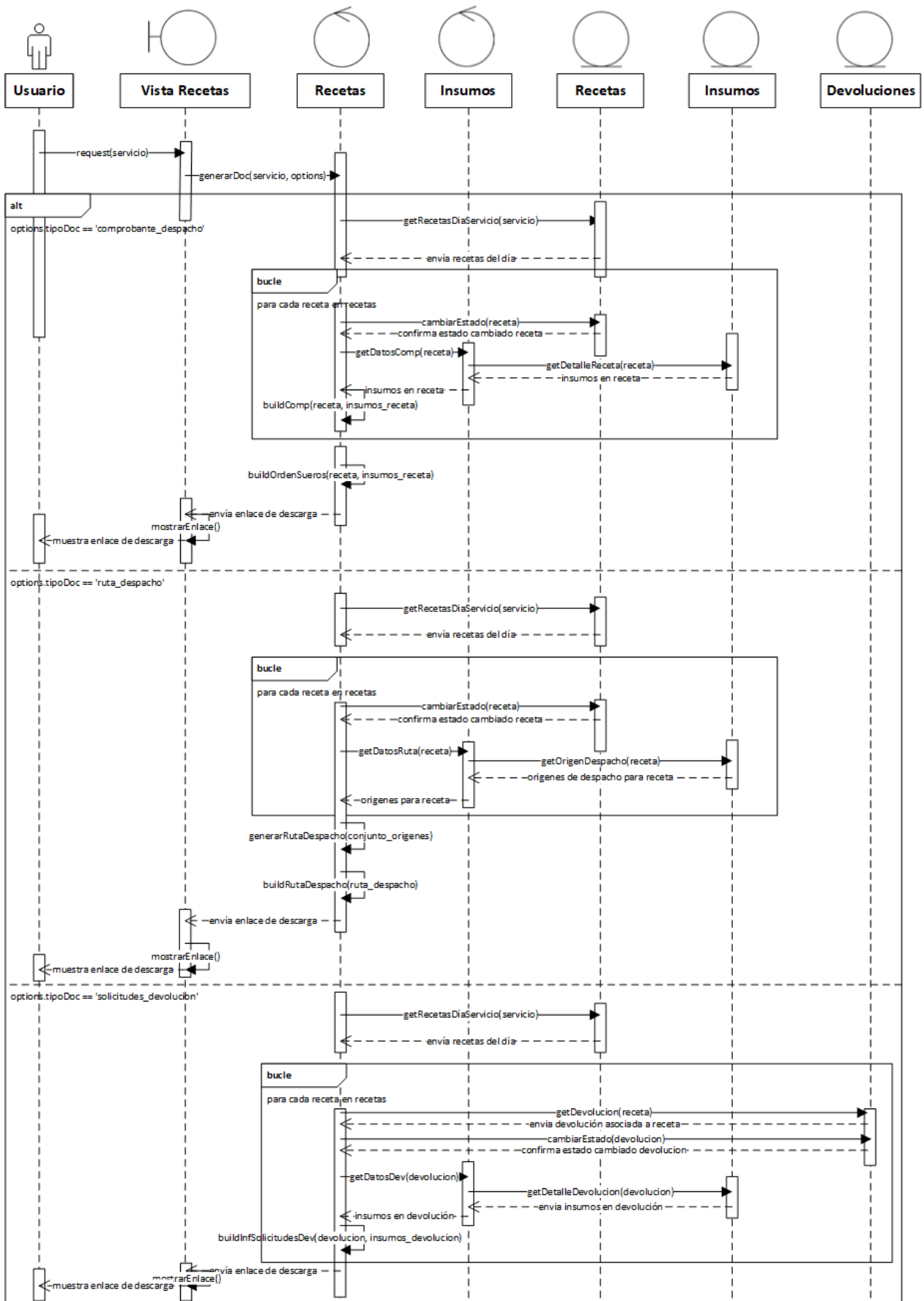


Figura 6.7: Diagrama de Secuencia de Caso de Uso *Generar documentos*

Fuente: Elaboración propia

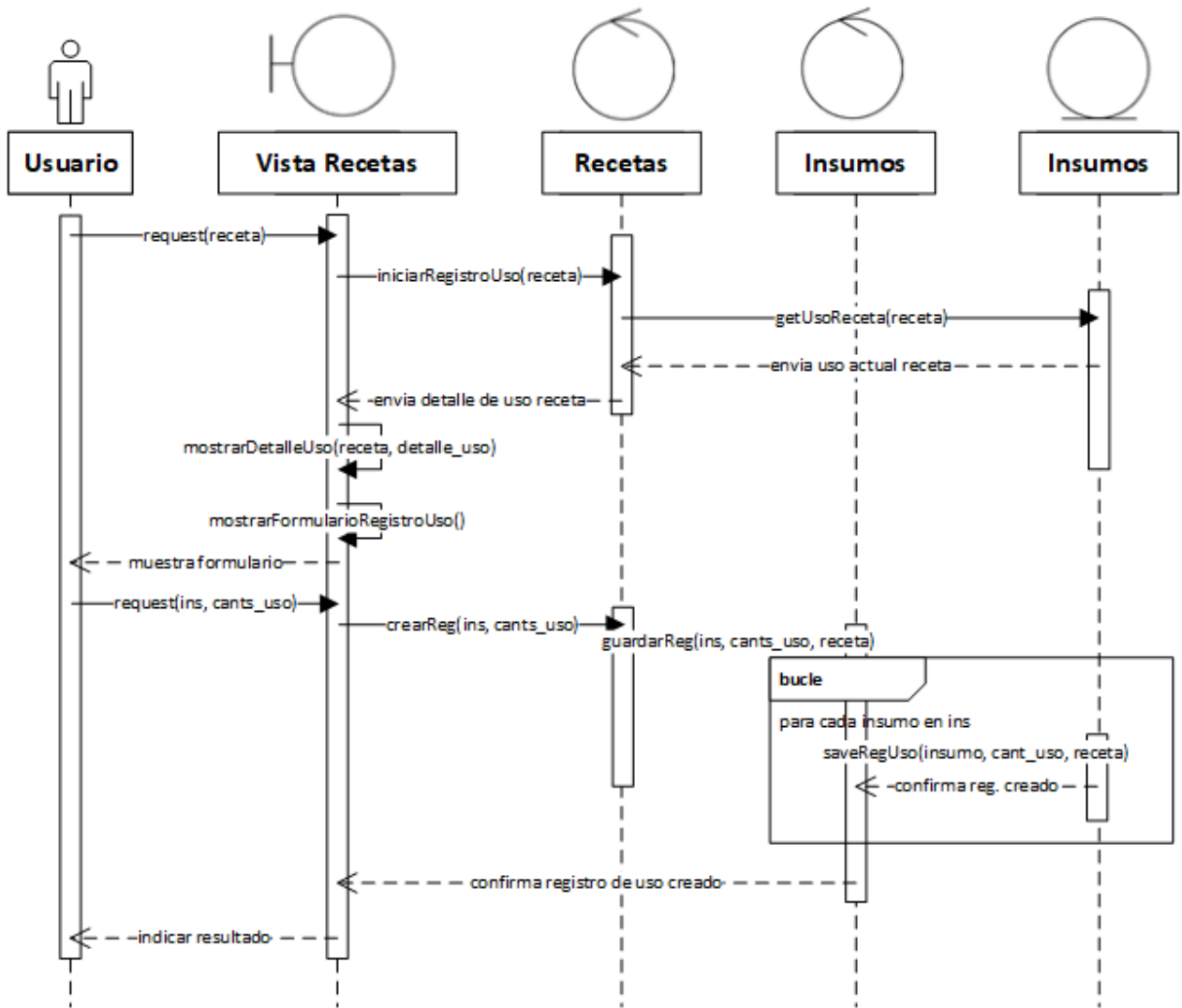


Figura 6.8: Diagrama de Secuencia de Caso de Uso *Registro de uso de Medicamentos y Sueros*
Fuente: Elaboración propia

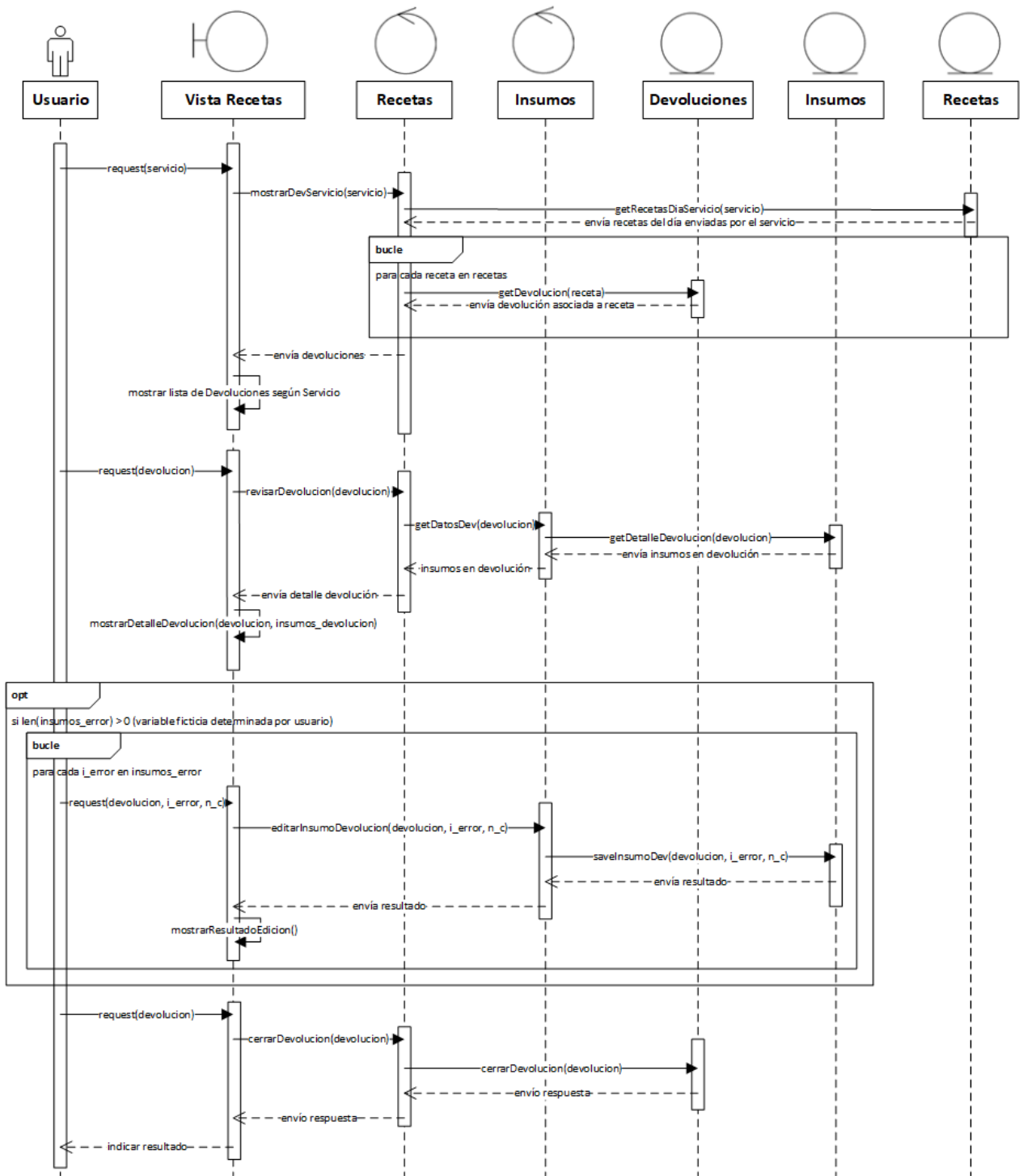


Figura 6.9: Diagrama de Secuencia de Caso de Uso *Revisión de Devoluciones*
Fuente: Elaboración propia

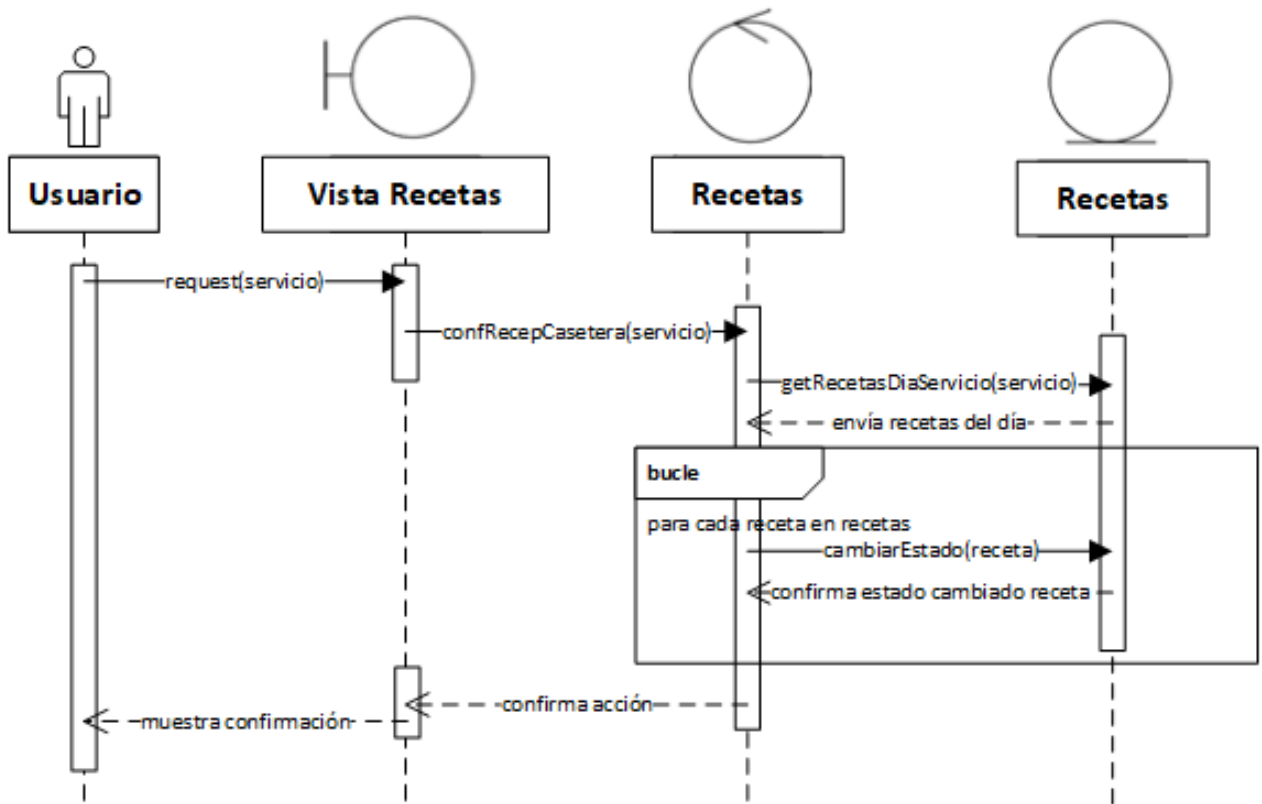


Figura 6.10: Diagrama de Secuencia de Caso de Uso *Confirmar recepción de Casetera*
 Fuente: Elaboración propia

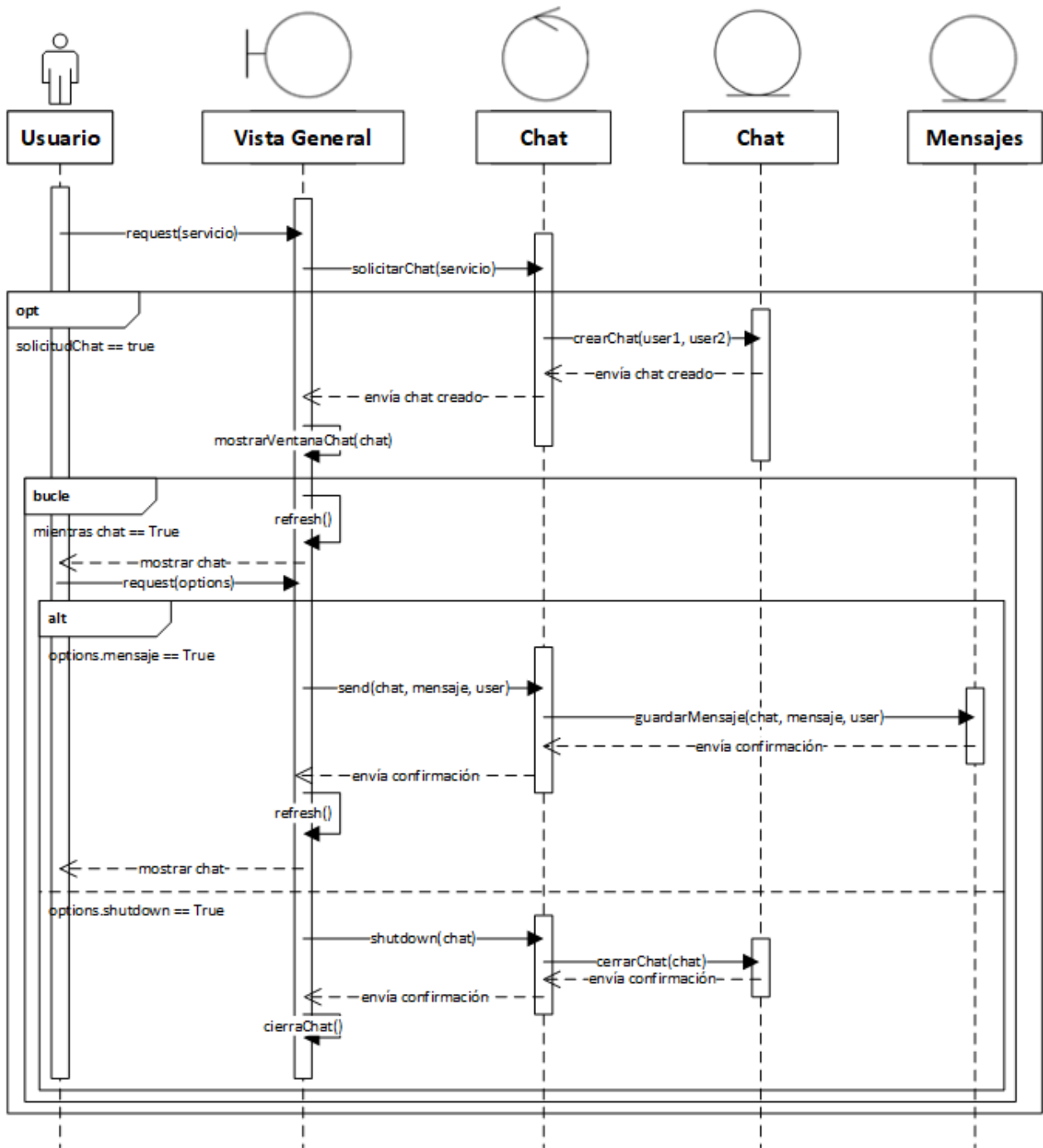


Figura 6.11: Diagrama de Secuencia de Caso de Uso *Iniciar Chat*
Fuente: Elaboración propia

Algunas consideraciones

El Apoyo Tecnológico no reemplaza las funcionalidades de la Ficha Clínica Electrónica, pero si complementa algunas. Por lo tanto, para los casos de uso en los que se relaciona directamente con esta funcionalidad, la secuencia considera una API que servirá como interfaz para que eventualmente la Ficha Clínica Electrónica o cualquier otra plataforma externa al Apoyo Tecnológico, pueda comunicarse con ésta.

6.3.3 Diagrama de Clases

Finalmente, en la Figura 6.12 se presenta un Diagrama de Clases que caracteriza las relaciones entre las clases caracterizadas en los distintos Diagramas de Secuencia. La existencia de métodos en alguna de las clases están ubicadas de forma tal que sea consistente con los Diagramas de Secuencia.

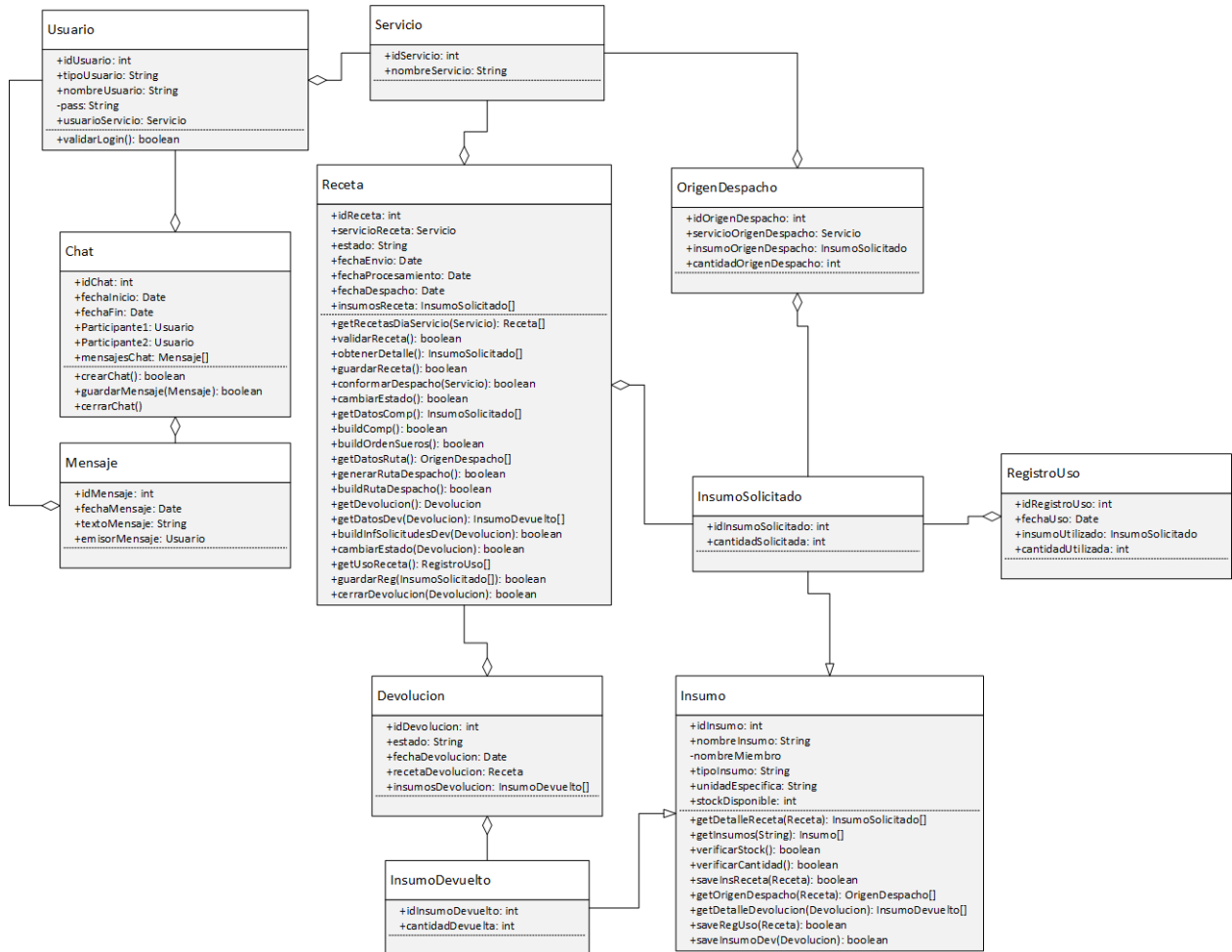


Figura 6.12: Diagrama de Clases

Fuente: Elaboración propia

6.4 Prototipo Funcional Desarrollado

6.4.1 Descripción y alcances de prototipo

A modo de prototipo funcional, se propone la implementación de las lógicas de negocio propuestas en el Capítulo 5, aplicadas a un conjunto de datos reales recolectados desde el HCUCH, para una ventana de tiempo determinada. Esto se pretende realizar con el objetivo de observar el impacto de la aplicación de estas lógicas propuestas sobre escenarios reales de solicitudes y devoluciones de insumos (medicamentos y sueros) desde los distintos Servicios de Hospitalización.

6.4.2 Muestra de datos utilizada

Los datos corresponden a una muestra de distintas recetas solicitadas desde los Servicios de Hospitalización de interés para este trabajo, desde el 1 de enero de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2019. Para obtener esta muestra, se utilizan los siguientes criterios:

- Primero, se obtuvo una lista de todas las recetas solicitadas por el Servicio de Cirugía desde el año 2018 hasta el año 2020. Esto resultó en un total de 532 recetas. Las Recetas del Servicio de Cirugía contiene insumos que suelen ser recurrentes en otros Servicios, en su mayoría sueros y elementos de limpieza quirúrgica.
- Luego, se genera una lista de insumos únicos a partir de estas recetas. Esto resulta en una lista de 83 insumos distintos. La lista completa se incluye en la Tabla 9.1 en Anexos.
- A partir de esta lista, para cada insumo, se obtiene una lista de todos los pacientes que alguna vez tuvieron ese insumo en una de sus recetas. Esta lista se filtra y se obtiene otra lista con pacientes únicos. Esta lista resultó en 37.332 pacientes distintos, identificados a través de su número de ficha.
- El paso siguiente consiste en obtener la lista de todas las recetas para cada uno de esos pacientes. Lamentablemente, el sistema informático de Farmacia no permite hacer esta acción fácilmente y las gestiones con las áreas de Procesos y Gestión de la Información y Tecnologías de Información no tuvieron respuestas satisfactorias. Entonces, para obtener todas las recetas asociadas a un paciente en específico, se debe obtener de forma manual a través de una serie de pasos en el sistema informático de Farmacia. Por lo tanto, para poder obtener las recetas se optó por el desarrollo de una rutina automática personalizada a través del paquete *pywinauto*¹ de Python, el cual permite interactuar de forma automática con la interfaz gráfica del sistema operativo Windows. Sin embargo, el proceso no estuvo exento de problemas, principalmente por posibles *leaks* de memoria asociados al sistema informático de Farmacia, los cuales provocaban que el software aumentase su lentitud en la operación de forma exponencial, con cada solicitud de listado de recetas por paciente. Esto hacía necesario reiniciar el sistema

¹<https://pywinauto.readthedocs.io/en/latest/>

operativo luego de extraer algunos listados. Debido a esto, solo se pudo extraer recetas para 11.822 pacientes distintos.

De todas maneras, con esa cantidad de pacientes, fue suficiente para contar con una muestra de recetas para los años 2018 y 2019 que cubriesen por lo menos los Servicios de Hospitalización de interés. Estos listados de recetas fueron procesados y contenidos en un *DataFrame* del paquete *pandas*² de Python, dedicado a la manipulación y análisis de datos.

Datos seleccionados

Los datos crudos recolectados consisten en una serie de archivos .XLS con un listado de recetas por paciente. Este listado contiene:

- Fecha: La fecha en que se emitió la receta
- Receta: El número de receta, que la identifica de forma única.
- Serv: El código del Servicio que solicitó la receta
- Medicamento: El insumo solicitado. Cada receta puede tener uno o muchos medicamentos.
- Despachado: Por cada insumo, la cantidad despachada desde Farmacia.
- Devuelto: Por cada insumo, la cantidad devuelta desde el Servicio hacia Farmacia al día siguiente.
- Consumo: Por cada insumo, la cantidad consumida efectivamente de ese medicamento. Consiste en la diferencia entre los campos Despachado y Devuelto.

Estos archivos fueron procesados y todos los datos fueron filtrados y almacenados en un *DataFrame*, conteniendo todas las recetas y su detalle para fechas para los Servicios de interés, entre el 1 de enero de 2018 y 31 de diciembre de 2019. Se presenta una imagen sencilla de este *DataFrame* en la Figura 6.13.

²<https://pandas.pydata.org/>

	fecha	receta	servicio	insumo	despachado	devuelto	consumido
377	2018-01-01	1396291	cirugia3	VANCOMICINA 500 MG	0	0	0
384	2018-01-01	1396289	cirugia3	INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 ML	1	0	1
389	2018-01-01	32764	neurocirugia	GLUCERNA 1.5	5	0	5
390	2018-01-01	1396307	cirugia1	VANCOMICINA 1 GR	0	0	0
391	2018-01-01	1396291	cirugia3	VANCOMICINA 500 MG	4	0	4
...
1491849	2019-12-31	1967134	medicina_interna	SODIO CLORURO 0.9% 20 ML	10	0	10
1491855	2019-12-31	1967134	medicina_interna	CEFTRIAXONA 1 GR	2	1	1
1491856	2019-12-31	1967340	medicina_interna	ACENOCUMAROL 4 MG	1	0	1
1491857	2019-12-31	1967134	medicina_interna	PARACETAMOL 500 MG	4	2	2
1491862	2019-12-31	1967134	medicina_interna	CARVEDILOL 12.5 MG	4	1	3

Figura 6.13: DataFrame con datos de Recetas para los años 2018 y 2019
Fuente: Elaboración propia

Una transformación que se hizo para manipular los datos más fácilmente fue convertir el código de cada Servicio a su nombre. Para esto, el Servicio de Farmacia aportó la homologación correspondiente, la que se observa en la Tabla 6.1.

Código	Servicio
101	Nefrología
102	Gastroenterología
104	Unidad Intermedia Nefrología
110	Medicina Interna
202	Clínica Quirúrgica
203	Cirugía
300	Traumatología
403	Neonatología
453	Puerperio
501	Pensionados Urología
530	Otorrinolaringología
605	Cardiología
2600	Medicina Física
9766	Neurocirugía

Tabla 6.1: Lista de Códigos de Servicio con su nombre correspondiente
Fuente: Servicio de Farmacia

Sin embargo, esta homologación tiene un problema ya que no diferencia entre Cirugía 1, 2 y 3 ni entre Clínica Quirúrgica del 2do y 3er piso. Lamentablemente, los datos recolectados no incluyen esta diferencia. Entonces, para contar con esta diferencia en los datos al momento de obtener las re- asignaciones y las rutas de despacho, se realizó una segmentación por partes iguales para los códigos 202 y 203 para asignar de forma aleatoria a los Servicios

correspondientes. La Tabla 6.2 contiene la cantidad de recetas e insumos para cada Servicio de interés.

Servicio	Cantidad de Recetas	Cantidad de Insumos
Nefrología	9.875	42.609
Gastroenterología	9.020	35.906
Unidad Int. Nefrología	6.116	32.551
Medicina Interna	18.968	77.952
Clínica Quirúrgica 2	5.232	24.113
Clínica Quirúrgica 3	5.185	23.685
Cirugía 1	10.438	58.675
Cirugía 2	10.418	58.417
Cirugía 3	10.440	58.993
Traumatología	7.073	36.038
Neonatología	1.081	2.712
Cardiología	5.748	23.786
Puerperio	1.099	2.732
Pensionados Urología	4.581	25.666
Otorrinolaringología	2.060	10.086
Medicina Física	5.224	27.023
Neurocirugía	2.839	17.165

Tabla 6.2: Cantidad de Recetas por Servicio en muestra de datos seleccionada
Fuente: Elaboración propia

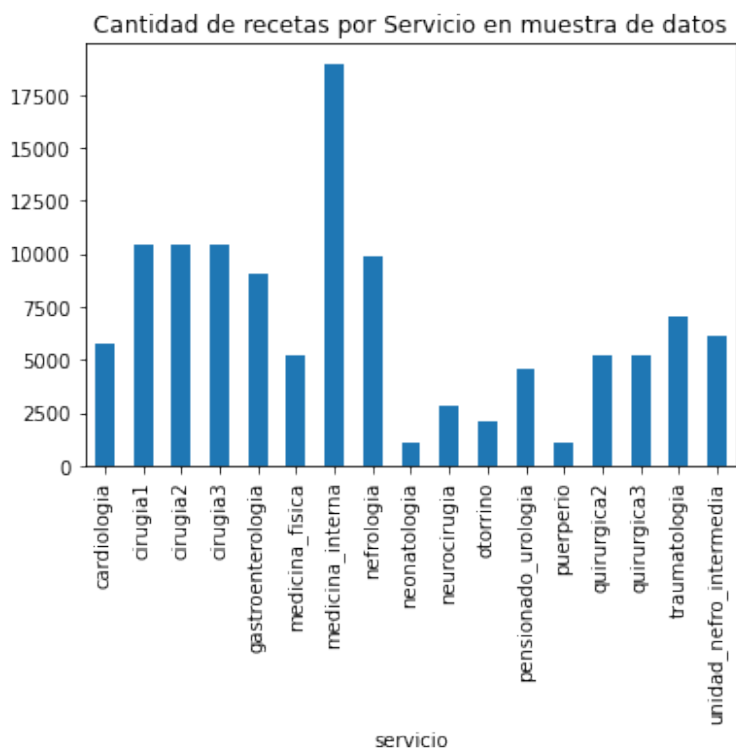


Figura 6.14: Gráfico con cantidad de Recetas por Servicio en muestra de datos
Fuente: Elaboración propia

A partir de este punto, ya se cuenta con un conjunto de datos consolidados que serán utilizados para implementar un prototipo para cada lógica de negocios propuesta. A continuación, se describirá la implementación desarrollada para cada una y se presentarán resultados entregados por esta implementación, apoyados en vistas agregadas y/o casos de estudio según corresponda.

6.4.3 Prototipo de Identificación de Cantidades Solicitadas de Anomalías

Implementación

Para la implementación de esta lógica de negocios, se utiliza un *script* personalizado en Python, junto con el paquete *scikit-learn*³, el que permite aplicar modelos de Machine Learning. La idea es realizar pruebas con algunos de los modelos que dispone este paquete para la detección de *outliers* en un conjunto de datos comparables. La idea general es desarrollar los pasos de CRISP-DM pero asociado a estos datos.

El primer paso consiste en organizar los datos. Como se discute en el Capítulo 5, la idea es que los distintos consumos efectivos de un determinado insumo sean modelados como una serie de tiempo. Sin embargo, con los datos de origen esto no es posible de realizar de forma directa, ya que solo contamos con una fecha para las distintas recetas (y no una fecha y hora). Entonces, para un mismo día, tenemos una cantidad n de recetas.

Agregar los valores de consumo para un mismo insumo y una misma fecha no se considera un supuesto válido, ya que queremos identificar outliers respecto a las solicitudes del insumo para una Receta puntual. Por lo tanto, se requiere que el consumo por receta (y no consumo por día) sea la unidad que componga la serie de tiempo. Se solicitó esta información al área de Procesos y Gestión de la Información y Tecnologías de Información del HCUCH, pero lamentablemente no hubo respuesta. Entonces, ante esta situación, se definió una *fecha ficticia* para cada receta, simplemente para facilitar su ordenamiento en una serie de tiempo. El código utilizado para esta acción se incluye en los Anexos.

Como la idea en la práctica es generar un modelo por cada insumo, para un prototipo esto sería demasiado extenso. Por lo tanto, se decide tomar algunos de los insumos más frecuentes en cuando a su aparición en alguna receta. En la Figura 6.15 se puede observar un gráfico con aquellos insumos que tiene más de 3000 apariciones en las recetas de la muestra. Nótese que el hecho de *aparecer* en una receta corresponde simplemente ser solicitado, pero esto es independiente de la cantidad solicitada.

Entonces, para efectos de este prototipo, se hará pruebas con aquellos insumos que tienen más de 5000 apariciones. Esto resulta en una lista de 23 apariciones. En la Tabla 6.3 se presentan estos insumos con sus respectivas apariciones.

³<https://scikit-learn.org/stable/>

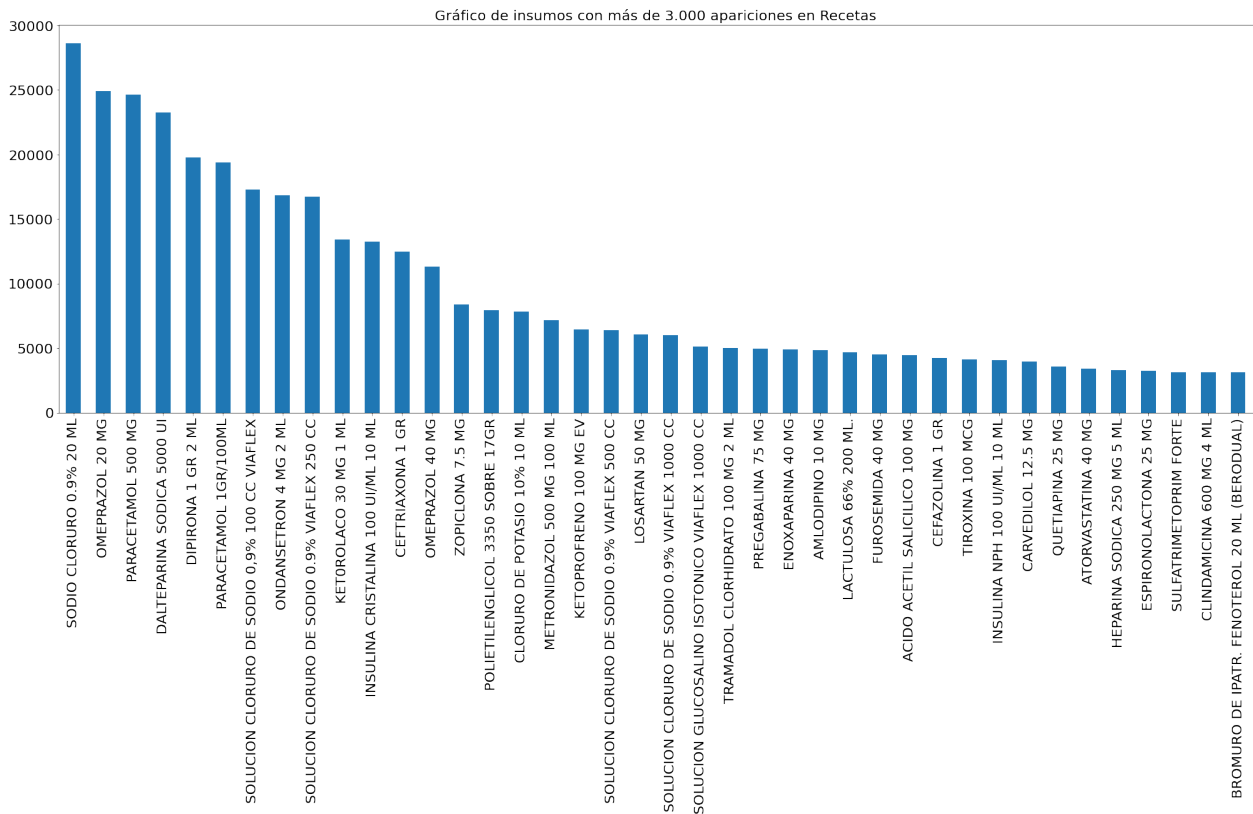


Figura 6.15: Gráfico con Insumos con más de 3.000 apariciones en Recetas

Fuente: Elaboración propia

Con este alcance claro, se está en condiciones de realizar pruebas sobre los modelos de Machine Learning que se utilizarán en la detección de anomalías. Se utilizará 3 modelos que cuentan con una implementación en *scikit-learn*: Isolation Forests, One Class Support Vector Machines y Elliptic Envelope. Para cada modelo, el procedimiento que será implementado es similar y se detalla a continuación (el código se incluye en Anexos):

- 1.- Se escoge el insumo con el que vamos a trabajar.
- 2.- Se define el set con el que se ajustará el modelo. Para este caso, se ajustará el modelo con los *consumos efectivos*. Para construirlo, por cada Receta para este insumo, se agrega la columna de *consumidos*. Si bien es poco común en los datos, podría pasar que en una misma receta, aparezca el mismo insumo más de una vez.
- 3.- Se definen los *hiperparámetros* del modelo. Cada modelo tiene hiperparámetros diferentes.
- 4.- Se ajusta al modelo.
- 5.- Se realizan predicciones con datos nuevos. En este caso, se le entrega la serie de tiempo de cantidades *solicitadas* o *despachadas*.
- 6.- El modelo entrega los resultados de la predicción, los que están en condiciones de ser utilizados.

#	Insumo	Apariciones
1	SODIO CLORURO 0.9% 20 ML	28.619
2	OMEPRAZOL 20 MG	24.906
3	PARACETAMOL 500 MG	24.614
4	DALTEPARINA SODICA 5000 UI	23.246
5	DIPIRONA 1 GR 2 ML	19.754
6	PARACETAMOL 1GR/100ML	19.393
7	SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX	17.302
8	ONDANSETRON 4 MG 2 ML	16.860
9	SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC	16.728
10	KETOROLACO 30 MG 1 ML	13.400
11	INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 ML	13.269
12	CEFTRIAXONA 1 GR	12.454
13	OMEPRAZOL 40 MG	11.304
14	ZOPICLONA 7.5 MG	8.390
15	POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR	7.960
16	CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML	7.838
17	METRONIDAZOL 500 MG 100 ML	7.147
18	KETOPROFENO 100 MG EV	6.439
19	SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 500 CC	6.404
20	LOSARTAN 50 MG	6.053
21	SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 1000 CC	6.006
22	SOLUCION GLUCOSALINO ISOTONICO VIAFLEX 1000 CC	5.147
23	TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG 2 ML	5.026

Tabla 6.3: Insumos con más de 5.000 apariciones en Recetas
Fuente: Elaboración propia

Los modelos *Isolation Forests* y *Elliptic Envelope* tienen el hiperparámetro *contamination*, que representa la proporción de outliers que se espera tener en el set de datos con el que se está ajustando el modelo. Para *Isolation Forests* puede ser seteado con un valor entre 0 y 1 y puede ser omitido, asignando un valor por defecto. En cambio, para *Elliptic Envelope*, puede variar entre 0 y 0.5. Por último, el modelo *One Class Support Vector Machines* tiene el hiperparámetro *nu*, asociado a una idea similar al parámetro *contamination* para los modelos anteriores, el cual varía entre 0 (sin incluirlo) y 1.

Para obtener los resultados, se itera sobre los 23 insumos seleccionados para distintos valores del hiperparámetro correspondiente. Esta aplicación de Machine Learning corresponde a una clasificación no supervisada, ya que no se sabe a priori cuáles datos representan un outlier en la serie de tiempo o no. Se podría haber asumido que el outlier se encontraba en el caso de existir una devolución considerable respecto a la cantidad solicitada, pero existen casos en los que se pide una cantidad no tan grande y de todas formas devuelve todo (el paciente podría haber salido de alta) por lo que se optó por no utilizar este supuesto.

Resultados

En las siguientes tablas se contiene un resumen con las cantidades de valores normales y valores anómalos entregados por los distintos modelos para cada uno de los insumos utilizados. Se utilizan distintos valores del hiperparámetro *contamination* o *nu* según corresponda. La primera columna de cada tabla contiene un número equivalente al insumo correspondiente, según la numeración incluida en la Tabla 6.3.

La idea es observar el comportamiento de cada modelo para distintos valores de *contamination* y poder realizar conclusiones sobre el modelo más adecuado sobre estos datos. Como es un proceso de clasificación no supervisado, no se cuenta con una forma directa de evaluación (como generar una matriz de confusión) ya que no existen datos etiquetados. Por lo tanto, se opta por un análisis visual de la clasificación de los valores anómalos, respecto a los valores normales observados.

Ins	0.05		0.1		0.15		0.2		0.25		0.3	
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
1	26851	1217	25229	2839	23489	4579	22379	5689	20512	7556	20512	7556
2	23534	650	21951	2233	21951	2233	21951	2233	21951	2233	21951	2233
3	21706	1851	21222	2335	2224	21333	2224	21333	2224	21333	17058	6499
4	22188	540	21026	1702	21026	1702	21026	1702	21026	1702	21026	1702
5	17550	1508	13002	6056	8802	10256	11640	7418	11640	7418	11640	7418
6	17215	1237	17215	1237	17215	1237	6982	11470	6982	11470	5763	12689
7	15627	926	15235	1318	15235	1318	13867	2686	14224	2329	9591	6962
8	15364	678	15364	678	7280	8762	7280	8762	7988	8054	6332	9710
9	15417	576	14766	1227	14766	1227	14766	1227	13826	2167	13826	2167
10	11997	947	2148	10796	11481	1463	2148	10796	2148	10796	1866	11078
11	12403	622	11493	1532	11082	1943	10423	2602	9331	3694	7415	5610
12	11087	934	10830	1191	10830	1191	11087	934	9624	2397	9624	2397
13	10697	334	10155	876	10155	876	10155	876	9534	1497	9534	1497
14	7828	353	7637	544	7637	544	7637	544	7637	544	7637	544
15	7189	405	6704	890	6396	1198	6396	1198	6396	1198	6396	1198
16	7238	218	7072	384	709	6747	709	6747	709	6747	709	6747
17	6680	301	6680	301	6460	521	5983	998	5983	998	5501	1480
18	5904	353	5904	353	4931	1326	4931	1326	4931	1326	676	5581
19	5971	241	5971	241	5971	241	5971	241	5971	241	5971	241
20	5366	450	5072	744	5072	744	5072	744	5072	744	5072	744
21	5224	376	4988	612	4988	612	4988	612	4988	612	4988	612
22	4848	206	4848	206	4848	206	4848	206	4566	488	4566	488
23	4742	104	4445	401	4445	401	4445	401	1477	3369	1477	3369

Tabla 6.4: Resumen de Resultados Isolation Forests
Fuente: Elaboración propia

Resultados - Isolation Forests

La Tabla 6.4 contiene los resultados para el modelo Isolation Forests. Se puede observar que cada Insumo tiene una sensibilidad distinta al valor de *contamination* utilizado. Por ejemplo, el insumo 1 (SODIO CLORURO 0.9% 20 ML) tiene una variación bastante gradual de sus valores anómalos y normales (disminuye en promedio cerca de un 6% con cada aumento de *contamination*) y nunca pasa de una cantidad mayor de valores anómalos respecto a los

valores normales. En la Figura 6.16 se puede observar un gráfico de la serie de tiempo asociada al consumo de este insumo (en color azul), con los puntos clasificados como una anomalía marcados con puntos rojos. Se puede ver que claramente el modelo es capaz de identificar valores que se alejan de la moda (igual a 10), para valores tanto menores como mayores a esta.

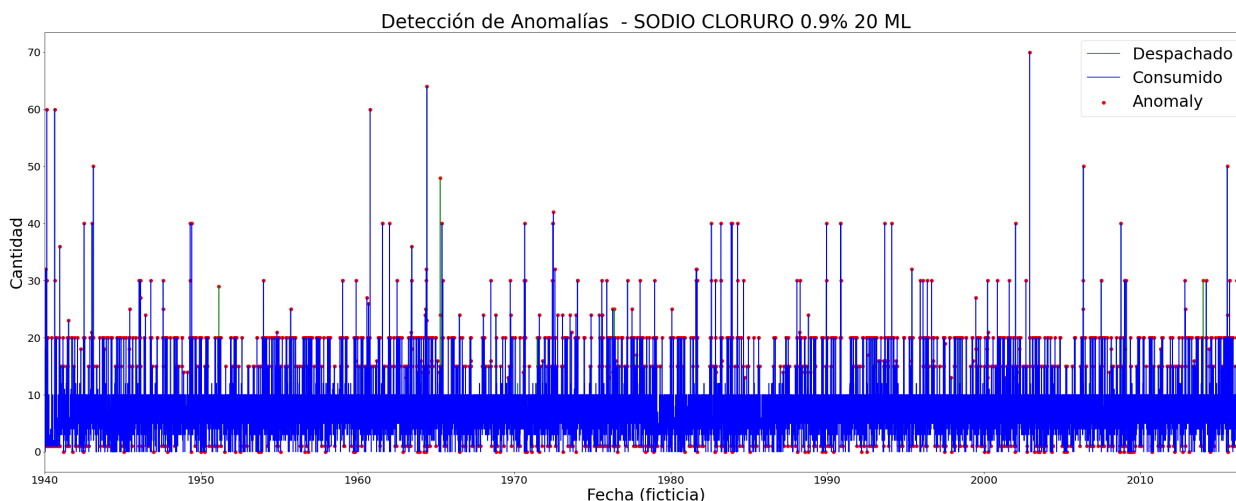


Figura 6.16: Detección de anomalías con Isolation Forests para SODIO CLORURO 0.9% 20 ML. Contamination igual a 0.05
Fuente: Elaboración propia

Pero otros casos, como el insumo 3 (PARACETAMOL 500 MG) tiene un comportamiento más errático, disminuyendo los valores normales de golpe entre un valor de *contamination* de 0.1 y 0.15, manteniendo los valores normales menores a los anómalos (algo no deseado) hasta llegar a un valor de 0.3, donde la clasificación alcanza una proporción cerca de lo esperable. En las Figuras 6.17 y 6.18 podemos ver gráficos resultantes de esta clasificación para estos dos insumos, para esos valores de *contamination*.

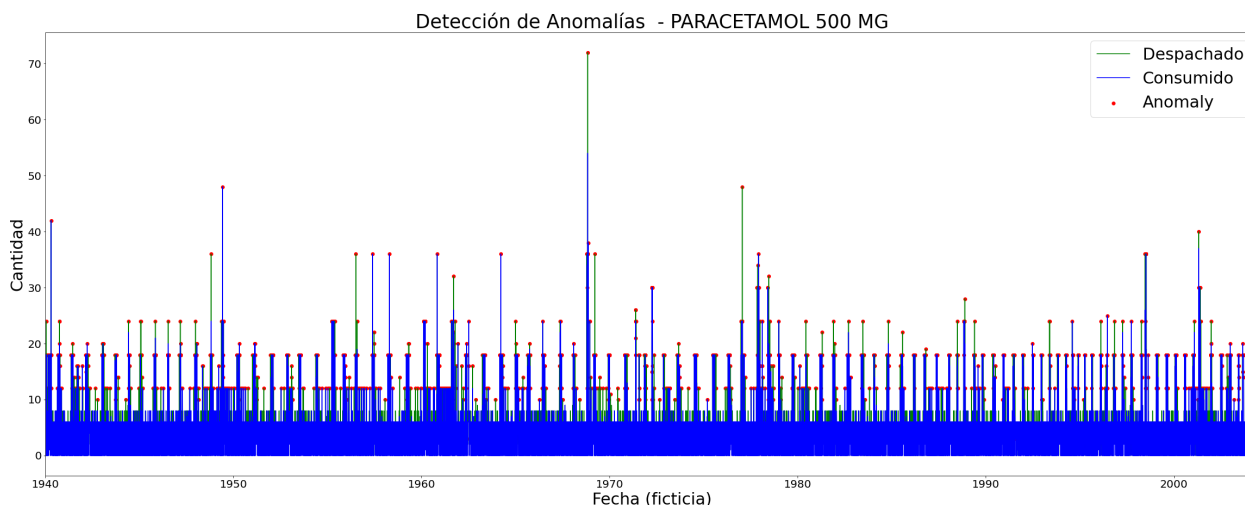


Figura 6.17: Detección de anomalías con Isolation Forests para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.1
Fuente: Elaboración propia

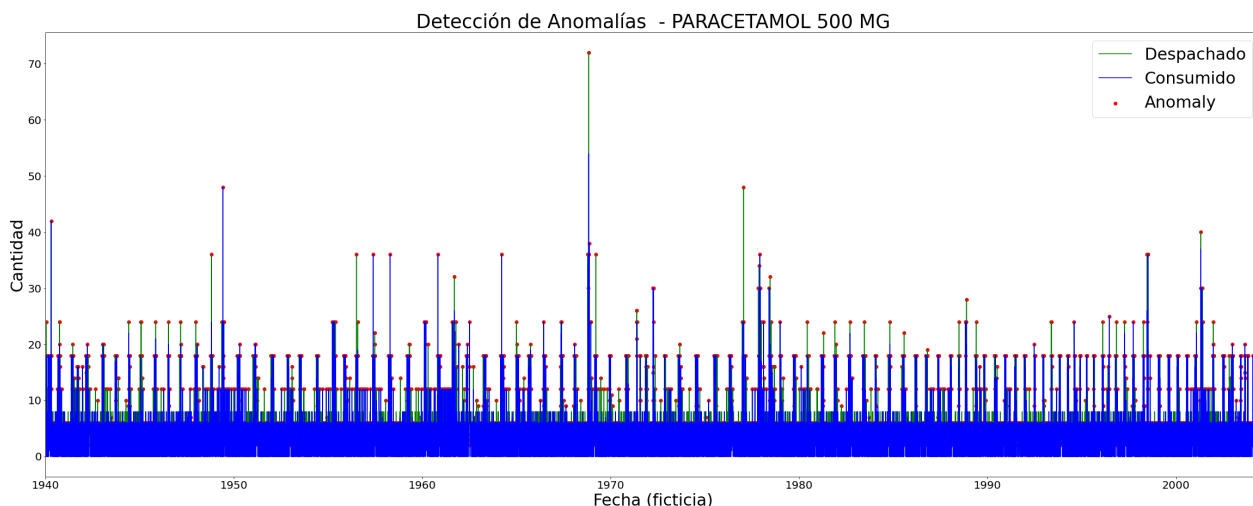


Figura 6.18: Detección de anomalías con Isolation Forests para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.15
Fuente: Elaboración propia

Si bien es difícil de apreciar a simple vista, en el segundo gráfico se puede observar cómo sobre donde la línea azul está más saturada, aparece una serie de puntos rojos, lo que puede indicar que con un valor de 0.15, este modelo para este set de datos no funcionará correctamente ya que está clasificando valores de cantidades solicitadas que podrían considerarse como normales, como una anomalía. En la Figura 6.19 se incluye un acercamiento al gráfico de la Figura 6.18 para poder notar este detalle.

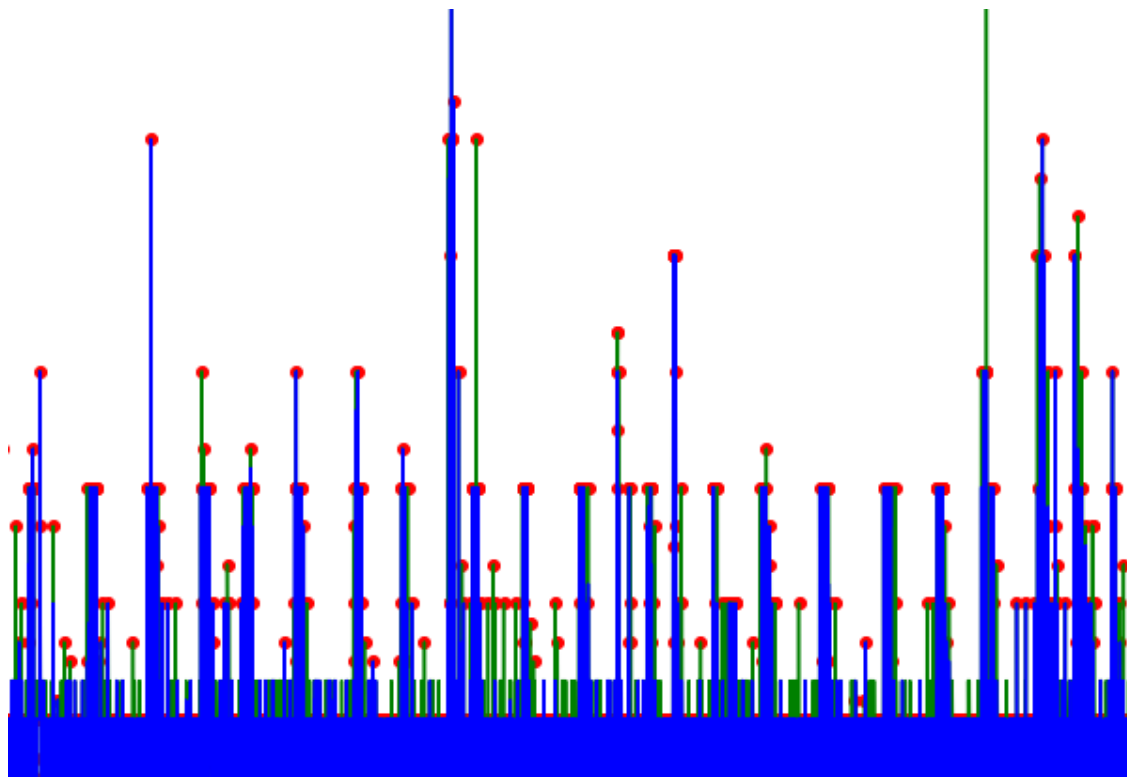


Figura 6.19: Acercamiento sobre gráfico de Isolation Forests para PARACETAMOL 500 MG con contamination igual a 0.15
Fuente: Elaboración propia

Por último, existen otros insumos en que para cualquier valor de *contamination*, el modelo funciona bien y sin aumentar demasiado la cantidad de valores anómalos clasificados. Por ejemplo, el insumo 4 DALTEPARINA SODICA 5000 UI. En las Figuras 6.20 e 6.21 se puede observar su serie de tiempo con las clasificaciones de valores anómalos, para un *contamination* de 0.05 y 0.3 respectivamente.

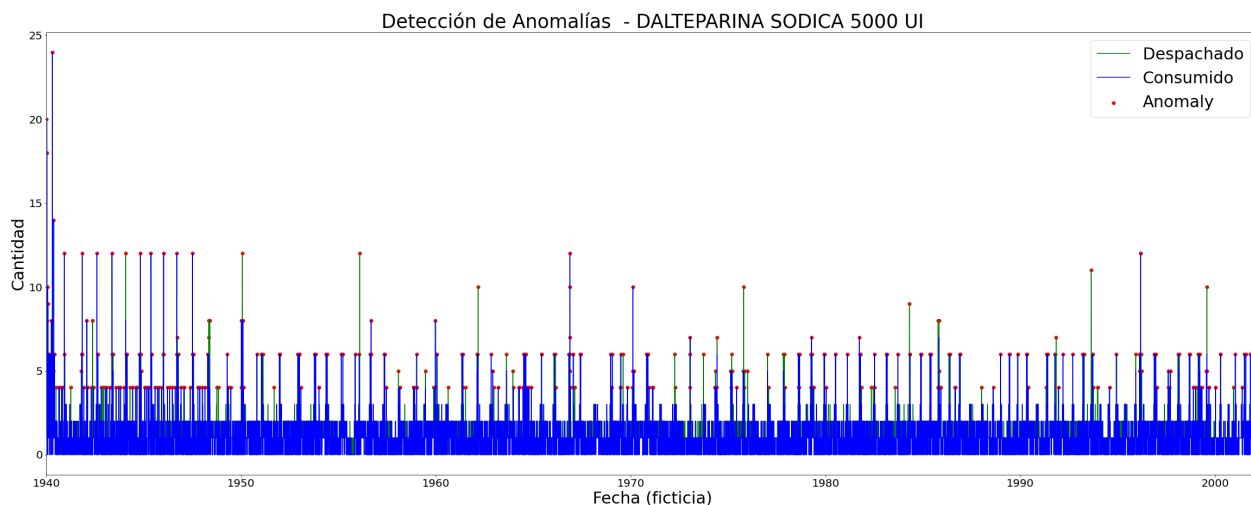


Figura 6.20: Detección de anomalías con Isolation Forests para DALTEPARINA SODICA 5000 UI.
Contamination igual a 0.05
Fuente: Elaboración propia

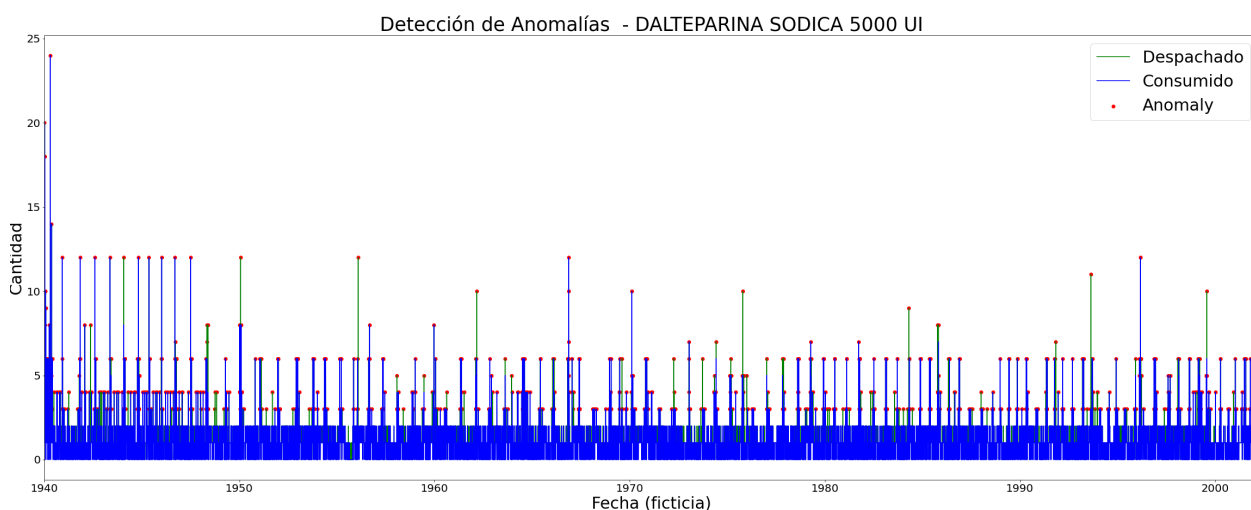


Figura 6.21: Detección de anomalías con Isolation Forests para DALTEPARINA SODICA 5000 UI.
Contamination igual a 0.3
Fuente: Elaboración propia

Como se ve en los gráficos, a pesar de que la cantidad de anomalías clasificadas aumenta junto el valor de *contamination* (Ej. ahora los valores bajo 4 aprox. también se clasifican como anomalías), este no explota de forma significativa.

Resultados - Elliptic Envelope

Ins	0.05		0.1		0.15		0.2		0.25		0.3	
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
1	26543	1525	25229	2839	24012	4056	24012	4056	24012	4056	24012	4056
2	23534	650	21005	3179	21005	3179	21005	3179	21005	3179	21005	3179
3	21707	1850	20585	2972	20585	2972	20585	2972	20585	2972	20585	2972
4	22188	540	21026	1702	17794	4934	17794	4934	17794	4934	17794	4934
5	14712	4346	14712	4346	14712	4346	14712	4346	14712	4346	14712	4346
6	16284	2168	16284	2168	16284	2168	16284	2168	16284	2168	16284	2168
7	15627	926	15235	1318	13867	2686	13867	2686	13867	2686	9591	6962
8	14484	1558	14484	1558	14484	1558	14484	1558	8324	7718	8324	7718
9	15417	576	13826	2167	13826	2167	13826	2167	13826	2167	13826	2167
10	10131	2813	10131	2813	10131	2813	10131	2813	10131	2813	9849	3095
11	12372	653	11722	1303	11157	1868	10542	2483	9830	3195	9218	3807
12	11452	569	10681	1340	10681	1340	10681	1340	9624	2397	9624	2397
13	10697	334	9534	1497	9534	1497	9534	1497	9534	1497	9534	1497
14	7828	353	4111	4070	4111	4070	4111	4070	4111	4070	4111	4070
15	7189	405	6704	890	5704	1890	5704	1890	5704	1890	5704	1890
16	7072	384	6777	679	6777	679	6208	1248	6208	1248	6208	1248
17	6443	538	6443	538	6443	538	6203	778	6203	778	5501	1480
18	5540	717	5540	717	5540	717	5540	717	5540	717	5540	717
19	5971	241	5971	241	4755	1457	4755	1457	4755	1457	4755	1457
20	5386	430	4533	1283	4533	1283	4533	1283	4533	1283	4533	1283
21	5224	376	4988	612	4520	1080	4520	1080	4520	1080	4520	1080
22	4848	206	4848	206	4848	206	3350	1704	3350	1704	3350	1704
23	4742	104	4216	630	4216	630	4216	630	4216	630	4216	630

Tabla 6.5: Resumen de Resultados Elliptic Envelope
Fuente: Elaboración propia

Los resultados observados en la Tabla 6.5 dan cuenta de un modelo más estable para los distintos insumos. Para ninguno de los 23 insumos se observa alguna clasificación en la que resulten más valores anómalos que valores normales, para ninguno de los valores de *contamination* o alguno que haga variar esta proporción de forma errática.

También, se observan con más frecuencia casos en los que la proporción deja de cambiar para valores mayores de *contamination*. Por ejemplo, los insumos 1, 2 y 3. Y también hay casos en los que la proporción no varía en lo absoluto, como con los insumos 5 y 18.

A continuación, vamos a observar cómo se comporta el modelo con los insumos que se analizaron en el modelo anterior.

En la Figura 6.22 se observa la serie de tiempo con sus anomalías clasificadas para un *contamination* de 0.05. Se ve menos anomalías en valores menores a la zona más saturada con respecto al modelo Isolation Forests, a pesar de que para este modelo y este valor del hiperparámetro, la cantidad de anomalías es mayor (unos 300 más aprox).

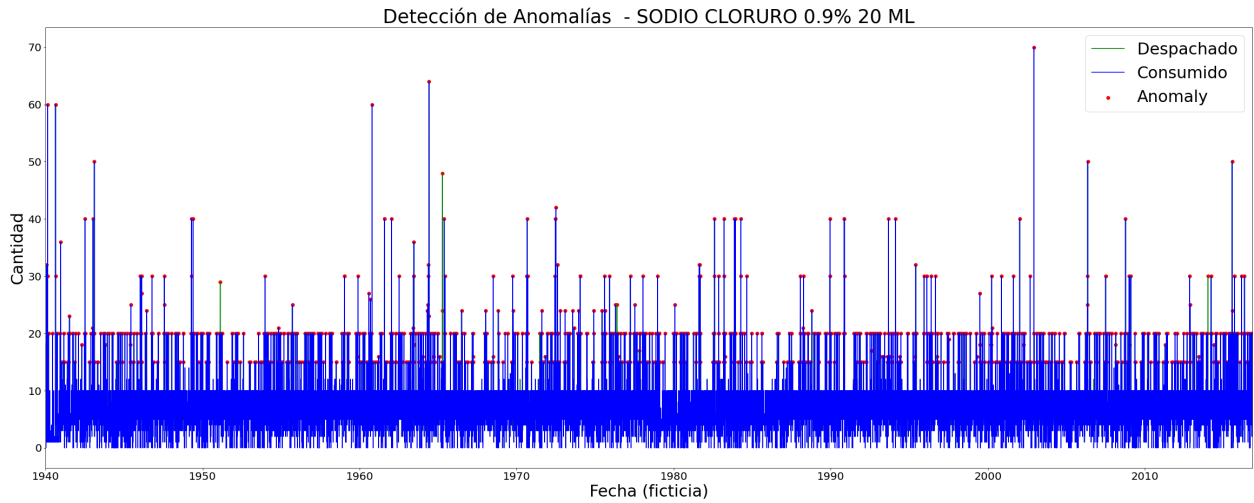


Figura 6.22: Detección de anomalías con Elliptic Envelope para SODIO CLORURO 0.9% 20 ML.
Contamination igual a 0.05
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, como se ve en la Figura 6.23, para un valor de *contamination* de 0.1, las anomalías aumentaron casi al doble, por lo que ahora sí la clasificación se ve tan saturada como para el modelo Isolation Forests para este insumo.

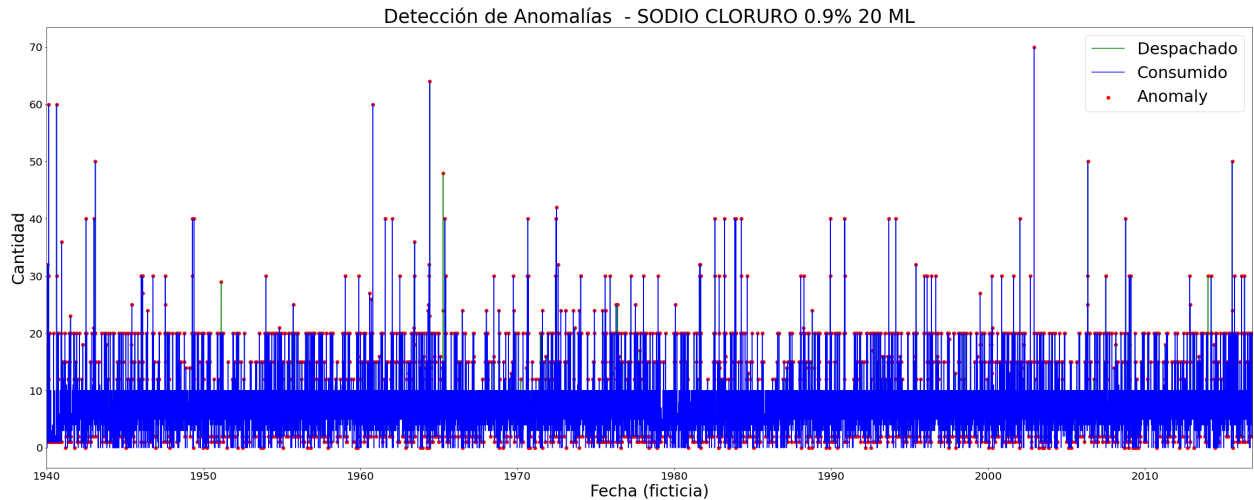


Figura 6.23: Detección de anomalías con Elliptic Envelope para SODIO CLORURO 0.9% 20 ML.
Contamination igual a 0.1
Fuente: Elaboración propia

Ahora se observa el caso del insumo 3, PARACETAMOL 500 MG. Para un valor de *contamination* de 0.05, en la Figura 6.24 se aprecia que el modelo tampoco está saturado de valores anómalos tan cerca de los valores normales frecuentes.

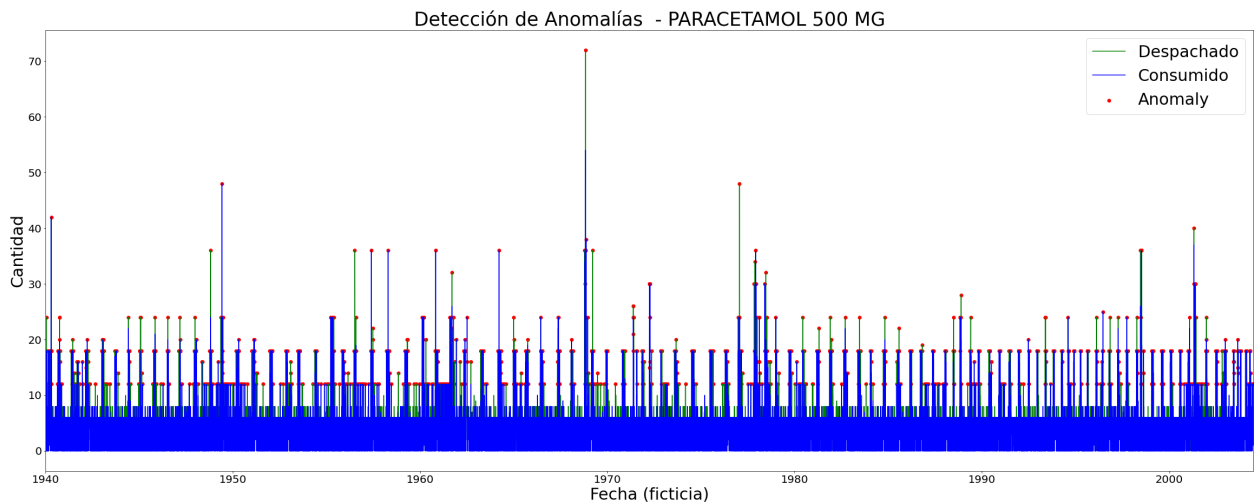


Figura 6.24: Detección de anomalías con Elliptic Envelope para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.05
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, para un valor de *contamination* de 0.1, este modelo también se satura de valores anómalos, aumentando su cantidad en más de 1000 unidades. En este caso, se observa que aparecen valores anómalos cercanos a la cantidad cero, y también unos pocos cercanos a 10.

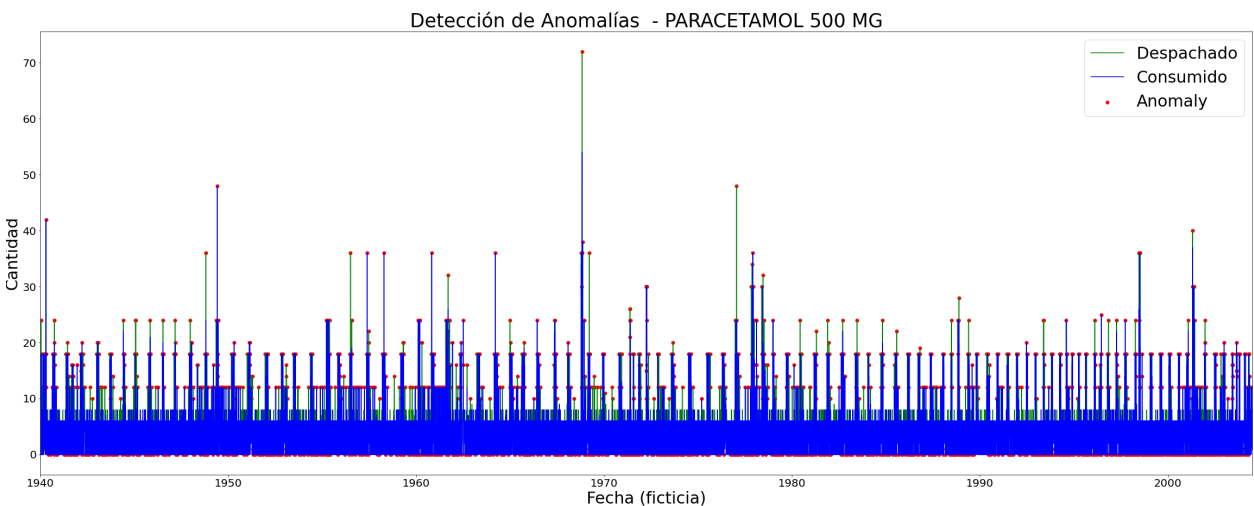


Figura 6.25: Detección de anomalías con Elliptic Envelope para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.1
Fuente: Elaboración propia

Por último, observemos el insumo 4, DALTEPARINA SODICA 5000 UI. De manera similar al insumo 3, entre un valor de *contamination* de 0.05 y uno de 0.1, los valores anómalos aumentan considerablemente (esta vez, casi al triple). Sin embargo, como se aprecia en los gráficos de las series de tiempo en las Figuras 6.26 y 6.27, el modelo no se ve especialmente saturado.

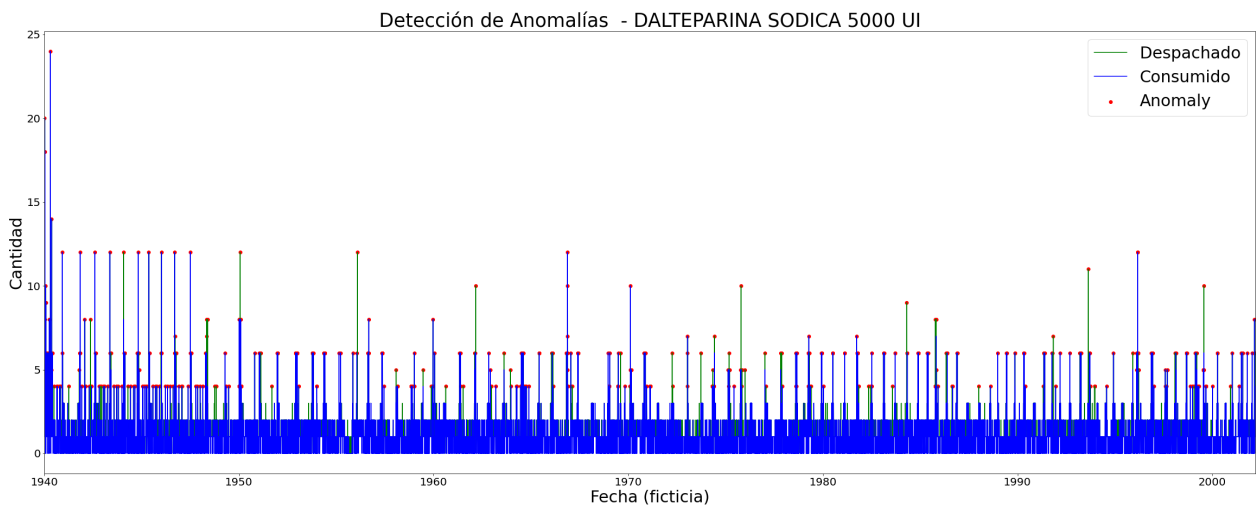


Figura 6.26: Detección de anomalías con Elliptic Envelope para DALTEPARINA SODICA 5000 UI.
Contamination igual a 0.05
Fuente: Elaboración propia

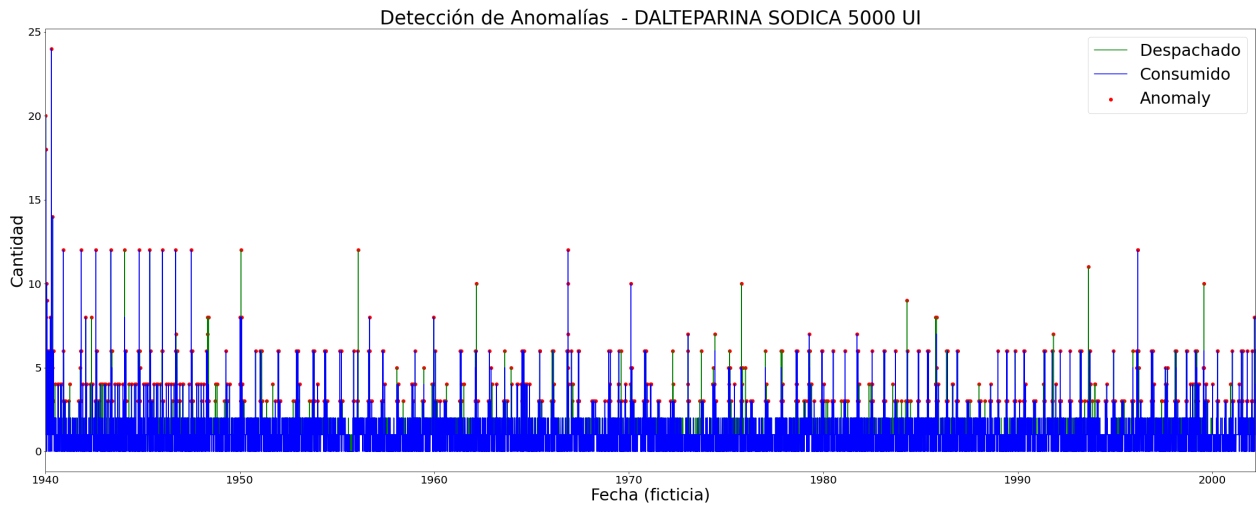


Figura 6.27: Detección de anomalías con Elliptic Envelope para DALTEPARINA SODICA 5000 UI.
Contamination igual a 0.1
Fuente: Elaboración propia

Resultados - One Class SVM

Ins	0.05		0.1		0.15		0.2		0.25		0.3	
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
1	15499	12569	14903	13165	21206	6862	20658	7410	19461	8607	17614	10454
2	18901	5283	20189	3995	20189	3995	20189	3995	18606	5578	18606	5578
3	7303	16254	6767	16790	4518	19039	19367	4190	19367	4190	19351	4206
4	18956	3772	18956	3772	18956	3772	17794	4934	20104	2624	17794	4934
5	11232	7826	10509	8549	10509	8549	10509	8549	10067	8991	10067	8991
6	15718	2734	16284	2168	6051	12401	6051	12401	6051	12401	6051	12401
7	13547	3006	13331	3222	12657	3896	12657	3896	11646	4907	11646	4907
8	1012	15030	1656	14386	1656	14386	1656	14386	1656	14386	1656	14386
9	11648	4345	12031	3962	11380	4613	13826	2167	13826	2167	13826	2167
10	10911	2033	9333	3611	9333	3611	9333	3611	9333	3611	9333	3611
11	12732	293	12372	653	11953	1072	11822	1203	11628	1397	11493	1532
12	1868	10153	1611	10410	800	11221	10424	1597	10424	1597	10424	1597
13	8358	2673	8743	2288	8743	2288	8201	2830	9534	1497	9534	1497
14	4430	3751	4430	3751	4111	4070	4111	4070	4111	4070	4111	4070
15	6280	1314	6210	1384	5756	1838	6012	1582	4624	2970	5704	1890
16	5221	2235	4698	2758	4693	2763	4693	2763	4693	2763	6314	1142
17	6060	921	5741	1240	5741	1240	5741	1240	5741	1240	5741	1240
18	5804	453	4255	2002	4255	2002	4255	2002	4255	2002	4255	2002
19	0	6212	0	6212	864	5348	864	5348	864	5348	0	6212
20	4555	1261	4847	969	4827	989	1637	4179	4301	1515	4301	1515
21	2776	2824	2998	2602	2755	2845	2755	2845	2755	2845	2755	2845
22	3497	1557	4566	488	4566	488	4566	488	4566	488	4566	488
23	1655	3191	1943	2903	1943	2903	1943	2903	1646	3200	1646	3200

Tabla 6.6: Resumen de Resultados One Class SVM

Fuente: Elaboración propia

Por último, en la Tabla 6.6 se observan los resultados del modelo One Class SVM. Se observa que este modelo clasifica cantidades demasiado grandes de anomalías, por lo que se intuye que su comportamiento se aleja del deseado. Existen casos frecuentes en los que la variación de la proporción entre valores normales y anómalos varía de forma errática en función del hiperparámetro nu , como para el insumo 1. También casos en los que las cantidades de anomalías son muy altas, como en el insumo 8 e incluso algunos casos en los que todo se clasifica como anomalías para algunos valores de nu , como el insumo 19.

En las Figuras 6.28, 6.29 y 6.30, se puede observar las series de tiempo con la clasificación de anomalías para valores de nu de 0.05. Se puede ver que a pesar de que nu es pequeño, en todos hay una alta cantidad de valores anómalos. De hecho, todos tienen puntos rojos ubicados sobre la línea azul saturada (donde se concentran las cantidades más frecuentes).

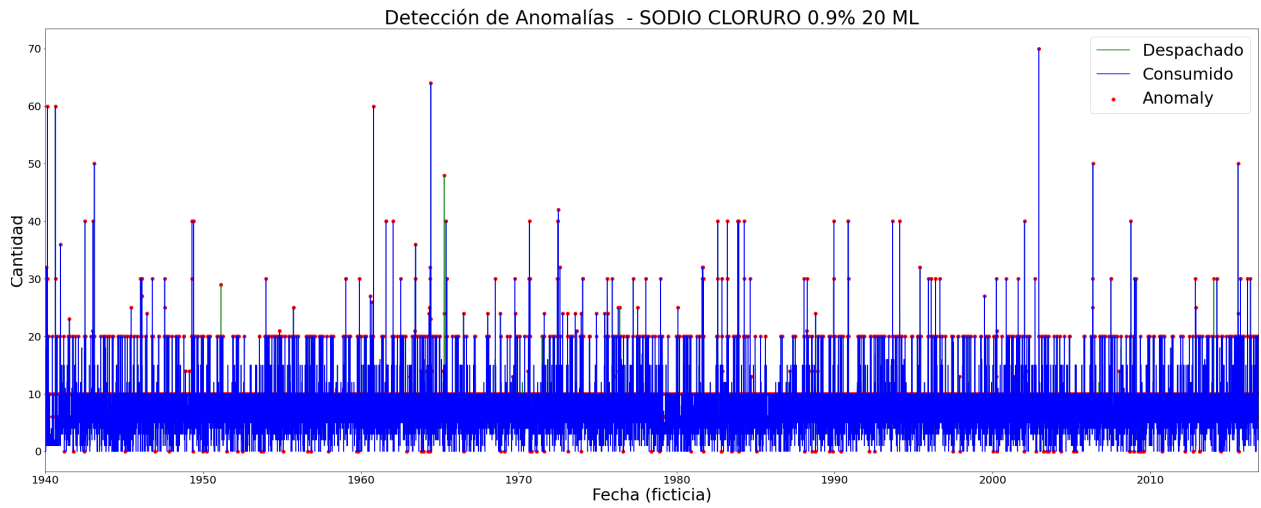


Figura 6.28: Detección de anomalías con One Class SVM para SODIO CLORURO 0.9% 20 ML. Contamination igual a 0.05
Fuente: Elaboración propia

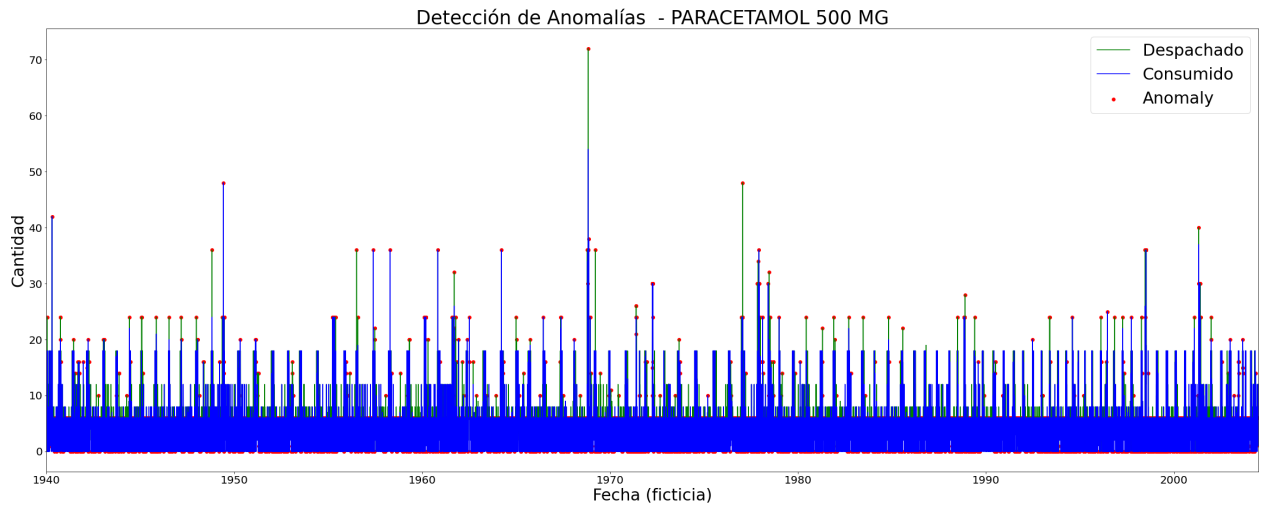


Figura 6.29: Detección de anomalías con One Class SVM para PARACETAMOL 500 MG. Contamination igual a 0.05
Fuente: Elaboración propia

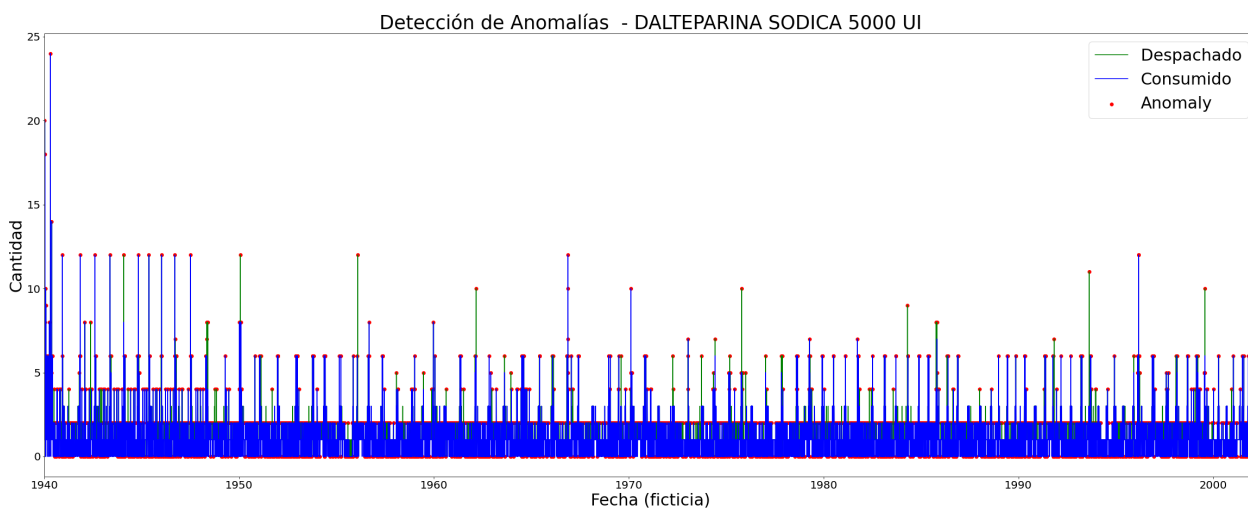


Figura 6.30: Detección de anomalías con One Class SVM para DALTEPARINA SODICA 5000 UIL.
Contamination igual a 0.05
Fuente: Elaboración propia

Resultados - Conclusiones sobre los modelos

A partir de este análisis visual y exploratorio es posible determinar que el modelo que tuvo un mejor comportamiento para estas series de tiempo fue Elliptic Envelope, al mostrar una mayor estabilidad al variar los valores del hiperparámetro correspondiente. El de peor comportamiento fue One Class SVM.

En este análisis, por cada insumo se utilizó una serie de tiempo donde se consideró de forma agregada las cantidades por Despachar a lo largo de todos los Servicios que solicitaron ese insumo en un día en particular. En la práctica, los modelos no deberían construirse así, ya que el comportamiento entre Servicios para un mismo insumo perfectamente podría ser distinto. Por lo tanto, al hacer esta diferencia, el modelo de clasificación podría comportarse aún mejor.

Sin duda que realizar un proceso de ajuste sobre los hiperparámetros del modelo para cada insumo resultaría en una tarea muy grande, infactible de realizar incluso de forma periódica, ya que es una tarea que debería repetirse por cada Servicio y cada insumo. Por lo tanto, para esto se propone tener un enfoque de *solución heurística*, en la que el hiperparámetro se ajuste según un porcentaje de valores anómalos esperado, tal que una vez que con cierto hiperparámetro el modelo se acerca a ese porcentaje, el modelo se termina de ajustar. Este proceso puede llevarse a cabo automáticamente y de forma periódica. Sin embargo, la parte manual de determinar ese porcentaje de valores anómalos esperado, sí o sí requerirá un trabajo extenso.

De todas maneras, este análisis muestra que es posible detectar anomalías en los datos asociados al consumo efectivo y los despachos para un insumo en particular y además se encontró que uno de los modelos tiene un comportamiento aceptable, por lo que se considera que el prototipo es exitoso.

6.4.4 Prototipo de Re-asignación de Insumos y Obtención de Ruta Óptima

Implementación

Para implementar el algoritmo de re-asignación de insumos, se implementó un script personalizado en Python, manipulando los datos con la ayuda del paquete *pandas* y las estructuras propias de este lenguaje. Este script se incluye en Anexos.

Los pasos que sigue el script construído son los siguientes:

- 1.- La idea principal es ir recorriendo las distintas fechas en las que se solicita insumos a Farmacia. Para esto se obtiene una lista de fechas disponibles.
- 2.- También se componen otras estructuras útiles para después. Primero, una lista de insumos. Y con esta lista de insumos, se compone un diccionario con stocks para cada insumo. Primero, se define uno para Farmacia, donde se asume un stock lo suficientemente alto como para no agotarse nunca. Luego, se define uno para cada Servicio, donde inicialmente se mantienen en cero.
- 3.- De forma similar al diccionario de stock de insumos por Servicios, se define uno de Devoluciones. Inicialmente también se mantiene en cero.
- 4.- Se define una constante que establece la capacidad máxima de caseteras que puede llevar el transporte
- 5.- Por último, se definen algunos diccionarios vacíos que contendrán los resultados por fecha.
- 6.- Ahora empiezan las iteraciones sobre las distintas fechas. En cada iteración sobre fechas, se seguirá los siguientes pasos:
 - a.- Se obtienen los datos de recetas asociados a esta fecha.
 - b.- Se redefine el diccionario con las Devoluciones. La idea detrás de este diccionario es que contenga las devoluciones que resultarán de los despachos de hoy. Es decir, es aquello que se devolverá al día siguiente.
 - c.- Se componen arreglos con las distintas vueltas de despacho. La composición se puede observar en la Tabla 6.7.

Vuelta	Servicios asociados	Posibles compatibilidades
Vuelta 1	unidad_nefro_intermedia, nefrologia, medicina_fisica, neurocirugia, cardiologia	medicina_interna, cirugia3, cirugia1, cirugia2, gastroenterologia, neurocirugia, medicina_fisica, nefrologia, quirurgica3, quirurgica2, unidad_nefro_intermedia, pensionado_urologia, puerperio, traumatologia, otorrino, neonatologia, cardiologia
Vuelta 2	gastroenterologia, traumatologia, otorrino, quirurgica3, puerperio, neonatologia, quirurgica2	gastroenterologia, traumatologia, otorrino, quirurgica3, puerperio, neonatologia, quirurgica2, cirugia1, cirugia2, cirugia3, pensionado_urologia, medicina_interna
Vuelta 3	cirugia1, cirugia2, cirugia3, pensionado_urologia, medicina_interna	cirugia1, cirugia2, cirugia3, pensionado_urologia, medicina_interna

Tabla 6.7: Composición de Vueltas de Despacho y Posibles Compatibilidades

Fuente: Elaboración propia

- d.- Se definen las *compatibilidades* por defecto para un Servicio. Una compatibilidad, representa el hecho de que al momento de re-asignar insumos, un Servicio X pueda ver el stock disponible en un Servicio Y. Entonces, según la vuelta de despacho en la que se encuentre un Servicio, estas compatibilidades variarán por defecto ya que como se discute en el Capítulo 5, en el rediseño propuesto la idea es que las devoluciones se retire siempre al momento del despacho. A medida que pasen las vueltas de despacho habrá menos caseteras con devoluciones repartidas por los Servicios. En la Tabla 6.7 se incluyen las posibles compatibilidades para cada Servicio según la vuelta en la que esté. Eso sí, se definen de forma tal que un Servicio nunca está dentro de sus propias compatibilidades. Esto se hizo por simplicidad, ya que al momento de re-asignar, el caso de buscar en el stock de devoluciones propio se ve aparte.
- e.- Una vez que ya se ha definido todo lo anterior, se empieza a iterar sobre las vueltas. Por cada vuelta establece una *capacidad restante* que tendrá el medio de transporte, que corresponde a la capacidad máxima del transporte menos la cantidad de caseteras correspondientes a la vuelta, pero sin considerar aquellas a las que ya se les retiró las devoluciones. Se definen además unas listas vacías para almacenar los Servicios que se visitará efectivamente en esta vuelta y las *precedencias* que se vayan a definir (se define lo que es una precedencia en el Capítulo 5, lógica de negocios de ruta de despacho). Luego, se empieza a iterar sobre cada Servicio dentro de esta vuelta. Se verifica que tenga recetas para la fecha correspondiente. Si las tiene, se itera sobre estas recetas. Por cada una, se obtiene su detalle con los distintos insumos solicitados. Finalmente, se itera sobre estos insumos y por cada uno se realiza lo siguiente:
- i.- Primero, se verifica que la *cantidad a despachar* sea mayor a cero. Si esta es cero, no se opera sobre este insumo.
 - ii.- Luego, se registran las devoluciones que se hará de este insumo al día siguiente, ya que es información conocida. Este paso no podría hacerse aquí en una aplicación real, pero ya que se estaba recorriendo las recetas, se hizo por conveniencia. De todas maneras, no afecta el resto del algoritmo.

- iii.- Se definen variables que contengan el Servicio, el nombre del insumo y la cantidad a despachar.
- iv.- Se incluye el Servicio correspondiente en la lista de Servicios por visitar en esta vuelta (solo si no estaba).
- v.- Se define una variable auxiliar que contiene la *cantidad por despachar efectiva*, que inicialmente es cero. Esto se irá completando durante la re-asignación y la petición de insumos a Farmacia.
- vi.- Se definen dos listas auxiliares, con los *orígenes* asociados a este insumo y las cantidades que se re-asignarán desde cada uno de estos orígenes (este concepto se discute en la descripción de esta lógica de negocios en el capítulo 5).
- vii.- A partir de este punto, está todo listo para comenzar a re-asignar. El *Paso 1* es primero *revisar en el stock de devoluciones del Servicio mismo*. Si existe stock, se descuenta la cantidad que es posible sacar, se agrega el origen a la lista correspondiente y se continúa.
- viii.- Si aún queda cantidad por despachar pendiente, se continúa con el *Paso 2*. En éste, se revisará en el stock de devolución de los *Servicios compatibles* con el Servicio asociado al insumo. Para esto, se revisa en las compatibilidades definidas para el Servicio y se verifica si es que contar con ésta no produce una *contradicción* en la definición de precedencias. Por ejemplo, podría pasar que un Servicio A debe ser visitado antes que un Servicio B y que un Servicio C deba ser visitado antes que el Servicio A. Hasta ahora no hay contradicciones en estas precedencias. Sin embargo, si al momento de revisar las compatibilidades del Servicio C se da con el B, aunque esté dentro de las compatibilidades, este Servicio B no puede estar disponible para re-asignar insumos al Servicio C, ya que produciría un conflicto con las precedencias ya existentes. Para esto, se programó una función que utiliza las precedencias ya definidas y esta nueva precedencia que podría incorporarse y verifica si produce alguna contradicción de este tipo o no (la función se incluye en Anexos). Si no hay posibles contradicciones, se continúa de forma similar al paso anterior, verificando el stock disponible versus la cantidad por despachar a completar. Si hay stock, se descuenta la cantidad que es posible sacar, se agrega el origen a la lista asociada y se realiza un paso extra más, que corresponde a *eliminar la compatibilidad del Servicio utilizado*. La lógica detrás de este paso es la siguiente. Si para algún insumo solicitado dentro de una receta de un Servicio A, se utiliza el stock de devoluciones de un Servicio B como re-asignación, eso implica que el Servicio B debe ser visitado antes que el Servicio A. Entonces, esto quiere decir que dentro de las compatibilidades de este Servicio B, ya no puede estar el Servicio A. Por lo tanto, se incluye el Servicio A en un arreglo que después será recorrido para eliminar este Servicio A y otros Servicios de las compatibilidades del Servicio B. Luego de esto, el proceso sigue.
- ix.- Si luego de revisar el stock de devoluciones propio y el de los otros Servicios compatibles, aún queda cantidad por despachar pendiente, ahora sí se recurre al *stock de Farmacia*. Con este stock, se termina de satisfacer la cantidad por despachar para este insumo.
- x.- Finalmente, se almacenan los resultados por receta y Servicio y el proceso continúa hasta que ya no quedan Servicios ni recetas por recorrer para esta vuelta de despacho.

- f.- A estas alturas, ya se recorrió todos los Servicios asociados a la vuelta de despacho correspondiente. Entonces, se revisan los Servicios que forman efectivamente parte de esta vuelta y se agregan a un listado que contiene los Servicios sin devoluciones. Esto se utiliza para el cálculo de la *capacidad restante* del medio de transporte.
 - g.- Junto con lo anterior, se eliminan de las compatibilidades de todos los Servicios para las vueltas subsiguientes, aquellos Servicios que ya no tienen devoluciones.
 - h.- Finalmente se recorren todas las vueltas de despacho, y se termina de generar los resultados para la fecha correspondiente.
- 7.- Cuando ya se ha concluido el recorrido de todas las vueltas de despacho correspondientes para esta fecha, se define el *stock de devoluciones* igual a las *devoluciones* que se harán a partir de los despachos de hoy. Es decir, las devoluciones de hoy serán utilizadas al día siguiente como potencial stock de devoluciones para re-asignar, tal y como se esperaría que ocurra en la realidad.
- 8.- Una vez que se ha recorrido todas las fechas, se almacenan los resultados el proceso termina.

Ahora, respecto a la implementación de la *Obtención de la Ruta de Despacho*, se utiliza el software *Gurobi*⁴, el cuál a través del paquete *gurobipy* para Python, entrega herramientas para poder plantear el problema de optimización de manera directa, tal cuál según la formulación expuesta en el Capítulo 5. Con esto, se genera una función que utiliza las distancias entre Servicios y recibe los resultados de cada vuelta de despacho, en particular los Servicios por visitar y las precedencias para realizar la optimización y generar el orden en el que se deben visitar los distintos Servicios, partiendo siempre desde Farmacia. Además, se utiliza un script adaptado desde el sitio Web de Gurobi, el cuál recibe el resultado del optimizador y genera la ruta de despacho. El script se incluye en Anexos.

⁴<https://www.gurobi.com/>

Resultados

La ejecución del algoritmo y del optimizador en los dos años de datos no toma más de 10 minutos, por lo tanto un día entero de recetas se resuelve casi de forma instantánea en un computador de gama alta, pero generación 2017.

Para observar los resultados de la re-asignación de insumos y de la obtención de la ruta de despacho, se analizará el caso de una fecha puntual, para observar cómo se comporta el algoritmo y el proceso de optimización. Además, luego de ese análisis se realizará un análisis sobre el impacto de las re-asignaciones en las devoluciones percibidas en los años 2018 y 2019.

Caso de Estudio: 04 de septiembre de 2018 - Vuelta 1

Antes de empezar con el análisis de la Vuelta 1 de este día, es importante tomar en cuenta el *stock de devoluciones* disponible para cada Servicio, que corresponde a las devoluciones hechas a partir de los despachos del día 03 de septiembre de 2018. Aquellas que son relevantes para este análisis se incluyen en la Tabla 6.8.

Vamos a analizar el caso particular de la primera vuelta del 04 de septiembre de 2018. En esta vuelta, se cuenta con recetas de Cardiología (6 Recetas), Medicina Física (8 Recetas), Nefrología (27 Recetas), Neurocirugía (4 Recetas) y Unidad Nefrología Intermedia (5 Recetas).

Primero, observemos las recetas de la Unidad Nefrología Intermedia. La receta 1605861 solicita 1 unidad de ATORVASTATINA 40 MG, 2 de POLIETILENGLICOL 3350, 1 de QUETIAPINA 25 MG, 1 de ONDANSETRON 4 MG 2 ML, 3 de PARACETAMOL 1GR/100ML, 10 de SODIO CLORURO 0.9% 20 ML, 3 de SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX y 1 de ERITROPOYETINA HUMANA 2000 UI. De todos estos, la mayoría tiene como origen a Farmacia, lo que significa que probablemente no había en stock de devolución disponible de las compatibilidades de este Servicio, excepto el ONDANSETRON 4 MG 2 ML cuyo origen corresponde al mismo servicio. En efecto, si verificamos las devoluciones de la Tabla 6.8, se observan 4 unidades de ONDANSETRON 4 MG 2 ML para este Servicio.

La receta 1605907 solicita 1 unidad de ONDANSETRON 4 MG 2 ML, 3 de OMEPRAZOL 40 MG, 3 de PARACETAMOL 1GR/100ML, 10 de SODIO CLORURO 0.9% 20 ML, 8 de SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX, 2 de POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR, 8 de CLOXACILINA SODICA 500 MG, 6 de INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 ML y 1 de HEPARINA SODICA 250 MG 5 ML. Para esta receta, hay más insumos que en la anterior que tienen un origen distinto al de Farmacia (es decir, fueron re-asignados). Primero, ONDANSETRON 4 MG 2 ML, PARACETAMOL 1GR/100ML, y POLIETILENGLICOL 3350 cuyos orígenes nuevamente son el servicio mismo (y el último, también Farmacia). El OMEPRAZOL 40 MG tiene 2 orígenes distintos, 1 unidad desde Cirugía 1 y 2 unidades desde Nefrología. Y por último, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX el que tiene 2 orígenes, 7 unidades desde Medicina Interna y 1 unidad desde Gastroenterología.

Servicio	Insumos devueltos
Nefrología	ACIDO ACETIL SALICILICO 100 MG: 1, ACIDO FOLICO 1 MG: 4, AMLODIPINO 10 MG: 1, AMOXICILINA 500 MG / 5 ML: 1, ATORVASTATINA 10 MG: 1, ATORVASTATINA 40 MG: 2, CARBONATO CALCIO 1 GR: 5, CARBONATO DE CALCIO 500 MG: 6, CARVEDILOL 12.5 MG: 1, CEFTRIAXONA 1 GR: 2, DEXAMETASONA 4 MG 1 ML: 15, DIPIRONA 1 GR 2 ML: 4, DOMPERIDONA 10 MG / 2 ML: 1, ERITROPOYETINA HUMANA 2000 UI: 2, FUROSEMIDA 20 MG 1 ML: 4, FUROSEMIDA 40 MG: 2, HEPARINA SODICA 250 MG 5 ML: 2, LOPERAMIDA CLORHIDRATO 2 MG: 4, MIRTAZAPINA 30 MG: 1, MULTIVITAMINICO ADULTO ENDOVENOSO: 1, OLIGOELEMENTOS 2 ML: 1, OMEPRAZOL 20 MG: 6, OMEPRAZOL 40 MG: 2, ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 5, ONDANSETRON 8 MG 4 ML: 3, PARACETAMOL 1GR/100ML: 6, PARACETAMOL 500 MG: 2, POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR: 1, POTASIO CLORURO 600 MG LIBERACION SOSTENIDA: 6, PREDNISONA 20 MG: 1, SERTRALINA 50 MG: 1, SODIO BICARBONATO 1 GR: 8, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX: 9, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% VIAFLEX 1000 CC: 1, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% VIAFLEX 250 CC: 3, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% VIAFLEX 500 CC: 1, SOLUCION GLUCOSADA 5% VIAFLEX 250 CC: 1, TIAMINA 30 MG 1 ML (VITAMINA B1): 3, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML: 1
Unidad Nefro. Int.	CLONAZEPAM 2 MG: 2, CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML: 6, ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 4, PARACETAMOL 1GR/100ML: 5, PARACETAMOL 500 MG: 4, POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR: 1, TIROXINA 100 MCG: 1
Neurocirugía	ACIDO ASCORBICO 500 MG: 1, AMLODIPINO 10 MG: 2, BROMURO DE IPATR. FENOTEROL 20 ML (BERODUAL): 1, CARBAMAZEPINA 200 MG: 1, DEXAMETASONA 4 MG: 1, KETOPROFENO 50 MG: 1, METOCLOPRAMIDA 10 MG 2 ML: 1, N-BUTIL DE ESCOPALAMINA 20 MG 1 ML: 1, OMEPRAZOL 20 MG: 1, PARACETAMOL 500 MG: 10, POLIVITAMINICOS: 1, ZINC SULFATO 110 MG: 1
Medicina física	ACIDO ASCORBICO 500 MG: 4, BROMURO DE IPATROPIO 20 MCG - FENOTEROL 50 MCG HFA: 1, CELECOXIB 200 MG: 1, COLCHICINA 0.5 MG: 2, DICLOFENACO GEL 1%: 1, LACTULOSA 66% 200 ML.: 1, LEVETIRACETAM 500 MG: 4, LOSARTAN 50 MG: 1, METOCLOPRAMIDA 10 MG: 2, MIRTAZAPINA 30 MG: 1, ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 1, PARACETAMOL 500 MG: 4, POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR: 3, PREGABALINA 75 MG: 2, SULFATO FERROSO 200 MG: 3, TRAMADOL 50 MG LONG: 2, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML: 1, TRAZODONE CLORHIDRATO 100 MG: 1
Cardiología	AMLODIPINO 10 MG: 2, ATORVASTATINA 40 MG: 1, BISOPROLOL 2.5 MG: 1, DALTEPARINA SODICA 10.000 UI 1ML: 2, DIPIRONA 1 GR 2 ML: 14, LOSARTAN 50 MG: 1, PARACETAMOL 500 MG: 2, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX: 11
Medicina interna	BISOPROLOL 2.5 MG: 1, CARBONATO CALCIO 1 GR: 9, CARBONATO DE CALCIO 500 MG: 1, CICLOSPORINA 50 MG: 2, CIPROFLOXACINO 500 MG: 1, DALTEPARINA SODICA 5000 UI: 1, DIPIRONA 1 GR 2 ML: 7, ERITROPOYETINA HUMANA 2000 UI: 1, HALOPERIDOL 5 MG 1 ML: 1, OLANZAPINA 10 MG: 1, OMEPRAZOL 20 MG: 2, ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 3, PARACETAMOL 1GR/100ML: 3, PARACETAMOL 500 MG: 18, POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR: 3, PREDNISONA 20 MG: 1, PREDNISONA 5 MG: 1, QUETIAPINA 25 MG: 2, RIFAXIMINA 200 MG: 2, SODIO BICARBONATO 1 GR: 2, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX: 7, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% VIAFLEX 250 CC: 5, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% VIAFLEX 500 CC: 1, SULFATRIMETOPRIM FORTE: 1, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG 2 ML: 6, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML: 1, VANCOMICINA 1 GR: 3
Cirugía 1	AMOXICILINA ACIDO CLAVULANICO 1 GR: 1, CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML: 4, DALTEPARINA SODICA 5000 UI: 1, ESPIRONOLACTONA 25 MG: 2, FUROSEMIDA 40 MG: 1, KETOPROFENO 50 MG: 4, MAGNESIO SULFATO 25% 5 ML: 2, OMEPRAZOL 20 MG: 1, OMEPRAZOL 40 MG: 1, PARACETAMOL 1GR/100ML: 2, PARACETAMOL 500 MG: 5, PIPERACILINA - TAZOBACTAM 4.5 GR: 2, RINGER LACTATO 500 ML: 2
Gastroenterología	ACENOCUMAROL 4 MG: 1, CEFTRIAXONA 1 GR: 2, CIPROFLOXACINO 500 MG: 1, DALTEPARINA SODICA 5000 UI: 1, DIPIRONA 1 GR 2 ML: 14, ESPIRONOLACTONA 25 MG: 3, FLEETGLICOL POLVO SOLUCION ORAL: 8, KETOPROFENO 100 MG EV: 3, METILPREDNISOLONA SUCCINATO 125 MG: 3, PARACETAMOL 1GR/100ML: 7, POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR: 6, RIFAXIMINA 200 MG: 8, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX: 11, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% VIAFLEX 250 CC: 4, SOLUCION GLUCOSADA 5% 100 ML VIAFLEX: 1, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML: 3

Tabla 6.8: Devoluciones de Despachos del día 03 de septiembre de 2018

Fuente: Elaboración propia

La Receta 1605909 solicita 1 unidad de RISPERIDONA 3 MG, 2 de TIROXINA 100 MCG, 10 de CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML, 1 de HEPARINA SODICA 250 MG 5 ML, 3 de PARACETAMOL 1GR/100ML, 5 de SODIO CLORURO 0.9% 20 ML, 10 de SOL HEMOFILTRACION C/2MMOL/L POTASIO (DUOSOL) 5 LT, 10 de SOLUCION

COLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 1000 CC, 1 de PREGABALINA 75 MG, 4 de PARACETAMOL 500 MG, 1 de OMEPRAZOL 20 MG, 2 de PARACETAMOL 500 MG y 1 de ATORVASTATINA 40 MG. De todas estas, las siguientes tienen orígenes distintos a Farmacia. Primero, TIROXINA 100 MCG tiene 2 orígenes, 1 unidad desde el servicio mismo y 1 unidad desde Farmacia. COLORURO DE POTASIO 10% 10 ML también tiene 2 orígenes, 6 unidades desde el servicio mismo y 4 unidades desde Farmacia. PARACETAMOL 1GR/100ML también tiene 2 orígenes, 2 unidades desde el servicio mismo y 1 unidad desde Farmacia. Y por último PARACETAMOL 500 MG con 1 origen, 4 unidades desde el servicio mismo.

Las otras recetas de este Servicio no tienen orígenes distintos al de Farmacia, por lo que no vale la pena profundizar en estos casos.

En las 27 recetas de Nefrología solo se observa como orígenes al servicio mismo o Farmacia. También las de 8 de Medicina Física, las 6 de Cardiología y las 4 de Neurocirugía.

Todo lo anterior, resulta en que los Servicios que deben visitarse en esta Vuelta corresponden a los Servicios propios de esta Vuelta (Nefrología, Unidad Nefrología Intermedia, Cardiología, Medicina Física y Neurocirugía) más los Servicios que fueron considerados como orígenes y que no forman parte de esta vuelta: Cirugía 1, Medicina Interna y Gastroenterología.

Además, considerando las re-asignaciones realizadas para la receta 1605907 de Unidad Nefrología Intermedia discutida previamente, existen las siguientes *precedencias*: Cirugía 1 antes de Unidad Nefro. Intermedia, Nefrología antes de Unidad Nefro. Intermedia, Medicina Interna antes de Unidad Nefro. Intermedia y Gastroenterología antes de Unidad Nefro. Intermedia.

Entonces, esta lista de Servicios por visitar más las precedencias son datos de entrada para el optimizador, el que entrega el siguiente resultado para esta vuelta:

Farmacia → Gastroenterología → Cirugía 1 → Medicina Interna → Neurocirugía → Medicina Física → Cardiología → Nefrología → Unidad Nefro. Intermedia

Con este orden de visitas, se respetan todas las precedencias y se visitan todos los Servicios de la vuelta, recorriendo una distancia de 884 metros en total.

Por último, en la Tabla 6.9 se puede observar las devoluciones que efectivamente se harían a partir de los despachos del 03 de septiembre de 2018 luego de re-asignar algunas de estas devoluciones. Los insumos que ya no están corresponden a aquellos que se re-asignaron completamente. Se puede observar que para los Servicios de esta misma vuelta, las devoluciones disminuyeron notablemente.

Si bien para poder ver esto con claridad, se debe leer detenidamente el detalle de la re-asignación para esta vuelta (incluida en Anexos) junto con las dos Tablas presentadas en estos resultados, se puede hacer una observación breve considerando solo el caso de Unidad Nefrología Intermedia.

Servicio	Insumos devueltos luego de Re-asignaciones
Nefrología	AMOXICILINA 500 MG / 5 ML: 1, ATORVASTATINA 40 MG: 1, CARBONATO CALCIO 1 GR: 5, DEXAMETASONA 4 MG 1 ML: 15, DOMPERIDONA 10 MG / 2 ML: 1, LOPERAMIDA CLORHIDRATO 2 MG: 4, ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 2, ONDANSETRON 8 MG 4 ML: 3, POTASIO CLORURO 600 MG LIBERACION SOSTENIDA: 3, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 1000 CC: 1, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 500 CC: 1, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML: 1
Unidad Nefro. Int.	CLONAZEPAM 2 MG: 2, ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 2
Neurocirugía	BROMURO DE IPATR. FENOTEROL 20 ML (BERODUAL): 1, DEXAMETASONA 4 MG: 1
Medicina física	BROMURO DE IPATROPIO 20 MCG - FENOTEROL 50 MCG HFA: 1, COLCHICINA 0.5 MG: 2, DICLOFENACO GEL 1%: 1, TRAMADOL 50 MG LONG: 2
Cardiología	AMLODIPINO 10 MG: 1, DALTEPARINA SODICA 10.000 UI 1ML: 2
Medicina interna	BISOPROLOL 2.5 MG: 1, CARBONATO CALCIO 1 GR: 9, CARBONATO DE CALCIO 500 MG: 1, CICLOSPORINA 50 MG: 2, CIPROFLOXACINO 500 MG: 1, DALTEPARINA SODICA 5000 UI: 1, DIPIRONA 1 GR 2 ML: 7, ERITROPOYETINA HUMANA 2000 UI: 1, HALOPERIDOL 5 MG 1 ML: 1, OLANZAPINA 10 MG: 1, OMEPRAZOL 20 MG: 2, ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 3, PARACETAMOL 1GR/100ML: 3, PARACETAMOL 500 MG: 18, POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR: 3, PREDNISONA 20 MG: 1, PREDNISONA 5 MG: 1, QUETIAPINA 25 MG: 2, RIFAXIMINA 200 MG: 2, SODIO BICARBONATO 1 GR: 2, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC: 5, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 500 CC: 1, SULFATRIMETOPRIM FORTE: 1, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG 2 ML: 6, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML: 1, VANCOMICINA 1 GR: 3
Cirugía 1	AMOXICILINA ACIDO CLAVULANICO 1 GR: 1, CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML: 4, DALTEPARINA SODICA 5000 UI: 1, ESPIRONOLACTONA 25 MG: 2, FUROSEMIDA 40 MG: 1, KETOPROFENO 50 MG: 4, MAGNESIO SULFATO 25% 5 ML: 2, OMEPRAZOL 20 MG: 1, PARACETAMOL 1GR/100ML: 2, PARACETAMOL 500 MG: 5, PIPERACILINA - TAZOBACTAM 4.5 GR: 2, RINGER LACTATO 500 ML: 2
Gastroenterología	ACENOCUMAROL 4 MG: 1, CEFTRIAXONA 1 GR: 2, CIPROFLOXACINO 500 MG: 1, DALTEPARINA SODICA 5000 UI: 1, DIPIRONA 1 GR 2 ML: 14, ESPIRONOLACTONA 25 MG: 3, FLEETGLICOL POLVO SOLUCION ORAL: 8, KETOPROFENO 100 MG EV: 3, METILPREDNISOLONA SUCCINATO 125 MG: 3, PARACETAMOL 1GR/100ML: 7, POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR: 6, RIFAXIMINA 200 MG: 8, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX: 10, SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC: 4, SOLUCION GLUCOSADA 5% 100 ML VIAFLEX: 1, TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML: 3

Tabla 6.9: Devoluciones de Despachos del día 03 de septiembre de 2018 Post Re-asignaciones

Fuente: Elaboración propia

A partir de los despachos del 03 de septiembre, según la Tabla 6.8, este Servicio tenía los siguientes insumos para devolver:

- CLONAZEPAM 2 MG: 2 unidades
- CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML: 6 unidades

- ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 4 unidades
- PARACETAMOL 1GR/100ML: 5 unidades
- PARACETAMOL 500 MG: 4 unidades
- POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR: 1 unidad
- TIROXINA 100 MCG: 1 unidad

Sin embargo, luego de la re-asignación, estas devoluciones se redujeron a lo que se observa en la Tabla 6.9:

- CLONAZEPAM 2 MG: 2 unidades
- ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 2 unidades

Entonces, para explicar esta reducción, basta con recapitular respecto al detalle de las recetas que discutimos anteriormente. En primer lugar, la receta 1605861 pide:

- 1 unidad de ONDANSETRON 4 MG 2 ML, la que saca del servicio mismo.

Luego, la receta 1605907 pide:

- 1 unidad de ONDANSETRON 4 MG 2 ML al servicio mismo
- 3 unidades de PARACETAMOL 1GR/100ML al servicio mismo
- 1 unidad de POLIETILENGLICOL 3350 al servicio mismo

Y finalmente, la receta 1605909 pide:

- 1 unidad de TIROXINA 100 MCG al servicio mismo y 1 unidad a Farmacia
- 6 unidades de CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML al servicio mismo y 4 a Farmacia
- 2 unidades de PARACETAMOL 1GR/100ML al servicio mismo y 1 a Farmacia
- 4 unidad de PARACETAMOL 500 MG al servicio mismo.

Esto resulta en un consumo desde el **servicio mismo** de:

- ONDANSETRON 4 MG 2 ML: 2 unidades
- PARACETAMOL 1GR/100ML: 5 unidades
- POLIETILENGLICOL 3350: 1 unidad
- TIROXINA 100 MCG: 1 unidad
- CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML: 6 unidades
- PARACETAMOL 500 MG: 4 unidades

Lo que explica las devoluciones efectivas resultantes de la Tabla 6.9 para este Servicio.

Impacto de Re-asignaciones sobre Devoluciones

Para analizar cómo impactan las re-asignaciones en las devoluciones, primero llamaremos *devoluciones originales* a las devoluciones que se realizaron en realidad y *devoluciones con re-asignación* a las devoluciones resultantes luego de re-asignar. Entonces, se compararán ambos elementos utilizando los resultados entregados por el algoritmo de re-asignación. En la Tabla 6.10 se incluye los resultados por mes y por año, respecto a estos dos valores.

Mes	2018			2019		
	Dev. Orig.	Dev. Re.	Diff.	Dev. Orig.	Dev. Re.	Diff.
Enero	14.649	9.398	35,84%	14.762	9.576	35,13%
Febrero	14.369	9.354	34,9%	12.985	8.131	37,38%
Marzo	17.075	11.047	35,3%	13.723	9.294	32,27%
Abril	15.921	10.043	36,92%	10.426	7.259	30,38%
Mayo	16.073	10.002	37,77%	11.517	7.446	35,34%
Junio	16.643	10.303	38,09%	12.139	8.101	33,26%
Julio	16.838	10.772	36,03%	10.942	7.237	33,86%
Agosto	17.427	10.715	38,51%	11.386	7.887	30,73%
Septiembre	14.369	10.030	30,2%	10.097	6.946	31,20%
Octubre	8.327	5.335	35,93%	12.741	8.918	30,01%
Noviembre	13.031	8.557	34,33%	9.648	6.614	31,44%
Diciembre	15.149	10.013	33,9%	4.059	2.881	29,02%

Tabla 6.10: Diferencia entre Devoluciones originales y Devoluciones con re-asignación para 2018 y 2019
Fuente: Elaboración propia

En concreto, se observa en promedio una disminución de las devoluciones en un 34,07% a lo largo de estos dos años, lo cual es un resultado mejor de lo esperado. Para realizar un análisis más detallado de este comportamiento, se observará dos meses en particular, para los años 2018 y 2019.

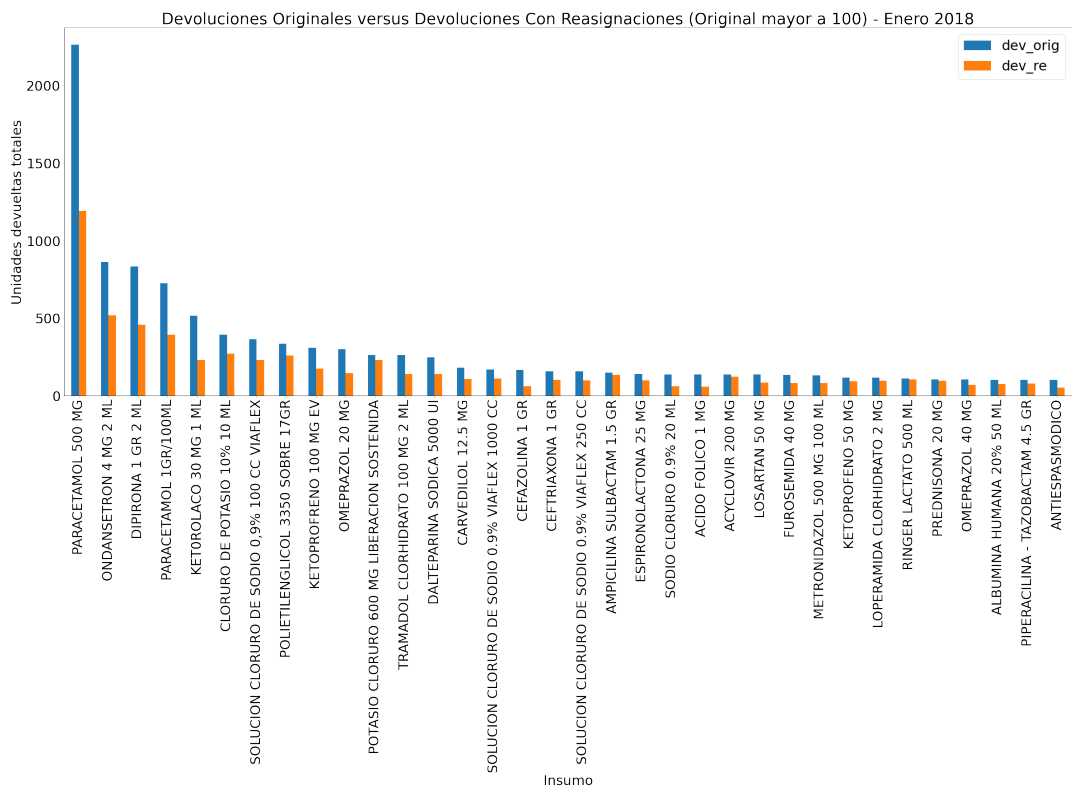


Figura 6.31: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Enero 2018
Fuente: Elaboración propia

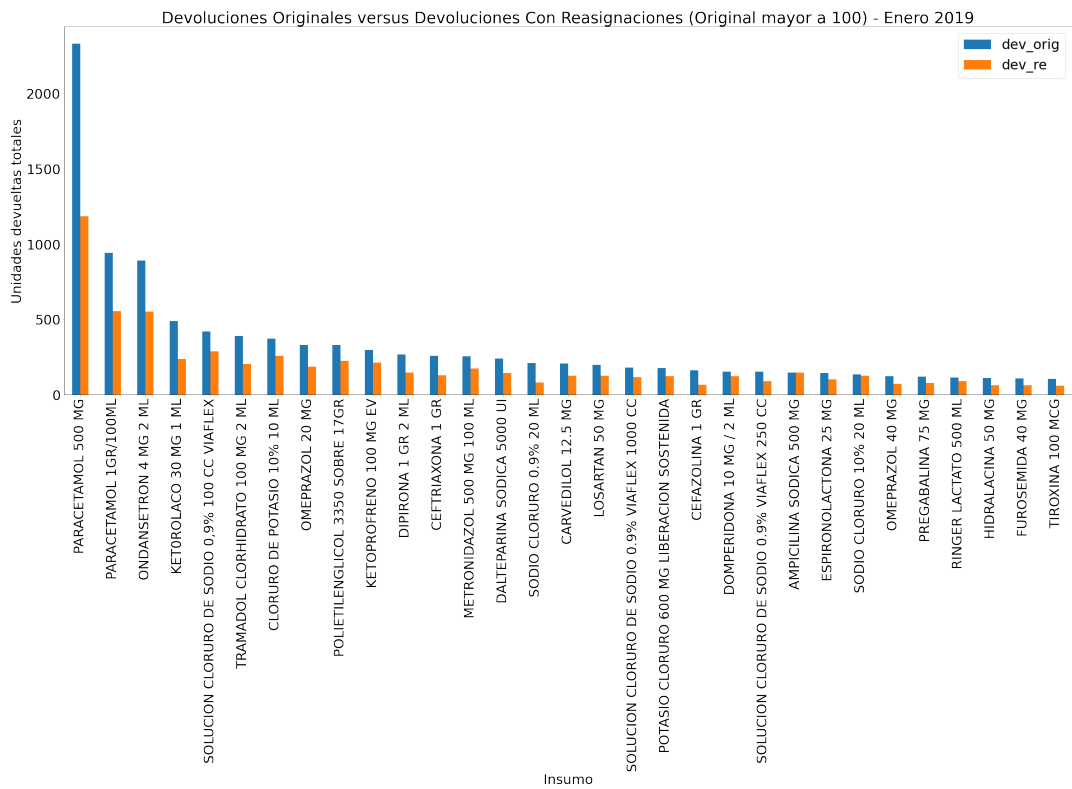


Figura 6.32: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Enero 2019
Fuente: Elaboración propia

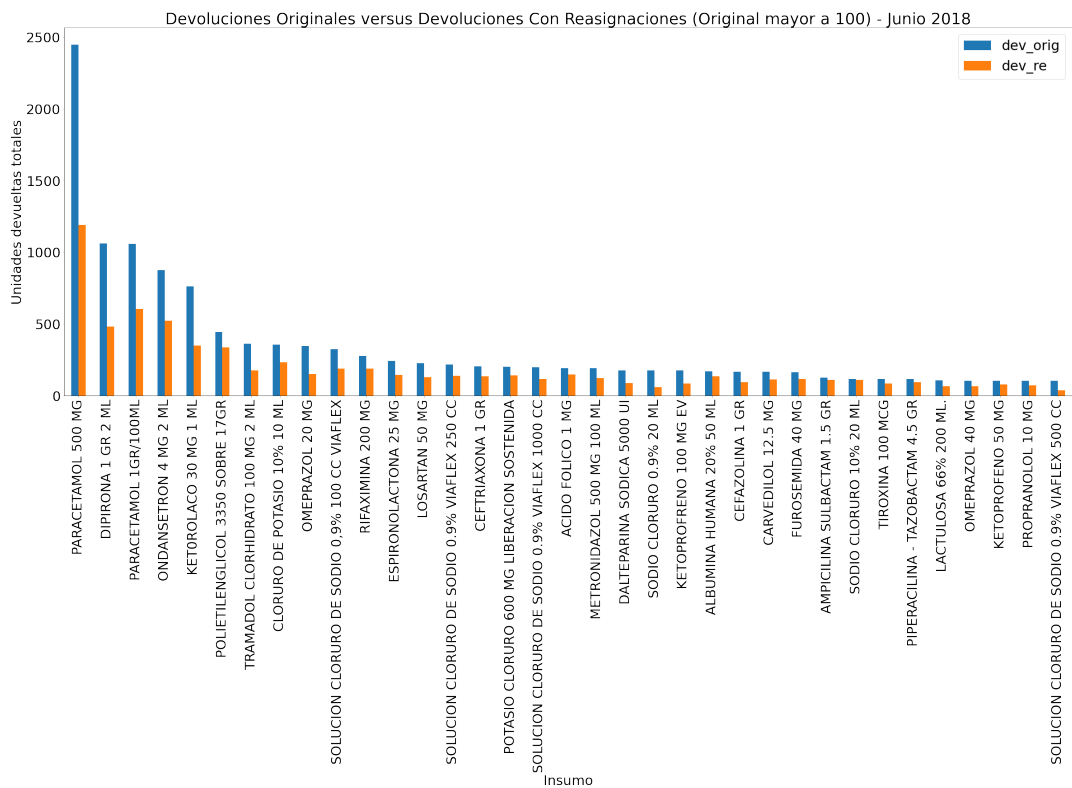


Figura 6.33: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Junio 2018
Fuente: Elaboración propia

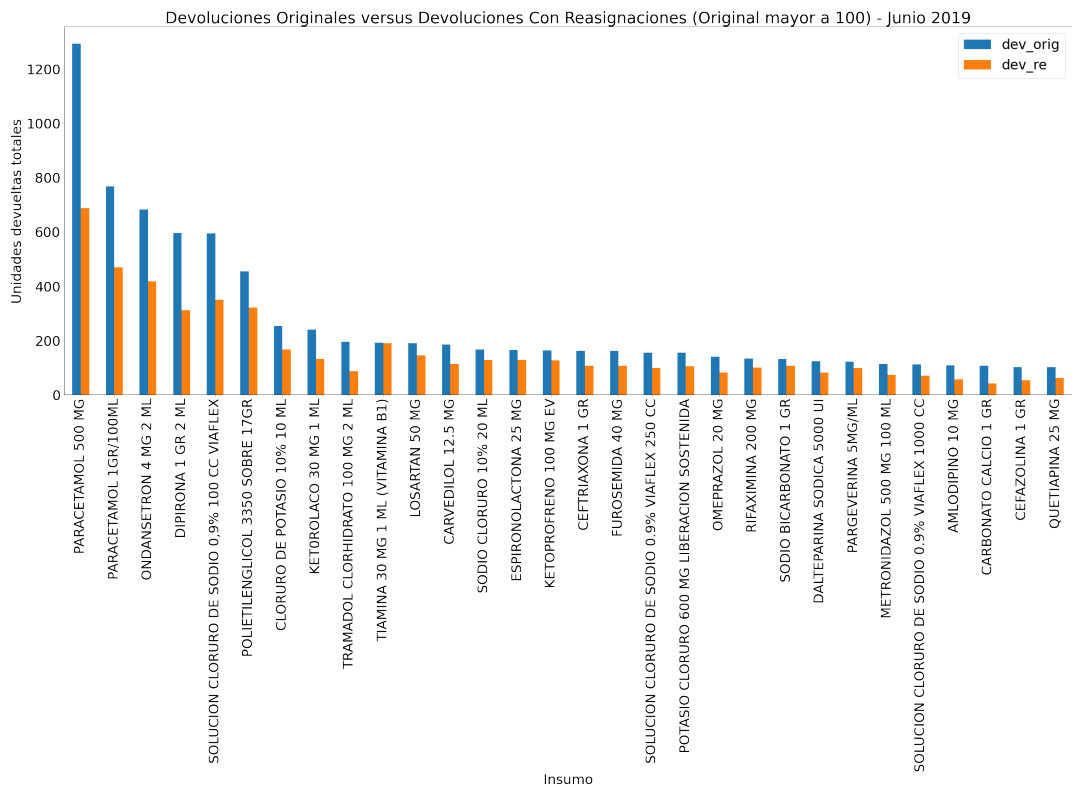


Figura 6.34: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Junio 2019
Fuente: Elaboración propia

Los gráficos anteriores contienen, para Enero y Junio 2018 y 2019, las cantidades devueltas por insumo para el mes respectivo, pero solo para aquellos insumos que tuvieron más de 100 unidades devueltas en total. La barra azul representa a las cantidades de devolución original, mientras que la barra naranja representa a la devolución con re-asignación.

Se puede ver que para los insumos con mayores devoluciones, el impacto de la re-asignación es mayor. Esto se puede atribuir al hecho de que los insumos con mayores devoluciones son también los más solicitados, por lo que la probabilidad de que al día siguiente alguna receta contenga estos insumos es mayor. Siguiendo la misma idea, los insumos con menos devoluciones son más *raros*, en el sentido de que son solicitados con menor frecuencia. Por lo tanto, al día siguiente podrían no ser solicitados, lo que haría que el impacto de una re-asignación sea mucho menor.

De todas maneras, la re-asignación es solo una de las componentes dispuestas para disminuir las devoluciones y así mejorar la gestión en la relación entre Farmacia y los Servicios. Debe considerarse que también habrá un impacto en el hecho de que Médicos y Personal de Enfermería ahora puedan observar los insumos disponibles antes de solicitarlos y además de recibir una notificación cuando la cantidad solicitada sea fuera de lo común para ese insumo y ese Servicio históricamente.

En síntesis, es posible indicar que los resultados de las lógicas de negocio son satisfactorios y prometedores. En Anexos, se incluye el resto de los gráficos de comparación entre devoluciones originales y devoluciones con re-asignación.

Capítulo 7

Gestión del Cambio

En este capítulo, se abordan las distintas componentes de Gestión del Cambio que se requieren para que el proyecto de rediseño propuesto en esta tesis pueda llevarse a cabo. Se discute el contexto actual de la organización, respecto a cómo ésta aborda los proyectos que involucran cambio actualmente, una observación general respecto al proyecto a implementar, un análisis de los distintos dominios asociados al Modelo de Gestión de Cambio involucrado, una caracterización del cambio que se llevará a cabo, sus factores críticos que determinarán el éxito de este proyecto en el tiempo y finalmente, un plan de Gestión del Cambio.

7.1 Contexto de la Organización

El Hospital Clínico de la Universidad de Chile tiene un presente económico y de gestión complejo, como se ha descrito en capítulos anteriores, lo cual se ve reflejado en aquellas unidades preocupadas de entregar su Servicio a los pacientes, entre las que se encuentra el Servicio de Farmacia. La mayor parte de los esfuerzos de gestión en el Servicio de Farmacia están orientados a satisfacer la operación diaria más que en el desarrollo de proyectos a mediano y largo plazo.

En los últimos 4 años no se ha visto mayores cambios en la operación diaria del Servicio de Farmacia ni en los Servicios de Hospitalización, salvo algunos cambios protocolares que el HCUCH ha tenido que aplicar debido a la Pandemia de COVID-19 que en estos momentos aqueja a la mayor parte del mundo. Esta situación ha sido corroborada por observación propia y por distintas conversaciones con los agentes involucrados en la gestión y la operación del Servicio de Farmacia. Los Sistemas Informáticos y la infraestructura que los sustenta tampoco han contado con actualizaciones mayores, ya que las prioridades del HCUCH son otras.

Por lo tanto, es evidente que en la actualidad, los cambios no son una prioridad para el HCUCH. Sin embargo, se espera que este apartado permita establecer las condiciones que necesitará la organización para poder abordar un proyecto de esta especie.

7.2 Observación de la Implementación a Realizar

La implementación necesaria para que este proyecto se lleve a cabo, tiene como pilar principal el *apoyo tecnológico* propuesto, ya que en este apoyo tecnológico se incluye una cantidad importante de funcionalidades que habilitan el *Rediseño* de los procesos involucrados. El uso de este apoyo tecnológico requerirá la asistencia de un experto que se preocupe de la *capacitación* necesaria para que la utilización sea correcta.

Sin embargo, también se requiere la definición de *prácticas* para que el rediseño de actividades manuales pueda desarrollarse correctamente.

No se espera que esta implementación requiera nuevos cargos o personal distinto. Actualmente, el HCUCH tiene Recursos Humanos limitados y estos son críticos para una organización de servicios de salud. Considerando la situación actual del HCUCH, el Rediseño se construye pensando en los Recursos Humanos y roles actuales, existentes tanto en el Servicio de Farmacia como en los Servicios de Hospitalización.

7.3 Análisis de los Principios de Diseño

Para diseñar el *proceso de cambio* por el que debe pasar la organización HCUCH, para lograr la implementación involucrada en este proceso, a continuación se realiza una caracterización de los *dominios* del *Modelo Integral de Liderazgo y Gestión de Cambio* descrito en (Macaya et al., 2016). Los autores recalcan que estos dominios no son etapas separadas sino que representan *espacios de observación, percepción, preocupación, diseño y acción*. Lo fundamental es que estos dominios sean considerados de forma coherente y en sintonía, y no en orden o por separado.

7.3.1 Liderazgo y Gestión del proyecto de cambio

Establecer un equipo de liderazgo para este proyecto, es muy relevante, ya que éste se debe encargar de generar las condiciones necesarias para que el proyecto cumpla sus objetivos y declaren el espacio de aquello que es posible dentro del contexto del proyecto y lo que no. Los líderes son los que le dan nombre al proyecto, le aplican cambios de ser necesario y declaran las *ideas fuerza* que le dan orientación.

Este proyecto tiene una naturaleza interdisciplinaria, en la que es importante que los Servicios de Hospitalización, Servicio de Farmacia, área de Tecnologías y área de Operaciones del HCUCH formen parte de este liderazgo. Para esto, se propone que el equipo esté formado en primera instancia por:

- Jefe(a) de Servicio de Farmacia
- Q.F. Coordinador(a) de Farmacia Hospitalizados
- Jefe(a) de Depto. de Atención Hospitalizados

- Jefe(a) de Depto. de Procesos y Gestión de la Información
- Jefe(a) de Depto. de Tecnologías de la Información

7.3.2 Estrategia y sentido del proceso de cambio

El sentido de este proceso de cambio se asocia a la necesidad actual de mejorar la interacción entre el Servicio de Farmacia y los Servicios de Hospitalización, lo cual tiene diversas consecuencias positivas para ambos servicios y para las posibilidades de monitoreo y mejora en el futuro. A continuación, se describen estas consecuencias para que sirvan como las premisas principales al momento de definir las narrativas necesarias para todos los actores involucrados tomen conciencia del valor que este proyecto le agrega a la organización

En primer lugar, se aspira a un proceso más transparente para todos los agentes involucrados, en el contexto de las solicitudes de insumos a Farmacia y su resolución correspondiente. La idea es que desde el apoyo tecnológico nuevo, los agentes puedan tener acceso a toda la información asociada a los procesos. Esta componente también se asocia a una comunicación más fluida entre los servicios.

Por otro lado, se espera que los recursos, tanto materiales como humanos, se aprovechen de mejor forma. El Rediseño de los procesos, así como el apoyo tecnológico, buscan que las solicitudes de insumos se ajusten a la disponibilidad real en Farmacia, para eliminar ambigüedades y errores en el proceso. También, las alertas ante solicitudes anormales o la re-asignación de insumos espera reducir las Devoluciones, de manera de que existan cada vez menos Medicamentos y Sueros sobrantes dando vueltas por los Servicios y que además, el personal tanto de los Servicios de Hospitalización como de Farmacia inviertan tiempo en la gestión de estas Devoluciones, lo cual puede ser demandante. Además, hay pasos innecesarios del proceso que ahora fueron descartados.

7.3.3 Cambio y conservación

Para un proceso de cambio, es muy relevante identificar aquellos elementos que efectivamente deben cambiar. Sin embargo, también es relevante tener claros aquellos elementos que se conservarán tal y como están.

En primer lugar, se conservan los distintos roles observados en los procesos de la Situación Actual: Personal Médico, Personal de Enfermería (incluye TENS y Enfermeras), QFs de gestión, Técnicos de Farmacia y Auxiliar de Farmacia. Cada rol conserva sus responsabilidades observadas en la Situación Actual. La infraestructura, los materiales como caseteras y medio de transporte también se conservan.

Luego, en los cambios se pueden observar en: el Sistema Informático de Farmacia, el cual debe cambiar por completo. El Sistema Informático de los Servicios de Hospitalización debe contar con algunas interfaces nuevas, que les permita observar la nueva información disponible para su toma de decisión, aunque sería recomendable renovar la Ficha Clínica Electrónica por completo en un futuro. Las actividades de todos los procesos fueron intervenidas de alguna

forma. En particular, las actividades del Auxiliar de Farmacia toman un rol protagónico en el proceso de re-asignación de insumos por lo que es importante que estos tengan una capacitación previa al participar de estas actividades.

7.3.4 Organización y Estructura del proyecto de cambio

Un proyecto de cambio debe establecer una organización y una estructura que permita que éste avance, definiendo los roles, atribuciones y responsabilidades que se tendrá dentro del desarrollo del proyecto. Considerando el equipo de liderazgo y los servicios involucrados, se propone la siguiente organización descrita en la Figura 7.1:

- En primer lugar, se dispone del equipo de liderazgo definido previamente. El equipo de liderazgo cuenta con las atribuciones y roles asociados a sus roles como líderes del proyecto, y son los encargados de liderar las *unidades por servicio* asociadas al proyecto de cambio. Estas unidades se describen a continuación.
- Cada *unidad por servicio* se compone de uno de los miembros del equipo de liderazgo correspondiente al servicio respectivo, más un *representante del rol* asociado al servicio involucrado en el proyecto. La responsabilidad de estas unidades es de llevar adelante el plan de gestión del cambio en sus unidades respectivas y ser el vínculo entre las necesidades de cada servicio y la unidad de desarrollo.
- Luego, se cuenta con la *unidad de desarrollo*, asociada al Depto. de Tecnologías de la Información, quienes estarán encargados del desarrollo del apoyo tecnológico.
- El encargado de coordinar el mundo del desarrollo y el mundo de las necesidades de cada servicio en el contexto del Rediseño, es el Jefe(a) del Depto. de Procesos y Gestión de la Información.

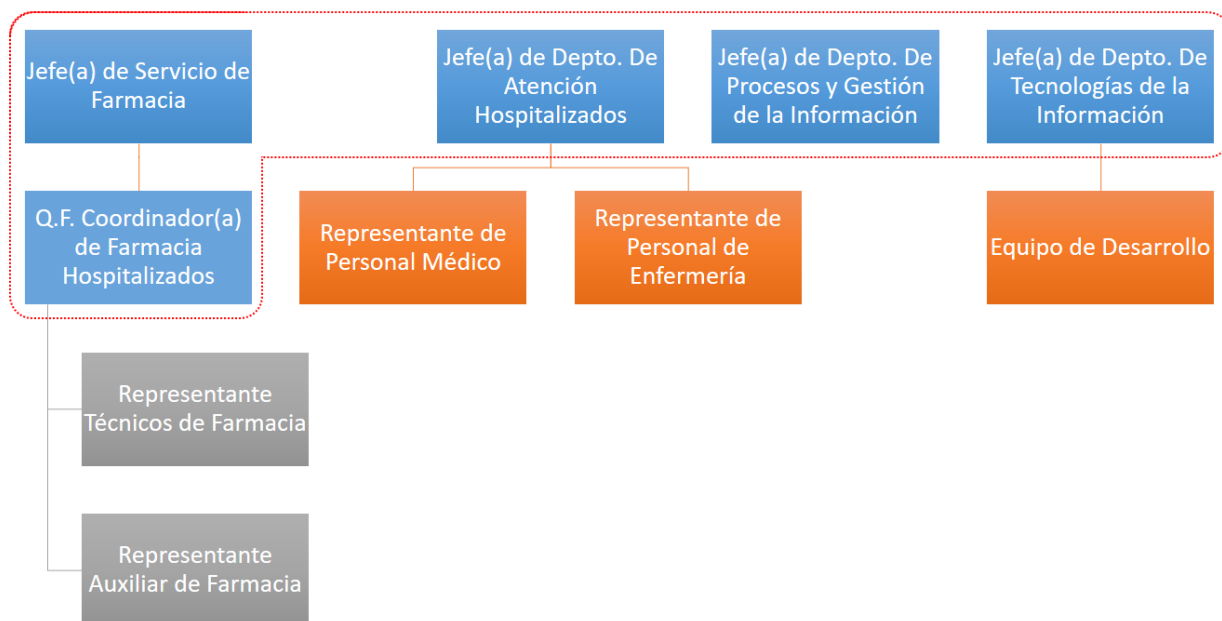


Figura 7.1: Organización para Proyecto de Cambio
Fuente: Elaboración propia

7.3.5 Gestión Emocional

Conservar estados de ánimo favorables para un proceso de cambio, es responsabilidad del equipo de liderazgo, a través de los representantes por cada servicio. Estas son relevantes para determinar los espacios de lo posible en el cambio, ya que estados de ánimo contrarios a esta idea, como la desconfianza, la inseguridad y el escepticismo podrían llevar el proyecto al fracaso, al no contar con la colaboración por parte de los Recursos Humanos involucrados y generar resistencia al cambio.

Entonces, se propone que los representantes por servicio mantengan espacios de conversación periódicos en los que se pueda transparentar las reacciones de la organización respecto del proyecto y en la que se pueda generar una sensación de avance respecto a este. Como en particular, este proyecto no involucra eliminar roles ni participantes en los procesos y además pretende que el trabajo sea más fácil y amigable, el transparentar esta situación representaría un buen punto de partida para comenzar a generar emociones contrarias a aquellas negativas mencionadas anteriormente.

7.3.6 Comunicaciones

Es fundamental establecer instancias de comunicación general, en las que todos los involucrados en el proyecto puedan mantenerse al tanto del estado del proyecto y todo lo asociado a éste. El equipo de liderazgo debe definir estas instancias en forma de presentaciones periódicas o alguna otra estrategia de comunicación general, para que toda la información asociada se transmita sólo a través de canales oficiales.

7.3.7 Desarrollo de las habilidades

Las habilidades que se requieren para que este proyecto tenga éxito, están directamente relacionadas con un uso adecuado del apoyo tecnológico que incluye el Rediseño propuesto, por lo que es muy importante que el equipo de desarrollo genere las instancias de capacitación adecuadas para los usuarios principales.

Sin embargo, existen otras habilidades que deben desarrollarse, que van de la mano con la capacidad de comunicarse entre los Servicios de Hospitalización y el Servicio de Farmacia de manera más fluida cuando sea necesario. Se espera que esta comunicación se vea habilitada por el apoyo tecnológico.

Por último, es importante que las actividades del Auxiliar de Farmacia se desarrollen pensando en participar de forma activa de la re-asignación de Medicamentos y Sueros. Se espera que el Auxiliar sea capaz de seguir las instrucciones entregadas por el apoyo tecnológico para re-asignar los medicamentos entre caseteras y que pueda apoyarse en el Personal de Enfermería cuando sea necesario.

7.3.8 Gestión del Poder

Los autores del modelo, definen el *poder* en este contexto como *la capacidad diferencial de generar acción efectiva*. En un proyecto de cambio, se aborda la gestión de poder desde 3 dimensiones: Acumular el poder necesario para que el proyecto ocurra, Analizar los cambios de poder que el proceso de cambio podría generar y Movilizar el poder para que el proyecto avance de forma adecuada.

En particular, la gestión de poder en este proyecto se acumula desde un principio al convocar en el equipo de liderazgo al conjunto de jefes asociados al los Departamentos involucrados de forma directa en los servicios a los que pertenecen los procesos rediseñados. Se espera que los cambios de poder no sean grandes, ya que los roles y sus límites se conservan, excepto en el caso de un Auxiliar de Farmacia. Este rol debe contar con el poder necesario para aplicar la re-asignación de medicamentos y sueros devueltos cuando corresponda. Por último, los responsables de movilizar el poder son el equipo de liderazgo, quienes cuentan con las atribuciones adecuadas para hacer uso de este poder cuando estimen conveniente.

7.3.9 Monitoreo y evaluación del proceso

Es importante tener un seguimiento del proyecto de cambio, en lo posible asociado a un observador tercero, no directamente involucrado con este. Se recomienda que este rol sea cubierto por cargos en una jerarquía superior a los que están actualmente considerados en el equipo de liderazgo, como el Área de Mejora Continua en Atención de Salud, Enfermera Jefe y la Gerencia de Operaciones.

Por otro lado, el equipo de liderazgo debe definir los parámetros de evaluación del proceso de cambio. Se propone utilizar como base las mejoras propuestas en esta tesis.

7.3.10 Inicio, hitos, ritos y cierre

Para mantener un orden general en el desarrollo del proyecto de cambio, es fundamental que el equipo de liderazgo defina los siguientes parámetros:

- El inicio y término del proyecto, junto con sus diversas etapas.
- Definir hitos relevantes durante su desarrollo (pruebas, despliegues, marcha blanca, etc.) y establecer los *ritos* que se llevarán a cabo en este periodo, tales como presentación de avances, capacitaciones, etc.
- Establecer el cierre del proyecto y su evaluación final.

7.4 Caracterización del Cambio

El cambio más importante que se llevará a cabo en este proyecto es la implementación y despliegue de un Sistema Informático renovado para las operaciones de Farmacia con los Servicios de Hospitalización a lo que le despacha Medicamentos y Sueros. Este cambio involucrará una mejora integral, a nivel de cómo fluyen estos insumos entre Farmacia y los Servicios, alterando las actividades de todos los roles participantes en el proceso. Estas mejoras traerán como beneficio una disminución en el tiempo invertido en devoluciones y una disminución en la ocurrencia de errores que interrumpen el proceso completo y entorpecen las operaciones diarias de estos servicios.

7.5 Factores Críticos de Éxito

Dentro de los factores críticos de éxito para este proyecto se encuentran los siguientes:

- Se debe contar con la aprobación por parte de la Dirección General, Dirección Médica y Dirección de Administración y Finanzas del HCUCH.
- El Depto. de Tecnologías de la Información debe estar habilitado para el desarrollo del proyecto. De lo contrario, tendrá que conformar un equipo apto para abordar el proyecto. En esta tesis, se establece como supuesto que el área está apta para ello.
- La infraestructura tecnológica existente debe ser capaz de soportar de forma robusta el nuevo apoyo tecnológico, para no comprometer su disponibilidad. Se requieren redes entre computadores y un Servidor central en el que se ejecute todo el sistema y que contenga la base de datos.
- El apoyo tecnológico resultante debe ser más intuitivo y usable que el sistema actual. Por esta razón, su desarrollo se debe hacer de forma muy cercana al equipo de representantes asociados a los usuarios finales.
- Se deben generar las instancias de capacitación necesarias para los usuarios finales se adapten correctamente al nuevo sistema informático.
- El rol de Auxiliar de Farmacia debe ser capacitado en la aplicación de re-asignaciones, ya que actualmente es una habilidad que podría estar apartada de sus conocimientos esperados.
- Para los casos en que se modifiquen actividades manuales, se deben establecer un manual de *prácticas* que detalle estas actividades, para que el personal asociado pueda adoptarlas en el tiempo.

7.6 Plan de Gestión del Cambio

Finalmente, se definen las distintas acciones que se deben seguir para que el proyecto de cambio se lleve a cabo de principio a fin:

1. Formalizar el equipo de liderazgo y generar el proyecto definitivo a partir de las propuestas que contiene esta tesis.
2. Formalizar la organización para el cambio, como se propone en este capítulo.
3. Establecer una Carta Gantt, definiendo un inicio, cierre e hitos.
4. Generar un plan de desarrollo. Se recomienda adoptar una metodología de *desarrollo ágil popli2011scrum*, ya que permite involucrar directamente a los representantes de los usuarios finales en el desarrollo.
5. Establecer ritos de presentación de avances, comunicación con personal y pruebas piloto, con el objetivo de que los usuarios finales puedan sentirse empoderados y así puedan colaborar con cambio que involucrará el apoyo tecnológico.
6. Definir las instancias de capacitación requeridas por todo el personal.

Capítulo 8

Evaluación del Proyecto

En este Capítulo, se presenta la evaluación económica del proyecto asociado a esta tesis. Primero, se realiza un análisis retrospectivo para tomar conciencia del impacto que generará la aplicación de este proyecto en un contexto real. Con esa base, se está en condiciones de realizar el análisis económico que cuenta con dos aristas: una *situación actual optimizada* y una *situación con proyecto*, las cuales son comparadas para observar los resultados de esta evaluación. Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad a partir de las métricas de impacto, para observar cómo se comporta esta evaluación ante una variación en un caso pesimista, probable y optimista.

8.1 Análisis Retrospectivo

Para llevar a cabo la Evaluación de Proyecto, se opta por realizar un *Análisis Retrospectivo* a partir de la muestra de datos descrita en el Capítulo 6. La idea es obtener algunos resultados que permitan determinar cuál será el impacto de la aplicación de este rediseño y sus lógicas de negocio sobre datos característicos de los procesos objetos de estudio.

8.1.1 Presentación de datos

Los datos utilizados son los mismos que aquellos que se utilizaron en el *prototipo* descrito en el Capítulo 6, el que compone recetas y su respectivo detalle para los años 2018 y 2019. Sin embargo, en la Tabla 8.1 se presentan algunos datos útiles que anteriormente no se habían descrito.

8.1.2 Resultados

En la descripción del prototipo se aplican las distintas lógicas de negocios para obtener un resultado representativo de contar con esta solución implementada en un entorno real. Sin embargo, no todas las lógicas de negocios entregan resultados a los cuales se les puede medir su impacto. En particular, la detección de outliers no resulta sencilla de medir, al no contar con datos previamente etiquetados.

Ante esta situación, se plantea un supuesto sobre los resultados. El foco de estos será dos ocurrencias mediante las cuales se puede medir el impacto de la solución: Las *recetas erróneas* y las *devoluciones*. Las recetas erróneas corresponden al caso en que una receta no pueda ser resuelta en Farmacia, debido a que alguno de sus insumos no esté disponible. En primera instancia, no se tiene información respecto a esta ocurrencia ya que actualmente en el HCUCH no es un caso consignado ni existe una forma sencilla de identificar estos casos en los datos transaccionales disponibles. De todas maneras, a partir del conocimiento experto de los agentes involucrados manifestado mediante su testimonio, es evidente que son casos existentes. Ahora, dadas las características de la solución propuesta, estos casos se eliminan por completo, por lo que su impacto es total. Esto se debe a que el Apoyo Tecnológico propuesto evita en su totalidad la existencia de estos casos, al realizar una validación por stock de las recetas generadas en cada Servicio.

Servicio	Dev. 2018	Dev. 2019	Rec. 2018	Rec. 2019
Cardiología	15.170	6.944	15.663	8.123
Cirugía 1	12.610	10.108	31.621	27.054
Cirugía 2	13.594	9.722	32.220	26.197
Cirugía 3	12.424	9.580	32.577	26.416
Gastro.	16.727	15.873	18.586	17.320
Med. Física	9.810	6.923	15.982	11.041
Med. Interna	25.952	18.118	46.139	31.813
Nefrología	14.906	13.335	23.232	19.377
Neonatología	1.111	259	1.798	914
Neurocirugía	8.804	4.217	10.102	7.063
Otorrino.	2.753	1.262	6.422	3.664
Pen. Urología	10.621	8.065	15.192	10.474
Puerperio	198	466	1.202	1.530
Quirúrgica 2	7.258	5.560	13.219	10.894
Quirúrgica 3	6.747	5.432	12.762	10.923
Traumatología	12.200	5.998	24.794	11.244
Unidad Nefro. Int.	9.423	12.421	13.725	18.826
TOTAL	180.308	134.283	315.236	242.873

Tabla 8.1: Devoluciones y Recetas por Servicio y por Año
Fuente: Elaboración propia

Luego, vienen las devoluciones. En el Capítulo 6 se explica en detalle el impacto de la lógica de negocios de *re-asignación de insumos*, la que impacta en una notable disminución en la cantidad de devoluciones, equivalente a un 34,07%. Este valor es un promedio de la disminución entre ambos años, por lo que uno podría asumir que este efecto podría mantenerse constante en el tiempo. Sin embargo, también existe el impacto no medible de la lógica de negocios de detección de anomalías.

Esta lógica de negocios da aviso a los usuarios del Servicio (Médico y Personal de Enfermería) cuando solicitan cantidades anómalas de algún insumo. Entonces, se podría intuir que una vez implementado, esta lógica de negocios contribuya a generar *buenas prácticas* al

momento de solicitar algún insumo, evitando que los usuarios soliciten cantidades tan altas, contribuyendo gradualmente a una disminución aún mayor de las devoluciones. Por lo tanto, se propone como supuesto que esta lógica de negocios hace que ese 34,07% aumente en el tiempo. Con estos resultados como base, a continuación se realiza la evaluación del proyecto.

8.2 Definición de Beneficios y Costos

8.2.1 Beneficios y Costos

Los beneficios del proyecto tienen su origen en la reducción de recursos mal utilizados que implicará su aplicación. Esto incluye, la reducción de *horas-hombre* (HH) invertidas en el Personal de Farmacia para la gestión de devoluciones (Técnicos de Farmacia y Químico-Farmacéuticos), reducción de HH invertidas en el Personal de Enfermería para la gestión de devoluciones y por último la reducción de HH de Personal de Enfermería incurridos por eventos de recetas no procesadas debido a un insumo no disponible. Esto último lo llamaremos, ocurrencias de *recetas erróneas*, los cuales son los casos que podrían darse cuando dada la situación actual, desde algún servicio se envía una Receta que incluye algún insumo no disponible.

Por otro lado, los costos asociados al proyecto son aquellos en los que se debería incurrir para su desarrollo e implementación: Inversión en Investigación, Desarrollo e Implementación, Capacitación y Gestión del Cambio y una mantención periódica. Se asume que los costos de Investigación y Desarrollo/Implementación corresponden en su conjunto al total de un proyecto de desarrollo para llevar el apoyo tecnológico propuesto por esta tesis a producción.

Beneficios	Costos
Reducción de HH invertidas QF Devoluciones	Investigación
Reducción de HH invertidas Téc. Farmacia Devoluciones	Desarrollo e Implementación
Reducción de HH invertidas Enfermería Devoluciones	Capacitación y Gestión del Cambio
Reducción de HH invertidas en Recetas erróneas	Mantención periódica

Tabla 8.2: Tabla de Beneficios y Costos.

Fuente: Elaboración propia

8.2.2 Datos y cuantificación

Para representar estos beneficios y costos con un valor monetario, se utilizan una serie de datos y algunas estimaciones.

Primero, para calcular el valor de la HH del Personal de Farmacia y Enfermería, se recolectan datos desde la *Unidad de Transparencia de la Universidad de Chile* asociados al Personal a Contrata para Abril de 2021 (como se mencionó en la *Cuantificación del Problema* en el Capítulo 4). Se utilizan 26 sueldos diferentes de Técnicos de Farmacia (máximo número encontrado en la fuente, asociados al HCUCH), 17 sueldos diferentes de Químico-Farmacéuticos (también el número máximo de QFs encontrados) y 17 sueldos diferentes de Enfermería (obtenidos al azar dentro de los disponibles asociados al HCUCH) y se obtiene

un promedio, el que se define como un sueldo promedio mensual. Para obtener el valor de la HH, se asume 180 horas de trabajo mensual.

Luego, para obtener los costos de I+D, Capacitación y Mantenimiento, se utilizan valores de remuneración del benchmark *CETIUC 2020*¹ para el rubro *otros*. Primero, se considera un proyecto de Investigación y Desarrollo a 6 meses, considerando un *Analista de Procesos* (3 meses de trabajo efectivo), un *Analista BI* (3 meses de trabajo efectivo), un *Arquitecto TI* (6 meses de trabajo efectivo), un *Programador senior* (6 meses de trabajo efectivo) y un *Administrador de Base de datos* (2 meses de trabajo efectivo). El proyecto tiene un costo total de \$ 46.664.167. Por otro lado, para determinar los costos de Capacitación y Gestión del Cambio, se consideran 180 horas de trabajo efectivo para cada ítem, ejecutados por el Analista de procesos y un *Administrador de Aplicaciones*, resultando en un costo total de \$ 7.290.476. Finalmente, para obtener los gastos de Mantenimiento anual, se considera la participación del Administrador de Aplicaciones y un *Administrador de Infraestructura y Redes*, resultando en un costo anual de \$ 15.277.920.

Los sueldos utilizados para realizar todos estos cálculos y los valores contenidos en la Tabla 8.3 se incluyen en Anexos.

Sueldo mensual promedio Técnico de Farmacia	\$ 977.185
Sueldo mensual promedio Químico-farmacéutico	\$ 2.572.749
Sueldo mensual promedio Enfermería	\$ 3.268.238
Valor HH Técnico de Farmacia	\$ 5.429
Valor HH Químico-farmacéutico	\$ 14.293
Valor HH Enfermería	\$ 18.157
Inversión Investigación	\$ 23.332.084
Inversión Desarrollo e Implementación	\$ 23.332.084
Inversión Capacitación	\$ 7.290.476
Mantenimiento anual	\$ 15.277.920

Tabla 8.3: Datos utilizados en la evaluación.

Fuente: Elaboración propia

Por último, considerando los valores de devoluciones aportados por la Tabla 8.1, se establece una cantidad de devoluciones anual para el año cero. Esto corresponde a las devoluciones del 2018, equivalente a 180.308. Se optó por utilizar solo el año 2018 para este cálculo, debido a que existen diferencias importantes respecto al año 2019, las cuales pueden justificarse debido a los eventos político-sociales ocurridos en Chile a partir de mediados de octubre 2019², los que pudieron impactar de forma negativa la cantidad de pacientes ingresados al HCUCH y por ende, ver disminuida la cantidad de recetas y devoluciones. Entonces, se optó por el 2018 ya que representa mejor un año en condiciones normales de actividad. Así mismo, se asume un factor de crecimiento en la actividad de los años subsiguientes en un 5% anual para las devoluciones (junto con la actividad operacional del HCUCH).

¹<https://www.cetiuc.com/>

²https://en.wikipedia.org/wiki/2019%E2%80%932021_Chilean_protests

8.3 Flujo de Caja

Para construir el Flujo de Caja del proyecto, se realiza una serie de supuestos y pasos previos, los cuales son descritos a continuación:

8.3.1 Situación Actual Optimizada

La situación actual optimizada con la que se comparará la situación con proyecto, corresponde simplemente a pagar por todas las HH que requieren las devoluciones anuales. Es decir, se contará con el personal necesario para gestionar todas estas devoluciones. Esto generará eficiencias sólo desde un punto de vista de manejo de devoluciones tal y como está ahora, pero no logrará mejoras significativas. Además, no hay una mejora en las ocurrencias de recetas erróneas. Considerando un total de recetas para el año cero equivalente al total de recetas del año 2018 (315.236), se estima que un 1% de esas Recetas podrían sufrir errores, lo que representará tiempo invertido extra. Este tiempo invertido afecta sólo a Enfermeras, quienes deben gestionar principalmente estos casos. Se asume que por cada receta errónea, se invierten 15 minutos. Además, se considera que las eficiencias que se logrará simplemente pagando por las HH requeridas, serán muy bajas en comparación a la situación con proyecto. En este caso en particular, se asume que las eficiencias generadas serán de una disminución en el tiempo invertido en devoluciones de un 10%.

8.3.2 Situación con Proyecto

La situación con proyecto considera las eficiencias discutidas previamente en los resultados del Análisis Retrospectivo, junto con algunos supuestos iniciales que se discuten a continuación.

Supuestos iniciales

- 1.- El primer supuesto se asocia a la forma en que el proyecto genera *ingresos*. En primer lugar, el proyecto no modificará los ingresos por venta del HCUCH. Es decir, se asume que este proyecto no tiene un impacto directo en la capacidad del HCUCH para capturar nuevos clientes. Sin embargo, se considera que su implementación genera un *ahorro significativo* respecto a los costos variables utilizados en las HH requeridas para la gestión de las devoluciones. Es decir, como el proyecto hace que la organización utilice de mejor forma sus HH disponibles, ésta podrá prescindir de estas HH y estas representarán los beneficios del proyecto.
- 2.- Se asume que el proyecto se financia con capital propio. Es decir, no existe endeudamiento.
- 3.- El horizonte de evaluación considerado corresponde a 3 años.
- 4.- Las eficiencias para la situación con proyecto son (en base a los resultados discutidos previamente en el Análisis Retrospectivo):

- Reducción gradual de las devoluciones. Inicialmente, se espera una reducción del 34,07% del tiempo invertido en gestión de devoluciones. Se espera que este porcentaje aumente un 1% cada año, de la mano de la generación de buenas prácticas.
- Reducción total de ocurrencias de recetas erróneas. Como se comentó previamente, el apoyo tecnológico del proyecto, contribuye a eliminar estos casos en su totalidad.

5.- Para establecer los costos a lo largo de los 3 años de evaluación, se considera lo siguiente:

- El costo principal del proyecto corresponde a las HH invertidas en gestión de devoluciones. Las HH invertidas provienen desde Técnicos de Farmacia, Químico-Farmacéuticos y Enfermeras. Por una medición empírica realizada en terreno, se sabe que la gestión de devoluciones suele tomar en promedio 2 minutos por unidad. Considerando ese tiempo como base, se establece que por unidad, un Químico-Farmacéutico invierte un 40% de ese tiempo y una Enfermera invierte un 30% de ese tiempo (mismos supuestos utilizados en la Cuantificación del Problema en el Capítulo 4. Este costo es variable, ya que las devoluciones varían en el tiempo.
- Existen los costos propios del desarrollo e implementación del proyecto, los cuales representan una inversión inicial. Sin embargo, existirá un costo fijo asociado a la mantención.

8.3.3 CAPM

Para obtener una tasa de descuento apropiada para el proyecto, se utiliza la metodología CAPM:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i * (E(R_m) - R_f) + BPB$$

Para obtener $E(R_i)$ se utilizan los parámetros de E.E.U.U.:

- Tasa libre de riesgo R_f : 2.5% anual
- $R_m - R_f$: 5.62% anual

Y se incluye el valor de β calculado por Aswath Damodaran³ para el sector de *Hospitals/Healthcare Facilities*. Por último, se incluye una Prima por riesgo país, correspondiente al 1.22% anual.

Esto resulta en $E(R_i)$ igual a 6,53%, que será la tasa de descuento que se utilizará para analizar los Flujos de Caja.

³http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

8.3.4 Flujo de Caja

Como primer alcance, se debe señalar que a pesar de no formar parte de la red de salud pública, el Hospital Clínico de la Universidad de Chile no paga impuestos al pertenecer a una entidad pública. Por lo tanto, el flujo de caja se simplifica.

Los costos variables, como se mencionó previamente, se componen de las HH pagadas a Técnicos de Farmacia, Químico-Farmacéuticos y Enfermeras para las gestiones correspondientes. La situación actual optimizada no tiene costos fijos. En las Figuras 8.1 y 8.2 se presentan los Flujos de Caja para Situación Actual Optimizada, Situación con Proyecto y respectivamente.

Situación Actual Optimizada	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos por Venta	\$ -	\$ 9.972.887	\$ 10.471.532	\$ 10.995.108
Costos Fijos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Variables	\$ -	\$ -104.065.240	\$ -110.699.427	\$ -117.879.963
Flujo de Caja Operacional	\$ -	\$ -94.092.352	\$ -100.227.895	\$ -106.884.854
Inversión Fija	\$ -			
Flujo de Capitales	\$ -	\$ -94.092.352	\$ -100.227.895	\$ -106.884.854

Figura 8.1: Flujo de Caja para Situación Actual Optimizada
Fuente: Elaboración propia

Situación con Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos por Venta	\$ -	\$ 33.977.627	\$ 36.723.662	\$ 39.659.356
Costos Fijos	\$ -	\$ -15.277.920	\$ -15.277.920	\$ -15.277.920
Costos Variables	\$ -	\$ -65.751.246	\$ -67.991.655	\$ -70.291.727
Flujo de Caja Operacional	\$ -	\$ -47.051.539	\$ -46.545.914	\$ -45.910.292
Inversión Fija	\$ -53.954.643			
Investigación	\$ -23.332.084			
Desarrollo e Implementación	\$ -23.332.084			
Capacitación	\$ -7.290.476			
Flujo de Capitales	\$ -53.954.643	\$ -47.051.539	\$ -46.545.914	\$ -45.910.292

Figura 8.2: Flujo de Caja para Situación con Proyecto
Fuente: Elaboración propia

Nótese que estos flujos de caja omiten elementos como los ingresos por venta de las operaciones del hospital. Como no se aprecia con claridad el beneficio observando cada uno por separado, un buen camino es representar el flujo de caja como la diferencia entre ambas situaciones. En la Figura 8.3 se puede apreciar esta diferencia.

Delta	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos por Venta	\$ -	\$ 24.004.740	\$ 26.252.130	\$ 28.664.247
Costos Fijos	\$ -	\$ -15.277.920	\$ -15.277.920	\$ -15.277.920
Costos Variables	\$ -	\$ 38.313.993	\$ 42.707.772	\$ 47.588.235
Flujo de Caja Operacional	\$ -	\$ 47.040.813	\$ 53.681.982	\$ 60.974.563
Inversión Fija	\$ -53.954.643			
Investigación	\$ -23.332.084			
Desarrollo e Implementación	\$ -23.332.084			
Capacitación	\$ -7.290.476			
Flujo de Capitales	\$ -53.954.643	\$ 47.040.813	\$ 53.681.982	\$ 60.974.563

Figura 8.3: Diferencia entre ambos Flujo de Caja
Fuente: Elaboración propia

Considerando la diferencia entre los Flujos de Caja de Situación Actual Optimizada y Situación con Proyecto, se calcula un VAN de \$ 87.970.363 considerando la tasa de 6,53% anual, obtenida a través de CAPM. Estos resultados indican que el proyecto es conveniente desde un punto de vista económico.

8.4 Análisis de Sensibilidad

Finalmente, vamos a observar el comportamiento de esta evaluación económica en función de los resultados obtenidos, en 3 escenarios distintos. Un escenario *pesimista*, donde los resultados esperados serán muy bajos respecto a lo esperado. Un escenario *probable* donde los resultados corresponden a los resultados obtenidos mediante el análisis retrospectivo. Y por último, un escenario *optimista*, donde los resultados son aún mejores que el caso probable. Entonces, se observará la variación del VAN obtenido previamente ante cambios en estos resultados. Las variaciones probadas junto al VAN obtenido en cada escenario se incluyen en la Tabla 8.4.

Servicio	Reducción de Devoluciones	VAN
Escenario pesimista	10%	\$ -45.327.058
Escenario probable	34,07%	\$ 87.970.363
Escenario optimista	50%	\$ 176.139.367

Tabla 8.4: Escenarios para Análisis de Sensibilidad
Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el VAN obtenido es muy sensible al porcentaje de reducción de Devoluciones. Considerando todos los factores de la evaluación económica, la mínima reducción de devoluciones que debe producir este proyecto para que sea viable económicamente es un 18,1867142%.

Capítulo 9

Conclusiones

Finalmente, en este capítulo se presentan las conclusiones de este trabajo. Se realiza una discusión general de la importancia de la problemática abordada, conclusiones sobre el trabajo realizado y los resultados obtenidos, destacando sus hallazgos y se indica aquellos elementos que quedaron fuera por alcances y se destacan algunos que podrían representar un trabajo futuro.

9.1 Importancia de la problemática

LA problemática abordada en este trabajo se considera importante desde un punto de vista práctico y académico. En primer lugar, su importancia práctica radica en la realidad del Hospital Clínico de la Universidad de Chile. Actualmente, éste sigue en una situación económica crítica¹, la cual se ha visto exacerbada a raíz de la pandemia mundial de COVID-19 que nos afecta a todos en estos momentos.

Por otro lado, las cosas internamente en el HCUCH no han cambiado nada desde el año 2017, a partir de las observaciones del autor de este trabajo y del testimonio del personal de Farmacia en diciembre del 2020. Las preocupaciones del HCUCH están lejos de atender problemáticas asociadas al uso eficiente de sus recursos humanos disponibles. Por lo tanto, este tipo de iniciativas contribuye a generar la evidencia necesaria para que sus autoridades y directivos tomen conciencia sobre los orígenes de fondo de sus problemas.

Ahora, este trabajo también resulta relevante desde un punto de vista académico, al realizar aplicaciones de Data Mining y modelos de optimización en experiencias novedosas. No se encontró en la literatura un análisis exactamente igual al realizado en este trabajo, aunque esto también se atribuye a la naturaleza particular del HCUCH, que lamentablemente en cuanto a tecnología e infraestructura, se va quedando atrás respecto a los estándares de un país desarrollado.

¹<https://www.uta.cl/index.php/2021/03/30/hospital-de-la-universidad-de-chile-se-encuentra-en-situacion-financiera-insostenible/>

Lamentablemente, dadas las prioridades actuales del HCUCH, se percibe como muy poco probable que en el corto plazo este trabajo tenga un uso práctico, debido a la complejidad de aplicar cambios en un servicio tan demandado como es Farmacia, por la falta de personal disponible para implementar cambios de esta envergadura y por la pandemia aún latente en el país. De todas maneras, el autor espera que este trabajo se perciba a modo de *planos* o *blueprints*, para que en el momento futuro en que algún área operativa del HCUCH se sienta a analizar esta problemática, tengan un buen punto de partida.

9.2 Conclusiones sobre el trabajo realizado

El trabajo realizado realiza un detallado levantamiento del proceso actual existente entre el Servicio de Farmacia y los Servicios de Hospitalización, abordando cada detalle relevante en aquellos Servicios a los que se les despacha insumos y considerando a todos los agentes relevantes que participan del proceso.

Se propone un rediseño que busca eliminar algunos *retrabajos*, pasos propensos a errores de forma innecesaria y actividades manuales que perfectamente podrían hacerse de forma automática. Además, este rediseño se apoya en la confección de una serie de lógicas de negocio que apoyan las tomas de decisiones y acciones automáticas involucradas.

En particular, se considera que es un rediseño de procesos ambicioso al depender fuertemente de las re-asignaciones. Sin embargo, si se evalúa su factibilidad apoyado de la evidencia aportada en los beneficios que esto tendría, probablemente el *trade-off* involucrado sería positivo.

Finalmente, resultados mostrados por el prototipo de las lógicas de negocio muestran que la implementación de estas podrían llegar a ser un éxito. Cada lógica de negocios es factible de implementar y muestran sus respectivos beneficios. La detección de anomalías utilizando Machine Learning es completamente posible dadas las características de los datos disponibles y sus resultados son interpretables desde el conocimiento experto del negocio, los que podrían traducirse en reglas de negocio, permitiendo que forme parte de un sistema informático complejo. La re-asignación de insumos demostró ser efectiva, al mostrar una reducción promedio de más del 30% de las devoluciones y finalmente, gracias al algoritmo de re-asignaciones y al problema de programación lineal utilizado, la obtención de una ruta de despacho es factible de implementar, con un tiempo de procesamiento casi instantáneo. Bajo los supuestos asociados al costo que representa la existencia de errores en el proceso y de devoluciones de insumos, una reducción de más de un 30% en las devoluciones representa un gran impacto positivo sobre la organización.

9.3 Trabajo futuro

Existen diversas aristas que fueron dejadas fuera que podrían considerarse como trabajo futuro. A continuación, se mencionan algunas de estas:

- Por simplicidad, no se consideraron restricciones sobre los insumos que eventualmente podrían no ser re-asignados dadas sus características. En un contexto de producción, estas excepciones deberían ser consideradas.
- El algoritmo de re-asignación de insumos quizás podría ser reemplazado por un problema de programación lineal que busque una *re-asignación óptima*. Debería explorarse esta alternativa en un futuro.
- Los algoritmos de Machine Learning utilizados para la detección de outliers no son los únicos en existencia. Es más, detectar outliers con técnicas de Machine Learning no es el único camino posible. Se podría explorar otras alternativas.
- Por simplicidad, en este trabajo no se hizo una mayor profundización en las distintas dinámicas de cada uno de los 17 Servicios de Hospitalización asociados al proceso de despacho. Quizás si se hace un trabajo aún más exhaustivo al respecto, podrían encontrar antecedentes interesantes sobre el proceso.
- Por último, debe explorarse las alternativas de integración del apoyo tecnológico propuesto con la Ficha Clínica Electrónica disponible en la organización u otras disponibles.

Bibliografía

- Augusto, V. and Xie, X. (2009). Redesigning pharmacy delivery processes of a health care complex. *Health care management science*, 12(2):166–178.
- Bansal, K., Vadhavkar, S., and Gupta, A. (1998). Neural networks based data mining applications for medical inventory problems. *International Journal of Agile Manufacturing*, 1(2):187–200.
- Barros, O. (2000). *Rediseño de Procesos de Negocios mediante el uso de patrones: mejores prácticas de gestión para aumentar la competitividad*. Dolmen Ediciones.
- Barros, O. (2009). *Ingeniería de Negocios - Diseño integrado de negocios, procesos y aplicaciones TI*. Departamento de Ingeniería Industrial, FCFM U. de Chile.
- Barros, O. (2013). *Business Engineering and Service Design with Applications for Health Care Institutions*. Business Expert Press.
- Berienstain, P. I. C. (2016). Mejora del proceso de gestión de camas del hospital clínico de la universidad de chile.
- Beso, A., Franklin, B. D., and Barber, N. (2005). The frequency and potential causes of dispensing errors in a hospital pharmacy. *Pharmacy World and Science*, 27(3):182–190.
- Bozarth, C. C. and Handfield, R. B. (2016). *Introduction to operations and supply chain management Fourth Edition*. Pearson Prentice Hall.
- Bramer, M. (2016). *Principles of data mining Third Edition*. Springer.
- Britannica, T. E. o. E. (2021). Np-complete problem.
- Castro, C., Pereira, T., Sá, J., and Santos, G. (2020). Logistics reorganization and management of the ambulatory pharmacy of a local health unit in portugal. *Evaluation and program planning*, 80:101801.
- Chevallier, A. (2016). *Strategic thinking in complex problem solving*. Oxford University Press.
- Davenport, T. H., Short, J. E., et al. (1990). The new industrial engineering: information technology and business process redesign.
- Dean, B., van Ackere, A., Gallivan, S., and Barber, N. (1999). When should pharmacists visit their wards? an application of simulation to planning hospital pharmacy services. *Health Care Management Science*, 2(1):35–42.

- Durairaj, M. and Ranjani, V. (2013). Data mining applications in healthcare sector: a study. *International journal of scientific & technology research*, 2(10):29–35.
- Han, J., Kamber, M., and Pei, J. (2012). Data mining: Concepts and techniques - third edition. *The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems*.
- Hoffman, K. L., Padberg, M., Rinaldi, G., et al. (2013). Traveling salesman problem. *Encyclopedia of operations research and management science*, 1:1573–1578.
- Islam, M. S., Hasan, M. M., Wang, X., Germack, H. D., et al. (2018). A systematic review on healthcare analytics: Application and theoretical perspective of data mining. In *Healthcare*, volume 6, page 54. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Jacobs, F. R., Chase, R. B., and Lummus, R. R. (2018). *Operations and supply chain management Fifteenth Edition*. McGraw-Hill/Irwin New York, NY.
- Knudsen, P., Herborg, H., Mortensen, A., Knudsen, M., and Hellebek, A. (2007). Preventing medication errors in community pharmacy: root-cause analysis of transcription errors. *BMJ Quality & Safety*, 16(4):285–290.
- Koh, H. C., Tan, G., et al. (2011). Data mining applications in healthcare. *Journal of healthcare information management*, 19(2):65.
- Lapierre, S. D. and Ruiz, A. B. (2007). Scheduling logistic activities to improve hospital supply systems. *Computers & Operations Research*, 34(3):624–641.
- Li, J.-s., Yu, H.-y., and Zhang, X.-g. (2011). Data mining in hospital information system. In *New Fundamental Technologies in Data Mining*. InTech.
- Macaya, E. O., Crawford, B., and Soto, R. (2016). Gestión del cambio para proyectos tecnológicos: Usando un modelo integral de gestión del cambio. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 3(2):9–17.
- Michelon, P., Cruz, M. D., and Gascon, V. (1994). Using the tabu search method for the distribution of supplies in a hospital. *Annals of Operations Research*, 50(1):427–435.
- Molina, S. M. C. (2016). Rediseño del proceso de compras del hospital clínico de la universidad de chile.
- Montenegro, N. A. G. (2015). Mejora en los procesos de planificación, control y monitoreo del servicio de urgencia del hospital clínico de la universidad de chile.
- Moons, K., Waeyenbergh, G., and Pintelon, L. (2019). Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains—a literature study. *Omega*, 82:205–217.
- Nisbet, R., Elder, J., and Miner, G. (2018). *Handbook of statistical analysis and data mining applications Second Edition*. Academic Press.
- O’Neil, R. J. and Hoffman, K. (2018). Exact methods for solving traveling salesman problems with pickup and delivery in real time. *Optimization-Online*. org: http://www.optimization-online.org/DB_HTML/2017/12/6370.html. Accessed, 9.

- Poulin, E. (2003). Benchmarking the hospital logistics process a potential cure for the ailing health care sector. *CMA MANAGEMENT*, 77(1):20–23.
- Rais, A., Alvelos, F., Figueiredo, J., and Nobre, A. (2018). Optimization of logistics services in hospitals. *International Transactions in Operational Research*, 25(1):111–132.
- Ranjan, J. (2009). Data mining in pharma sector: benefits. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 22(1):82–92.
- Sarin, S. C., Sherali, H. D., and Bhootra, A. (2005). New tighter polynomial length formulations for the asymmetric traveling salesman problem with and without precedence constraints. *Operations research letters*, 33(1):62–70.
- Schölkopf, B., Platt, J. C., Shawe-Taylor, J., Smola, A. J., and Williamson, R. C. (2001). Estimating the support of a high-dimensional distribution. *Neural computation*, 13(7):1443–1471.
- scikit-learn Project (2021). Novelty and outlier detection.
- Singh, K. and Upadhyaya, S. (2012). Outlier detection: applications and techniques. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 9(1):307.
- Spyropoulos, C. D. (2000). Ai planning and scheduling in the medical hospital environment.
- Teinilä, T., Grönroos, V., and Airaksinen, M. (2008). A system approach to dispensing errors: a national study on perceptions of the finnish community pharmacists. *Pharmacy world & science*, 30(6):823–833.
- Tsumoto, S., Hirano, S., and Tsumoto, Y. (2010). Towards data-oriented hospital services: Data mining-based hospital management. In *Data Mining Workshops (ICDMW), 2010 IEEE International Conference on*, pages 1076–1083. IEEE.
- Volland, J., Fügener, A., Schoenfelder, J., and Brunner, J. O. (2017). Material logistics in hospitals: a literature review. *Omega*, 69:82–101.
- Ware, V. and Bharathi, H. (2014). Decision support system for inventory management using data mining techniques. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 3(6).
- WI, H., Eibe, F., and MINING, D. (2017). Practical machine learning tools and techniques fourth edition. *United States: Morgan Kauffman*.

Anexos

A Anexos Prototipo Tecnológico

A .1 Datos

Lista de Insumos únicos encontrados en las Recetas de Cirugía entre 2018 y 2020

Insumo
ALCOHOL GEL 1000 ML
ALCOHOL ISOPROPILICO SACHET
CLORHEXIDINA 2% 1000 ML
ETOMIDATO 20 MG 10 ML
NITROGLICERINA 50 MG EN GLUCOSA 5% 250 ML
INSULINA NPH 100 UI/ML 10 ML
RINGER LACTATO 500 ML
SOLUCION GLUCOSADA 10% 1000 CC
SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 1000 CC
INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 ML
SODIO CLORURO 0.9% 20 ML
SOLUCION GLUCOSALINA ISOTONICA 1000 CC
SOLUCION GLUCOSADA 5% 100 ML VIAFLEX
SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX
SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC
SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 500 CC
FENILEFRINA 2.5% COLIRIO
PROPARACAINA CLORHIDRATO 0.5%
TROPICAMIDA 1%
SOL. GLUCOSADA 30% 20 ML
ALCOHOL ISOPROPILICO 70% 15X15CM

Tabla 9.1: Lista de Insumos únicos encontrados en las Recetas de Cirugía entre 2018 y 2020 - Parte 1

Fuente: Servicio de Farmacia - Noviembre 2020

Insumo
CLORHEXIDINA 2 % BASE ALCOHOLICA SACHET
POVIDONA YODADA 10% 50 ML
SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 250 CC
NOREPINEFRINA 4 MG 4 ML
RINGER SOLUCION 500 CC
SOLUCION GLUCOSALINO ISOTONICO VIAFLEX 1000 CC
SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 1000 CC
SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 500 CC
SOLUCION GLUCOSADA 20 % 500 ML
SOLUCION GLUCOSADA 5% VIAFLEX 1000 CC
LIDOCAINA 4% SPRAY
ALCOHOL GEL 250 ML - 340 ML
OLIGOELEMENTOS 2 ML
SOLUCION GLUCOSADA 5% VIAFLEX 250 CC
SOLUCION GLUCOSALINO ISOTONICO 500 CC
SOLUCION FISIOLÓGICO 3000 ML VIAFLEX
ADRENALINA 1 MG 1 ML
CLORHEXIDINA 2% SOLUCION COLOREADA 5.2 ML
AMIODARONA 150 MG 3 ML
SOLUCION GLUCOSADA 10% 500 ML
SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 50 CC VIAFLEX
ANESTESIA DENTAL 2% CON VASOCONSTRUCTOR
ANESTESIA DENTAL 3% SIN VASOCONSTRUCTOR
MAGNESIO SULFATO 25% 5 ML
AGUA DESTILADA ESTERIL 1000 CC
LORAZEPAM 4 MG 2 ML
METRONIDAZOL 500 MG 100 ML
ROCURONIO BROMURO 50 MG 5 ML
SOLUCION GLUCOSADA 10% 250 ML
DIANEAL 1.5% ULTRABAG 2000 ML
PARACETAMOL 500 MG
CEFTRIAXONA 1 GR
CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML
DALTEPARINA SODICA 5000 UI
ENOXAPARINA 80 MG
KETOROLACO 30 MG 1 ML
LEVETIRACETAM 100 MG / ML 5 ML
DALTEPARINA SODICA 2500 UI
ONDANSETRON 4 MG 2 ML
TIAMINA 30 MG 1 ML (VITAMINA B1)
AMPICILINA SULBACTAM 1.5 GR

Tabla 9.2: Lista de Insumos únicos encontrados en las Recetas de Cirugía entre 2018 y 2020 - Parte 2
Fuente: Servicio de Farmacia - Noviembre 2020

Insumo
ESCITALOPRAM 20 MG
OMEPRAZOL 20 MG
TIROXINA 100 MCG
CIPROFLOXACINO 200 MG 100 ML
METOCLOPRAMIDA 10 MG 2 ML
PARACETAMOL 1GR/100ML
TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG 2 ML
PASTA LASSAR 30 GR
PARENTERAL 1001 - 3000 ML C/ SMOF
LIPIDOS OMEGA 3 (OMEGAVEN)
SOMATOSTATINA 0.1 MG 1 ML
DIPEPTIVEN PREPARACION MAGISTRAL
AGUA DESTILADA 5 ML
LIDOCAINA CLORHIDRATO 2% 10 ML
VASELINA ESTERIL 5 ML
CALCIO GLUCONATO 10% 10 ML
ALCOHOL 70 125 ML
TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML
CEFAZOLINA 1 GR
POTASIO GLUCONATO 31.2% 200 ML

Tabla 9.3: Lista de Insumos únicos encontrados en las Recetas de Cirugía entre 2018 y 2020 - Parte 3
Fuente: Servicio de Farmacia - Noviembre 2020

A .2 Implementación Lógicas de Negocios

Creación de fechas ficticias

```

1
2 import matplotlib.dates as mdates
3
4 temp_df = df_filtered[df_filtered['insumo'] == insumo_nombre]
5 agg_df = temp_df.groupby('receta').agg({'despachado': np.sum, 'devuelto': np.sum, 'consumido': np.sum})
6 agg_df = agg_df.reset_index()
7
8 agg_df['fecha_ficticia'] = pd.date_range(start='1/1/1940', periods=len(agg_df['consumido']))

```

Listing 9.1: Creación de fechas ficticias para muestra de datos

Modelo Isolation Forests

```

1
2 from sklearn.preprocessing import StandardScaler
3 from sklearn.ensemble import IsolationForest
4
5 for insumo_nombre in listas_insumos[0]:
6
7     for o_f in posibles_outlier_fraction:
8
9         temp_df = df_filtered[df_filtered['insumo'] == insumo_nombre]

```

```

10 agg_df = temp_df.groupby('receta').agg({'despachado': np.sum, 'devuelto': np.sum, '
consumido': np.sum})
11 agg_df = agg_df.reset_index()
12
13 agg_df['fecha_ficticia'] = pd.date_range(start='1/1/1940', periods=len(agg_df['consumido
']))
14
15 consumido = agg_df[['fecha_ficticia', 'consumido']]
16 despachado = agg_df[['fecha_ficticia', 'despachado']]
17
18 train_data = consumido.set_index('fecha_ficticia')
19 consumido = consumido.set_index('fecha_ficticia')
20
21 test_data = despachado.set_index('fecha_ficticia')
22 despachado = despachado.set_index('fecha_ficticia')
23
24 scaler = StandardScaler()
25 np_scaled = scaler.fit_transform(train_data.values.reshape(-1, 1))
26 train_data = pd.DataFrame(np_scaled)
27
28 np_scaled = scaler.fit_transform(test_data.values.reshape(-1, 1))
29 test_data = pd.DataFrame(np_scaled)
30
31 # train isolation forest
32 outliers_fraction = float(o_f)
33 if outliers_fraction == float(0):
34     model = IsolationForest()
35 else:
36     model = IsolationForest(contamination=outliers_fraction)
37 model.fit(train_data)
38
39 predicciones = model.predict(test_data)
40 despachado['anomaly'] = predicciones
41
42 # visualization
43 fig, ax = plt.subplots(figsize=(40,15))
44
45 a = despachado.loc[despachado['anomaly'] == -1, ['despachado']] #anomaly
46
47 ax.plot(despachado.index, despachado['despachado'], color='green', label = 'Despachado')
48 ax.plot(consumido.index, consumido['consumido'], color='blue', label = 'Consumido')
49 ax.scatter(a.index, a['despachado'], color='red', label = 'Anomaly')
50 plt.xlim(despachado.index.tolist()[0], despachado.index.tolist()[-1])
51 plt.title('Detección de Anomalías - '+insumo_nombre, fontsize=35)
52 plt.legend(prop={'size': 30})
53 plt.xlabel('Fecha (ficticia)', fontsize=30)
54 plt.ylabel('Cantidad', fontsize=30)
55 plt.xticks(fontsize=20)
56 plt.yticks(fontsize=20)
57 #plt.show()
58 plt.savefig("/path/"+str(posibles_outlier_fraction.index(outliers_fraction))+
_deteccion_anomalias_isolated_"+insumo_nombre.replace("/", "")+".png")
59 plt.close()

```

Listing 9.2: Modelo Isolation Forests

Modelo Elliptic Envelope

```

1
2 from sklearn.covariance import EllipticEnvelope
3
4 for insumo_nombre in listas_insumos[0]:
5
6     for o_f in posibles_outlier_fraction:
7
8         temp_df = df_filtered[df_filtered['insumo'] == insumo_nombre]
9         agg_df = temp_df.groupby('receta').agg({'despachado': np.sum, 'devuelto': np.sum, '
consumido': np.sum})
10        agg_df = agg_df.reset_index()
11

```

```

12  agg_df['fecha_ficticia'] = pd.date_range(start='1/1/1940', periods=len(agg_df['consumido
13  ']))
14  consumido = agg_df[['fecha_ficticia', 'consumido']]
15  despachado = agg_df[['fecha_ficticia', 'despachado']]
16
17  train_data = consumido.set_index('fecha_ficticia')
18  consumido = consumido.set_index('fecha_ficticia')
19
20  test_data = despachado.set_index('fecha_ficticia')
21  despachado = despachado.set_index('fecha_ficticia')
22
23  scaler = StandardScaler()
24  np_scaled = scaler.fit_transform(train_data.values.reshape(-1, 1))
25  train_data = pd.DataFrame(np_scaled)
26
27  np_scaled = scaler.fit_transform(test_data.values.reshape(-1, 1))
28  test_data = pd.DataFrame(np_scaled)
29
30  # train isolation forest
31  outliers_fraction = float(o_f)
32  model = EllipticEnvelope(contamination = outliers_fraction, support_fraction=0.75)
33  model.fit(train_data)
34
35  predicciones = model.predict(test_data)
36  despachado['anomaly'] = predicciones
37
38  # visualization
39  fig, ax = plt.subplots(figsize=(40,15))
40
41  a = despachado.loc[despachado['anomaly'] == -1, ['despachado']] #anomaly
42
43  ax.plot(despachado.index, despachado['despachado'], color='green', label = 'Despachado')
44  ax.plot(consumido.index, consumido['consumido'], color='blue', label = 'Consumido')
45  ax.scatter(a.index, a['despachado'], color='red', label = 'Anomaly')
46  plt.xlim(despachado.index.tolist()[0], despachado.index.tolist()[-1])
47  plt.title('Detección de Anomalías - '+insumo_nombre, fontsize=35)
48  plt.legend(prop={'size': 30})
49  plt.xlabel('Fecha (ficticia)', fontsize=30)
50  plt.ylabel('Cantidad', fontsize=30)
51  plt.xticks(fontsize=20)
52  plt.yticks(fontsize=20)
53  #plt.show()
54  plt.savefig("/path/"+str(possibles_outlier_fraction.index(outliers_fraction))+
55  "_deteccion_anomalias_elliptic_"+insumo_nombre.replace("/", "")+".png")
  plt.close()

```

Listing 9.3: Elliptic Envelope

Modelo One Class SVM

```

1
2  from sklearn.svm import OneClassSVM
3
4  for insumo_nombre in listas_insumos[0]:
5
6      for o_f in posibles_outlier_fraction:
7
8          temp_df = df_filtered[df_filtered['insumo'] == insumo_nombre]
9          agg_df = temp_df.groupby('receta').agg({'despachado': np.sum, 'devuelto': np.sum, '
10         consumido': np.sum})
11         agg_df = agg_df.reset_index()
12
13         agg_df['fecha_ficticia'] = pd.date_range(start='1/1/1940', periods=len(agg_df['consumido
14         ']))
15         consumido = agg_df[['fecha_ficticia', 'consumido']]
16         despachado = agg_df[['fecha_ficticia', 'despachado']]
17
18         train_data = consumido.set_index('fecha_ficticia')

```

```

18     consumido = consumido.set_index('fecha_ficticia')
19
20     test_data = despachado.set_index('fecha_ficticia')
21     despachado = despachado.set_index('fecha_ficticia')
22
23     scaler = StandardScaler()
24     np_scaled = scaler.fit_transform(train_data.values.reshape(-1, 1))
25     train_data = pd.DataFrame(np_scaled)
26
27     np_scaled = scaler.fit_transform(test_data.values.reshape(-1, 1))
28     test_data = pd.DataFrame(np_scaled)
29
30     # train isolation forest
31     outliers_fraction = float(o_f)
32     model = OneClassSVM(nu=outliers_fraction, kernel="rbf")
33     model.fit(train_data)
34
35     predicciones = model.predict(test_data)
36     despachado['anomaly'] = predicciones
37
38     # visualization
39     fig, ax = plt.subplots(figsize=(40,15))
40
41     a = despachado.loc[despachado['anomaly'] == -1, ['despachado']] #anomaly
42
43     ax.plot(despachado.index, despachado['despachado'], color='green', label = 'Despachado')
44     ax.plot(consumido.index, consumido['consumido'], color='blue', label = 'Consumido')
45     ax.scatter(a.index, a['despachado'], color='red', label = 'Anomaly')
46     plt.xlim(despachado.index.tolist()[0], despachado.index.tolist()[-1])
47     plt.title('Detección de Anomalias - '+insumo_nombre, fontsize=35)
48     plt.legend(prop={'size': 30})
49     plt.xlabel('Fecha (ficticia)', fontsize=30)
50     plt.ylabel('Cantidad', fontsize=30)
51     plt.xticks(fontsize=20)
52     plt.yticks(fontsize=20)
53     #plt.show()
54     plt.savefig("/path/"+str(possibles_outlier_fraction.index(outliers_fraction))+
55               "_deteccion_anomalias_oneclasssvm_"+insumo_nombre.replace("/", "")+".png")
56     plt.close()

```

Listing 9.4: One Class SVM

Algoritmo de Re-asignación de insumos

```

1
2 #Lista de fechas en datos
3 lista_fechas = df_filtered['fecha'].unique().tolist()
4 #lista_fechas = df_filtered[df_filtered['fecha'] >= datetime.datetime(2019,5,1)]['fecha'].
5   unique().tolist()
6
7 #Definimos diccionarios con stock
8 #Asumimos que el stock de Farmacia es suficientemente grande como para no agotarse nunca
9 lista_insumos = df_filtered['insumo'].unique().tolist()
10
11 stock_farmacia = {}
12 for insumo in lista_insumos:
13     stock_farmacia[insumo] = 100000
14
15 #Ahora, definimos diccionarios con stock para cada servicio. Inicialmente, ningún servicio
16   tendrá nada
17 #También se almacena un diccionario con las devoluciones que habrá a partir de las
18   solicitudes de la fecha.
19 #Estas devoluciones se hacen efectivas al día siguiente.
20 lista_servicios = df_filtered['servicio'].unique().tolist()
21
22 stock_servicios = {}
23 devoluciones_servicios = {}
24 devoluciones_servicios_aux = {}
25
26 for servicio in lista_servicios:

```

```

24     stock_servicios[servicio] = {}
25     devoluciones_servicios[servicio] = {}
26     for insumo in lista_insumos:
27         stock_servicios[servicio][insumo] = 0
28         devoluciones_servicios[servicio][insumo] = 0
29
30 #Se define una constante que establece la capacidad de transporte
31 capacidad_transporte = 9
32
33 #Se define un diccionario vacio que contendra los resultados por cada dia de recetas
34 fechas_results = {}
35
36 fechas_results_devoluciones = {}
37
38 fechas_results_devoluciones_efec = {}
39
40 #El algoritmo inicia iterando sobre cada fecha
41 for fecha in lista_fechas:
42
43     fechas_results[str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns'))] = []
44     fechas_results_devoluciones[str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns'))] = {}
45     fechas_results_devoluciones_efec[str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns'))] = {}
46
47     #Cada vez que se recorre una fecha, se define un diccionario inicial con las
48     devoluciones para cada servicio e insumo
49     #Estas se iran completando a medida que se recorren las recetas por fecha
50     #Inicialmente, estos son cero.
51
52     for servicio in lista_servicios:
53         devoluciones_servicios[servicio] = {}
54         for insumo in lista_insumos:
55             devoluciones_servicios[servicio][insumo] = 0
56
57     #Se definen listas con la conformacion de las vueltas de despacho
58
59     servicios_vueltas_despacho = [[], [], []]
60     servicios_vueltas_despacho[0] = ['unidad_nefro_intermedia', 'nefrologia', '
61     medicina_fisica', 'neurocirugia', 'cardiologia']
62     servicios_vueltas_despacho[1] = ['gastroenterologia', 'traumatologia', 'otorrino', '
63     quirurgica3', 'puerperio', 'neonatologia', 'quirurgica2']
64     servicios_vueltas_despacho[2] = ['cirugia1', 'cirugia2', 'cirugia3', '
65     pensionado_urologia', 'medicina_interna']
66
67     print('Trabajando en fecha: '+str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns')))
68
69     #Se filtran los datos, obteniendo los datos de la fecha correspondiente
70     thisday_df = df_filtered[df_filtered['fecha'] == pd.to_datetime(fecha, unit='ns')]
71
72     #Se define una lista vacia que contiene los servicios a los que ya se les retiro las
73     devoluciones del dia anterior hoy.
74     #En primera instancia, todos los servicios tienen sus devoluciones
75     servicios_sin_devoluciones = []
76
77     #Se define un diccionario vacio que contendra las compatibilidades para un servicio
78     #Una compatibilidad representa el hecho de que al reasignar, un servicio X pueda ver las
79     devoluciones de un servicio Y
80     #Si un servicio X no puede ver las devoluciones de un servicio Y, quiere decir que
81     #dentro de las compatibilidades del servicio X, no se encuentra el servicio Y
82     servicios_compatibilidad = {}
83
84     servicios_origenes = {}
85
86     #indice sencillo para saber cual vuelta se esta recorriendo
87     vueltas_count = 0
88
89     #Se definen listas con las posibles compatibilidades que tendra un servicio
90     perteneciente a X vuelta
91     posibles_comp_vuelta1 = ['medicina_interna', 'cirugia3', 'cirugia1', 'cirugia2', '
92     gastroenterologia', 'neurocirugia', 'medicina_fisica', 'nefrologia', 'quirurgica3', '
93     quirurgica2', 'unidad_nefro_intermedia', 'pensionado_urologia', 'puerperio', '
94     traumatologia', 'otorrino', 'neonatologia', 'cardiologia']

```



```

85 posibles_comp_vuelta2 = ['gastroenterologia', 'traumatologia', 'otorrino', 'quirurgica3',
, 'puerperio', 'neonatologia', 'quirurgica2', 'cirugia1', 'cirugia2', 'cirugia3', '
86 pensionado_urologia', 'medicina_interna']
posibles_comp_vuelta3 = ['cirugia1', 'cirugia2', 'cirugia3', 'pensionado_urologia', '
medicina_interna']
87
88 for servicio in lista_servicios:
89     #En primera instancia, cada servicio es compatible con las devoluciones de todos los
servicios,
90     #EXCEPTO los que ya fueron devueltos en su vuelta y EXCEPTO consigo mismo (ese caso
lo vemos aparte)
91     if servicio in servicios_vueltas_despacho[0]:
92         servicios_compatibilidad[servicio] = []
93         for s in posibles_comp_vuelta1:
94             if servicio != s:
95                 servicios_compatibilidad[servicio].append(s)
96     elif servicio in servicios_vueltas_despacho[1]:
97         servicios_compatibilidad[servicio] = []
98         for s in posibles_comp_vuelta2:
99             if servicio != s:
100                 servicios_compatibilidad[servicio].append(s)
101     elif servicio in servicios_vueltas_despacho[2]:
102         servicios_compatibilidad[servicio] = []
103         for s in posibles_comp_vuelta3:
104             if servicio != s:
105                 servicios_compatibilidad[servicio].append(s)
106
107 #Empezamos a recorrer las vueltas. Cada vuelta es un arreglo de servicios
108 for vuelta in servicios_vueltas_despacho:
109     vueltas_count = vueltas_count + 1
110
111     servicios_results = {}
112
113     #La capacidad restante de la casetera es la cantidad de caseteras extras que podemos
tener
114     #Se calcula como la capacidad del medio de transporte menos los servicios a los que
se les despacha en esta vuelta
115     #Mas los servicios de esta vuelta a los que ya se les retiro la devolucion en una
vuelta pasada
116
117     cant_servicios_sin_dev = 0
118     for servicio in vuelta:
119         if servicio in servicios_sin_devoluciones:
120             cant_servicios_sin_dev = cant_servicios_sin_dev + 1
121
122     this_vuelta_capacidad_rest = capacidad_transporte - len(vuelta) +
cant_servicios_sin_dev
123
124     this_vuelta_servicios = []
125     this_vuelta_precedencias = []
126
127     #Ahora, se recorren los servicios de la vuelta correspondiente:
128
129     for servicio in vuelta:
130         #print('Se verifica si servicio '+servicio+' tiene recetas')
131
132         if not thisday_df[thisday_df['servicio'] == servicio].empty:
133
134             #print('Servicio '+servicio+' tiene recetas.')
135             servicios_origenes[servicio] = []
136
137             #Se obtienen las recetas correspondientes a este servicio
138             lista_recetas_servicio = thisday_df[thisday_df['servicio'] == servicio]['
receta'].unique().tolist()
139
140             servicios_results[servicio] = {}
141
142             #Se recorren las recetas del servicio
143             for receta in lista_recetas_servicio:
144
145                 #Se obtienen los datos de la receta correspondiente

```

```

146         detalle_receta = thisday_df[thisday_df['receta'] == receta]
147
148         servicios_results[servicio][str(receta)] = []
149
150         #Se itera sobre el detalle de cada receta
151         for index, row in detalle_receta.iterrows():
152
153             #Por cada insumo solicitado en receta, primero completamos la
devolucion que se hara al otro dia
154             devoluciones_servicios[row['servicio']][row['insumo']] =
devoluciones_servicios[row['servicio']][row['insumo']] + row['devuelto']
155
156             #Solo se trabajara este insumo si su cantidad solicitada es mayor a
cero
157             if row['despachado'] > 0:
158
159                 #Por cada cantidad despachada (aquellas que fueron solicitadas),
se obtiene un origen
160                 #Primero se busca en las devoluciones disponibles para el dia
this_servicio = row['servicio']
161                 this_insumo = row['insumo']
162                 this_cantidad = row['despachado']
163
164                 if this_servicio not in this_vuelta_servicios:
165                     this_vuelta_servicios.append(this_servicio)
166
167                 #Variable que indica la cantidad que se esta completando de este
insumo para despacharla
168                 #Permite decir si ya alcanzamos la cantidad deseada o si aun
falta
169                 this_por_despachar = 0
170
171                 this_insumo_origenes = []
172                 this_insumo_origenes_cant = []
173
174                 #### PASO 1 ####
175                 #Primero, se revisa en las devoluciones que estan en el servicio
mismo
176                 #OJO: Solo se puede hacer si no se le han retirado las
devoluciones en algun paso anterior
177                 if this_servicio not in servicios_sin_devoluciones:
178                     if stock_servicios[this_servicio][this_insumo] > 0:
179                         if (stock_servicios[this_servicio][this_insumo]) <= (
this_cantidad - t de his_por_despachar):
180                             this_insumo_origenes.append(this_servicio)
181                             this_insumo_origenes_cant.append(stock_servicios[
this_servicio][this_insumo])
182                             this_por_despachar = this_por_despachar +
stock_servicios[this_servicio][this_insumo]
183                             stock_servicios[this_servicio][this_insumo] = 0
184
185                             else:
186                                 this_insumo_origenes.append(this_servicio)
187                                 this_insumo_origenes_cant.append((this_cantidad -
this_por_despachar))
188                                 stock_servicios[this_servicio][this_insumo] =
stock_servicios[this_servicio][this_insumo] - (this_cantidad - this_por_despachar)
189                                 this_por_despachar = this_cantidad
190
191                 #### PASO 2 ####
192                 #Si aun no se alcanza la cantidad por despachar, el siguiente
paso es revisar las devoluciones
193                 #de los otros servicios con los que este servicio es compatible
194                 if this_por_despachar < this_cantidad:
195
196                     #Se define una lista vacia que contendra todos los servicios
compatibles que hay
197                     #que eliminar de la lista de compatibilidades de este
servicio
198                     #luego de reasignar
199                     compatibilidades_por_eliminar = []
200

```

```

201
202         #Se recorre cada servicio compatible para este servicio
203         for serv_comp in servicios_compatibilidad[this_servicio]:
204
205             #Si es que ya se alcanzo la cantidad por despachar, no
se hace nada
206             #Se debe revisar en cada iteracion tambien (se podria
completar entre iteraciones)
207             if this_por_despachar < this_cantidad:
208
209                 #Antes de validar si un servicio puede ser utilizado
por este,
210                 #Se debe verificar que no se produzca alguna
contradiccion en las precedencias
211
212                 #Primero, se define una variable auxiliar con la
precedencia que produciria este servicio
213                 #Precedencia se define como una regla que establece
que se debe visitar
214                 #un servicio X antes que un servicio Y
215                 aux_precedencia = [serv_comp, this_servicio]
216                 lista_aux_precedencias = this_vuelta_precedencias.
copy()
217                 contradiccion_precedencia = False
218
219                 #Esta validacion se realiza solo si la lista de
precedencias ya tiene al menos un elemento
220                 #De lo contrario, no tiene sentido
221                 if len(lista_aux_precedencias) > 0:
222                     lista_aux_precedencias.append(aux_precedencia)
223                     contradiccion_precedencia =
check_contradiccion_precedencias_v2(lista_aux_precedencias)
224
225                 if contradiccion_precedencia == False:
226                     #Esto solo puede hacerse si el medio de
transporte aun cuenta con capacidad
227
228                     if this_vuelta_capacidad_rest > 0:
229                         if stock_servicios[serv_comp][this_insumo] >
0:
230                             #Si para una receta de un servicio X, se
usa la devolucion de un servicio Y para conformar su despacho,
231                             #Este servicio Y DEBE ser visitado antes
que el servicio X
232                             #Esto quiere decir que el servicio Y ya
no es compatible con el servicio X
233                             #En otras palabras, el servicio Y no
puede ver el stock de devoluciones del servicio X
234                             #Para esto, primero rellenamos un
arreglo auxiliar
235                             #Este contendra TODOS los servicios a
los que hay que eliminar la compatibilidad con este servicio X
236
237                             compatibilidades_por_eliminar.append(
serv_comp)
238
239                             if aux_precedencia not in
this_vuelta_precedencias:
240                                 this_vuelta_precedencias.append(
aux_precedencia)
241
242                             if serv_comp not in servicios_origenes[
this_servicio]:
243                                 servicios_origenes[this_servicio].
append(serv_comp)
244
245                             this_vuelta_capacidad_rest =
this_vuelta_capacidad_rest - 1
246
247                             if (stock_servicios[serv_comp][
this_insumo]) <= (this_cantidad - this_por_despachar):
248                                 #Caso en el que el stock en

```

```

248     devolucion es menor o igual a la cantidad que queda para alcanzar lo solicitado
249     serv_comp)
250     stock_servicios[serv_comp][this_insumo]
251     this_por_despachar + stock_servicios[serv_comp][this_insumo]
252     this_insumo] = 0
253
254     else:
255     devolucion es mayor a la cantidad que queda para alcanzar lo solicitado
256     serv_comp)
257     this_cantidad - this_por_despachar))
258     this_insumo] = stock_servicios[serv_comp][this_insumo] - (this_cantidad -
259     this_por_despachar)
260     this_por_despachar = this_cantidad
261
262     #Una vez que se terminan de recorrer las devoluciones,
263     eliminamos las compatibilidades
264     for serv_comp_elim in compatibilidades_por_eliminar:
265     if this_servicio in servicios_compatibilidad[
266     serv_comp_elim]:
267     aux_index = servicios_compatibilidad[serv_comp_elim
268     ].index(this_servicio)
269     servicios_compatibilidad[serv_comp_elim].pop(
270     aux_index)
271
272     #### PASO 3 ####
273     #Si luego de recorrer todas las devoluciones disponibles, aun no
274     se logra completar la cantidad a despachar,
275     #Se va al stock de Farmacia
276
277     if this_por_despachar < this_cantidad:
278     this_insumo_origenes.append('farmacia')
279     this_insumo_origenes_cant.append((this_cantidad -
280     this_por_despachar))
281     stock_farmacia[insumo] = stock_farmacia[insumo] - (
282     this_cantidad - this_por_despachar)
283
284     ### PASO 4 ###
285     #Finalmente, se genera un diccionario con los resultados y se
286     almacena
287     this_result = {}
288     this_result['insumo'] = this_insumo
289     this_result['servicio'] = this_servicio
290     this_result['cantidad'] = this_cantidad
291     this_result['origenes'] = this_insumo_origenes
292     this_result['origenes_cant'] = this_insumo_origenes_cant
293
294     servicios_results[servicio][str(receta)].append(this_result)
295
296     #else:
297     #    print('Servicio '+servicio+' sin recetas.')
298
299     #En este punto, ya se proceso la vuelta completa
300     servicios_results['vuelta'] = {}
301
302     if len(this_vuelta_servicios) > 0:
303     this_vuelta_visitas = ['farmacia'] + this_vuelta_servicios
304     for servicio in this_vuelta_servicios:
305     for s in servicios_origenes[servicio]:
306     if s not in this_vuelta_visitas:
307     this_vuelta_visitas.append(s)
308
309     #Cada servicio visitado en esta vuelta, se queda sin sus devoluciones
310     servicios_sin_devoluciones = servicios_sin_devoluciones + this_vuelta_visitas

```

```

301
302     #Finalmente, para cada servicio se eliminan de las compatibilidades aquellos
servicios a los que
303     #ya se le retiraron las devoluciones
304     for s in lista_servicios:
305         for serv_sin_dev in servicios_sin_devoluciones:
306             if serv_sin_dev in servicios_compatibilidad[s]:
307                 aux_index = servicios_compatibilidad[s].index(serv_sin_dev)
308                 servicios_compatibilidad[s].pop(aux_index)
309
310         print('Vuelta '+str(vueltas_count))
311         print(this_vuelta_visitas)
312         print(this_vuelta_precedencias)
313
314         servicios_results['vuelta']['numero'] = vueltas_count
315         servicios_results['vuelta']['visitas'] = this_vuelta_visitas
316         servicios_results['vuelta']['precedencias'] = this_vuelta_precedencias
317
318         selected, dist = get_ruta_despacho(this_vuelta_visitas, this_vuelta_precedencias
)
319
320         tour = subtour(selected, len(this_vuelta_visitas))
321
322         print('')
323         print('Optimal tour: %s' % str(tour))
324         print('Optimal cost: %g' % dist)
325         print('')
326
327         servicios_results['vuelta']['ruta'] = tour
328         servicios_results['vuelta']['ruta_distancia'] = dist
329
330     else:
331         print('Vuelta vacia')
332
333     fechas_results[str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns'))].append(servicios_results)
334
335     for servicio in lista_servicios:
336         fechas_results_devoluciones[str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns'))][servicio] = {}
337         for insumo in lista_insumos:
338             if devoluciones_servicios[servicio][insumo] > 0:
339                 fechas_results_devoluciones[str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns'))][servicio
][insumo] = devoluciones_servicios[servicio][insumo]
340
341     for servicio in lista_servicios:
342         fechas_results_devoluciones_efec[str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns'))][servicio] =
{}
343         for insumo in lista_insumos:
344             if stock_servicios[servicio][insumo] > 0:
345                 fechas_results_devoluciones_efec[str(pd.to_datetime(fecha, unit='ns'))][
servicio][insumo] = stock_servicios[servicio][insumo]
346
347     #Ahora, el stock de devoluciones de mañana corresponde a las devoluciones que resultaran
del despacho de hoy
348     stock_servicios = devoluciones_servicios
349     devoluciones_servicios = {}

```

Listing 9.5: Algoritmo de Re-assignación de insumos

Función que verifica contradicciones en precedencias

```

1
2 def check_contradicción_precedencias_v2(lista_precedencias, show = False):
3     perm = permutations(lista_precedencias, len(lista_precedencias))
4     prec_contr = False
5     fail_perm = False
6     for i in list(perm):
7         inic = i[0][0]
8         for prec in i:
9             if prec[1] == inic:
10                prec_contr = True

```

```

11         fail_perm = i
12     if show:
13         print(prec_contr)
14         print(fail_perm)
15     return prec_contr

```

Listing 9.6: Función que verifica contradicciones en precedencias

Función que obtiene Ruta de Despacho

```

1
2 def get_ruta_despacho(lista_servicios, precedencias):
3     n = len(lista_servicios)
4
5     dist = {}
6
7     for i in range(n):
8         for j in range(n):
9             if i != j:
10                this_dist = nodos_data[(nodos_data['desde'] == lista_servicios[i]) & (
11                    nodos_data['hasta'] == lista_servicios[j])]['total']
12
13                if len(this_dist) == 0:
14                    this_dist = nodos_data[(nodos_data['desde'] == lista_servicios[j]) & (
15                        nodos_data['hasta'] == lista_servicios[i])]['total']
16
17                this_dist = this_dist.tolist()[0]
18                dist[i, j] = this_dist
19                dist[j, i] = this_dist
20
21    #print(dist)
22
23    x = {}
24    y = {}
25
26    with gp.Env(empty=True) as env:
27        env.setParam('LogToConsole', 0)
28        env.start()
29        with gp.Model(env=env) as m:
30
31            #m = gp.Model()
32            m.setParam('TimeLimit', 60)
33
34            # Vars
35            for i in range(n):
36                for j in range(n):
37                    if i != j:
38                        x[i, j] = m.addVar(vtype='B', name='x_%s%s' % (i, j))
39
40            for i in range(1, n):
41                for j in range(1, n):
42                    if i != j:
43                        y[i, j] = m.addVar(vtype='B', name='y_%s%s' % (i, j))
44
45            # Constr
46            for i in range(n):
47                m.addConstr(gp.quicksum(x[i, j] for j in range(n) if i != j) == 1)
48                m.addConstr(gp.quicksum(x[j, i] for j in range(n) if i != j) == 1)
49
50            # Relation between vars
51            m.addConstrs(x[i, j] <= y[i, j] for i in range(1, n) for j in range(1, n) if i
52                != j)
53
54            # Y vars def
55            for i in range(1, n):
56                for j in range(1, n):
57                    if i != j:
58                        m.addConstr((y[i, j] + y[j, i]) == 1)

```

```

58     for i in range(1, n):
59         for j in range(1, n):
60             for k in range(1, n):
61                 if (i != j) and (j != k) and (i != k):
62                     m.addConstr(y[i, j] + y[j, k] + y[k, i] <= 2)
63
64         # Precedence restrictions
65         for precedencia in precedencias:
66             m.addConstr(y[lista_servicios.index(precedencia[0]), lista_servicios.index(
67 precedencia[1])] == 1)
68
69         #m.addConstr(y[3, 4] == 1)
70         #m.addConstr(y[13, 18] == 1)
71
72     m.setObjective(gp.quicksum(x[i, j] * dist[i, j] for i in range(n) for j in range
73 (n) if i != j), GRB.MINIMIZE)
74
75     m.optimize()
76
77     vals = m.getAttr('x', x)
78     selected = gp.tuplelist((i, j) for i, j in vals.keys() if vals[i, j] > 0.5)
79
80     return selected, m.objVal

```

Listing 9.7: Función que obtiene Ruta de Despacho

Función que obtiene Ruta a partir de resultados de optimizador

```

1
2 def subtour(edges, n):
3     unvisited = list(range(n))
4     cycle = range(n+1) # initial length has 1 more city
5     while unvisited: # true if list is non-empty
6         thiscycle = []
7         neighbors = unvisited
8         while neighbors:
9             current = neighbors[0]
10            thiscycle.append(current)
11            unvisited.remove(current)
12            neighbors = [j for i, j in edges.select(current, '*') if j in unvisited]
13        if len(cycle) > len(thiscycle):
14            cycle = thiscycle
15    return cycle

```

Listing 9.8: Función que obtiene Ruta a partir de resultados de optimizador. Adaptado de https://colab.research.google.com/github/Gurobi/modeling-examples/blob/master/traveling_salesman/tsp_gcl.ipynb

Resultados para 04 de septiembre de 2018 - Vuelta 1

```

1
2 {'cardiologia': {'1605642': [{'cantidad': 4,
3                               'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC '
4                               'VIAFLEX',
5                               'origenes': ['cardiologia'],
6                               'origenes_cant': [4],
7                               'servicio': 'cardiologia'},
8                               {'cantidad': 3,
9                               'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC '
10                              'VIAFLEX',
11                              'origenes': ['cardiologia', 'farmacia'],
12                              'origenes_cant': [1, 2],
13                              'servicio': 'cardiologia'},
14                              {'cantidad': 5,
15                              'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
16                              'origenes': ['farmacia'],
17                              'origenes_cant': [5],
18                              'servicio': 'cardiologia'}],

```

```

19      {'cantidad': 3,
20        'insumo': 'PARACETAMOL 1GR/100ML',
21        'origenes': ['farmacia'],
22        'origenes_cant': [3],
23        'servicio': 'cardiologia'},
24      {'cantidad': 6,
25        'insumo': 'INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 ML',
26        'origenes': ['farmacia'],
27        'origenes_cant': [6],
28        'servicio': 'cardiologia'},
29      {'cantidad': 8,
30        'insumo': 'DIPIRONA 1 GR 2 ML',
31        'origenes': ['cardiologia'],
32        'origenes_cant': [8],
33        'servicio': 'cardiologia'},
34      {'cantidad': 6,
35        'insumo': 'DIPIRONA 1 GR 2 ML',
36        'origenes': ['cardiologia'],
37        'origenes_cant': [6],
38        'servicio': 'cardiologia'},
39      {'cantidad': 6,
40        'insumo': 'CEFAZOLINA 1 GR',
41        'origenes': ['farmacia'],
42        'origenes_cant': [6],
43        'servicio': 'cardiologia'},
44      {'cantidad': 1,
45        'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
46        'origenes': ['farmacia'],
47        'origenes_cant': [1],
48        'servicio': 'cardiologia'},
49      {'cantidad': 2,
50        'insumo': 'LOSARTAN 50 MG',
51        'origenes': ['farmacia'],
52        'origenes_cant': [2],
53        'servicio': 'cardiologia'},
54      {'cantidad': 1,
55        'insumo': 'BISOPROLOL 2.5 MG',
56        'origenes': ['cardiologia'],
57        'origenes_cant': [1],
58        'servicio': 'cardiologia'},
59      {'cantidad': 1,
60        'insumo': 'ATORVASTATINA 40 MG',
61        'origenes': ['cardiologia'],
62        'origenes_cant': [1],
63        'servicio': 'cardiologia'},
64      {'cantidad': 1,
65        'insumo': 'AMLODIPINO 10 MG',
66        'origenes': ['cardiologia'],
67        'origenes_cant': [1],
68        'servicio': 'cardiologia'}],
69      '1606348': [{'cantidad': 1,
70                  'insumo': 'ACENOCUMAROL 4 MG',
71                  'origenes': ['farmacia'],
72                  'origenes_cant': [1],
73                  'servicio': 'cardiologia'},
74                {'cantidad': 1,
75                  'insumo': 'AMIODARONA 200 MG',
76                  'origenes': ['farmacia'],
77                  'origenes_cant': [1],
78                  'servicio': 'cardiologia'},
79                {'cantidad': 1,
80                  'insumo': 'FUROSEMIDA 40 MG',
81                  'origenes': ['farmacia'],
82                  'origenes_cant': [1],
83                  'servicio': 'cardiologia'},
84                {'cantidad': 1,
85                  'insumo': 'LOSARTAN 50 MG',
86                  'origenes': ['cardiologia'],
87                  'origenes_cant': [1],
88                  'servicio': 'cardiologia'}],
89      '1606360': [{'cantidad': 3,

```



```

90      'insumo': 'PIPERACILINA - TAZOBACTAM 4.5 GR',
91      'origenes': ['farmacia'],
92      'origenes_cant': [3],
93      'servicio': 'cardiologia'},
94      {'cantidad': 1,
95      'insumo': 'VANCOMICINA 1 GR',
96      'origenes': ['farmacia'],
97      'origenes_cant': [1],
98      'servicio': 'cardiologia'},
99      {'cantidad': 6,
100     'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC '
101           'VIAFLEX',
102     'origenes': ['cardiologia'],
103     'origenes_cant': [6],
104     'servicio': 'cardiologia'},
105     {'cantidad': 6,
106     'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% '
107           'VIAFLEX 250 CC',
108     'origenes': ['farmacia'],
109     'origenes_cant': [6],
110     'servicio': 'cardiologia'}],
111     '1606366': [{'cantidad': 6,
112     'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
113     'origenes': ['cardiologia', 'farmacia'],
114     'origenes_cant': [2, 4],
115     'servicio': 'cardiologia'}],
116     '1606410': [{'cantidad': 1,
117     'insumo': 'HIDROCLOROTIAZIDA 50 MG',
118     'origenes': ['farmacia'],
119     'origenes_cant': [1],
120     'servicio': 'cardiologia'},
121     {'cantidad': 2,
122     'insumo': 'FUROSEMIDA 20 MG 1 ML',
123     'origenes': ['farmacia'],
124     'origenes_cant': [2],
125     'servicio': 'cardiologia'}],
126     '456572': [{'cantidad': 4,
127     'insumo': 'DIPIRONA 1 GR 2 ML',
128     'origenes': ['farmacia'],
129     'origenes_cant': [4],
130     'servicio': 'cardiologia'}]},
131     'medicina_fisica': {'1605626': [{'cantidad': 2,
132     'insumo': 'ATORVASTATINA 10 MG',
133     'origenes': ['farmacia'],
134     'origenes_cant': [2],
135     'servicio': 'medicina_fisica'},
136     {'cantidad': 1,
137     'insumo': 'CELECOXIB 200 MG',
138     'origenes': ['farmacia'],
139     'origenes_cant': [1],
140     'servicio': 'medicina_fisica'},
141     {'cantidad': 1,
142     'insumo': 'LACTULOSA 66% 200 ML.',
143     'origenes': ['farmacia'],
144     'origenes_cant': [1],
145     'servicio': 'medicina_fisica'},
146     {'cantidad': 2,
147     'insumo': 'LOSARTAN 50 MG',
148     'origenes': ['farmacia'],
149     'origenes_cant': [2],
150     'servicio': 'medicina_fisica'},
151     {'cantidad': 2,
152     'insumo': 'METOCLOPRAMIDA 10 MG',
153     'origenes': ['medicina_fisica'],
154     'origenes_cant': [2],
155     'servicio': 'medicina_fisica'},
156     {'cantidad': 6,
157     'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
158     'origenes': ['farmacia'],
159     'origenes_cant': [6],
160     'servicio': 'medicina_fisica'},

```

```

161 {'cantidad': 1,
162      'insumo': 'PREGABALINA 75 MG',
163      'origenes': ['farmacia'],
164      'origenes_cant': [1],
165      'servicio': 'medicina_fisica'},
166 {'cantidad': 1,
167      'insumo': 'SERTRALINA 50 MG',
168      'origenes': ['farmacia'],
169      'origenes_cant': [1],
170      'servicio': 'medicina_fisica'},
171 {'cantidad': 2,
172      'insumo': 'DALTEPARINA SODICA 5000 UI',
173      'origenes': ['farmacia'],
174      'origenes_cant': [2],
175      'servicio': 'medicina_fisica'},
176 {'cantidad': 2,
177      'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% ',
178      'insumo': 'VIAFLEX 1000 CC',
179      'origenes': ['farmacia'],
180      'origenes_cant': [2],
181      'servicio': 'medicina_fisica'},
182 {'cantidad': 5,
183      'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
184      'origenes': ['farmacia'],
185      'origenes_cant': [5],
186      'servicio': 'medicina_fisica'}],
187 '1605627': [{'cantidad': 2,
188      'insumo': 'ACIDO ASCORBICO 500 MG',
189      'origenes': ['medicina_fisica'],
190      'origenes_cant': [2],
191      'servicio': 'medicina_fisica'},
192 {'cantidad': 2,
193      'insumo': 'BISOPROLOL 2.5 MG',
194      'origenes': ['farmacia'],
195      'origenes_cant': [2],
196      'servicio': 'medicina_fisica'},
197 {'cantidad': 2,
198      'insumo': 'ESPIRONOLACTONA 25 MG',
199      'origenes': ['farmacia'],
200      'origenes_cant': [2],
201      'servicio': 'medicina_fisica'},
202 {'cantidad': 1,
203      'insumo': 'HIDROCLOROTIAZIDA 50 MG',
204      'origenes': ['farmacia'],
205      'origenes_cant': [1],
206      'servicio': 'medicina_fisica'},
207 {'cantidad': 1,
208      'insumo': 'LACTULOSA 66% 200 ML.',
209      'origenes': ['medicina_fisica'],
210      'origenes_cant': [1],
211      'servicio': 'medicina_fisica'},
212 {'cantidad': 2,
213      'insumo': 'LOSARTAN 50 MG',
214      'origenes': ['medicina_fisica', 'farmacia'],
215      'origenes_cant': [1, 1],
216      'servicio': 'medicina_fisica'},
217 {'cantidad': 4,
218      'insumo': 'NITROFURANTOINA 100 MG ',
219      'insumo': 'MACROCRISTALES',
220      'origenes': ['farmacia'],
221      'origenes_cant': [4],
222      'servicio': 'medicina_fisica'},
223 {'cantidad': 2,
224      'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
225      'origenes': ['farmacia'],
226      'origenes_cant': [2],
227      'servicio': 'medicina_fisica'},
228 {'cantidad': 1,
229      'insumo': 'PREGABALINA 75 MG',
230      'origenes': ['medicina_fisica'],
231      'origenes_cant': [1],

```

```

232     'servicio': 'medicina_fisica'},
233     {'cantidad': 1,
234       'insumo': 'SERTRALINA 50 MG',
235       'origenes': ['farmacia'],
236       'origenes_cant': [1],
237       'servicio': 'medicina_fisica'},
238     {'cantidad': 3,
239       'insumo': 'SULFATO FERROSO 200 MG',
240       'origenes': ['medicina_fisica', 'farmacia'],
241       'origenes_cant': [1, 2],
242       'servicio': 'medicina_fisica'},
243     {'cantidad': 2,
244       'insumo': 'TIROXINA 100 MCG',
245       'origenes': ['farmacia'],
246       'origenes_cant': [2],
247       'servicio': 'medicina_fisica'},
248     {'cantidad': 1,
249       'insumo': 'TRAZODONE CLORHIDRATO 100 MG',
250       'origenes': ['medicina_fisica'],
251       'origenes_cant': [1],
252       'servicio': 'medicina_fisica'},
253     {'cantidad': 1,
254       'insumo': 'ZINC SULFATO 110 MG',
255       'origenes': ['farmacia'],
256       'origenes_cant': [1],
257       'servicio': 'medicina_fisica'},
258     {'cantidad': 1,
259       'insumo': 'DALTEPARINA SODICA 10.000 UI 1ML',
260       'origenes': ['farmacia'],
261       'origenes_cant': [1],
262       'servicio': 'medicina_fisica'},
263     {'cantidad': 10,
264       'insumo': 'INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 '
265               'ML',
266       'origenes': ['farmacia'],
267       'origenes_cant': [10],
268       'servicio': 'medicina_fisica'},
269     {'cantidad': 1,
270       'insumo': 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML',
271       'origenes': ['farmacia'],
272       'origenes_cant': [1],
273       'servicio': 'medicina_fisica'},
274     {'cantidad': 5,
275       'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
276       'origenes': ['farmacia'],
277       'origenes_cant': [5],
278       'servicio': 'medicina_fisica'},
279     {'cantidad': 1,
280       'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% '
281               'VIAFLEX 250 CC',
282       'origenes': ['farmacia'],
283       'origenes_cant': [1],
284       'servicio': 'medicina_fisica'}],
285 '1605637': [{'cantidad': 1,
286               'insumo': 'SALBUTAMOL INHALADOR',
287               'origenes': ['farmacia'],
288               'origenes_cant': [1],
289               'servicio': 'medicina_fisica'},
290             {'cantidad': 1,
291               'insumo': 'ENOXAPARINA 40 MG',
292               'origenes': ['farmacia'],
293               'origenes_cant': [1],
294               'servicio': 'medicina_fisica'},
295             {'cantidad': 2,
296               'insumo': 'PREGABALINA 75 MG',
297               'origenes': ['farmacia'],
298               'origenes_cant': [2],
299               'servicio': 'medicina_fisica'},
300             {'cantidad': 1,
301               'insumo': 'PREGABALINA 75 MG',
302               'origenes': ['farmacia'],

```

```

303         'origenes_cant': [1],
304         'servicio': 'medicina_fisica'},
305     {'cantidad': 1,
306      'insumo': 'PARACETAMOL 325 - TRAMADOL 37.5',
307      'origenes': ['farmacia'],
308      'origenes_cant': [1],
309      'servicio': 'medicina_fisica'},
310     {'cantidad': 2,
311      'insumo': 'AMOXICILINA ACIDO CLAVULANICO 1 '
312              'GR',
313      'origenes': ['farmacia'],
314      'origenes_cant': [2],
315      'servicio': 'medicina_fisica'},
316     {'cantidad': 1,
317      'insumo': 'CELECOXIB 200 MG',
318      'origenes': ['farmacia'],
319      'origenes_cant': [1],
320      'servicio': 'medicina_fisica'},
321     {'cantidad': 1,
322      'insumo': 'CELECOXIB 200 MG',
323      'origenes': ['farmacia'],
324      'origenes_cant': [1],
325      'servicio': 'medicina_fisica'},
326     {'cantidad': 1,
327      'insumo': 'OXCARBAZEPINA 300 MG',
328      'origenes': ['farmacia'],
329      'origenes_cant': [1],
330      'servicio': 'medicina_fisica'},
331     {'cantidad': 1,
332      'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
333      'origenes': ['farmacia'],
334      'origenes_cant': [1],
335      'servicio': 'medicina_fisica'},
336     {'cantidad': 1,
337      'insumo': 'DOMPERIDONA 10 MG/ML GOTAS',
338      'origenes': ['farmacia'],
339      'origenes_cant': [1],
340      'servicio': 'medicina_fisica'}],
341     '1605645': [{'cantidad': 6,
342                  'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
343                  'origenes': ['medicina_fisica', 'farmacia'],
344                  'origenes_cant': [4, 2],
345                  'servicio': 'medicina_fisica'},
346                {'cantidad': 1,
347                  'insumo': 'MIRTAZAPINA 30 MG',
348                  'origenes': ['medicina_fisica'],
349                  'origenes_cant': [1],
350                  'servicio': 'medicina_fisica'},
351                {'cantidad': 1,
352                  'insumo': 'CICLOBENZAPRINA 10 MG',
353                  'origenes': ['farmacia'],
354                  'origenes_cant': [1],
355                  'servicio': 'medicina_fisica'},
356                {'cantidad': 1,
357                  'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
358                  'origenes': ['farmacia'],
359                  'origenes_cant': [1],
360                  'servicio': 'medicina_fisica'},
361                {'cantidad': 2,
362                  'insumo': 'ACIDO ASCORBICO 500 MG',
363                  'origenes': ['medicina_fisica'],
364                  'origenes_cant': [2],
365                  'servicio': 'medicina_fisica'},
366                {'cantidad': 1,
367                  'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% '
368                          'VIAFLEX 1000 CC',
369                  'origenes': ['farmacia'],
370                  'origenes_cant': [1],
371                  'servicio': 'medicina_fisica'},
372                {'cantidad': 3,
373                  'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% '

```

```

374         '100 CC VIAFLEX',
375         'origenes': ['farmacia'],
376         'origenes_cant': [3],
377         'servicio': 'medicina_fisica'},
378     {'cantidad': 5,
379      'insumo': 'VASELINA ESTERIL 5 ML',
380      'origenes': ['farmacia'],
381      'origenes_cant': [5],
382      'servicio': 'medicina_fisica'},
383     {'cantidad': 5,
384      'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
385      'origenes': ['farmacia'],
386      'origenes_cant': [5],
387      'servicio': 'medicina_fisica'},
388     {'cantidad': 1,
389      'insumo': 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML',
390      'origenes': ['medicina_fisica'],
391      'origenes_cant': [1],
392      'servicio': 'medicina_fisica'},
393     {'cantidad': 3,
394      'insumo': 'MEROPENEM 1 GR',
395      'origenes': ['farmacia'],
396      'origenes_cant': [3],
397      'servicio': 'medicina_fisica'},
398     {'cantidad': 2,
399      'insumo': 'INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 '
400              'ML',
401      'origenes': ['farmacia'],
402      'origenes_cant': [2],
403      'servicio': 'medicina_fisica'},
404     {'cantidad': 48,
405      'insumo': 'INSULINA NPH 100 UI/ML 10 ML',
406      'origenes': ['farmacia'],
407      'origenes_cant': [48],
408      'servicio': 'medicina_fisica'},
409     {'cantidad': 1,
410      'insumo': 'DALTEPARINA SODICA 5000 UI',
411      'origenes': ['farmacia'],
412      'origenes_cant': [1],
413      'servicio': 'medicina_fisica'},
414     {'cantidad': 1,
415      'insumo': 'ZINC SULFATO 110 MG',
416      'origenes': ['farmacia'],
417      'origenes_cant': [1],
418      'servicio': 'medicina_fisica'},
419     {'cantidad': 1,
420      'insumo': 'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML',
421      'origenes': ['medicina_fisica'],
422      'origenes_cant': [1],
423      'servicio': 'medicina_fisica'},
424     {'cantidad': 2,
425      'insumo': 'SULFATO FERROSO 200 MG',
426      'origenes': ['medicina_fisica'],
427      'origenes_cant': [2],
428      'servicio': 'medicina_fisica'},
429     {'cantidad': 1,
430      'insumo': 'PREGABALINA 75 MG',
431      'origenes': ['medicina_fisica'],
432      'origenes_cant': [1],
433      'servicio': 'medicina_fisica'},
434     {'cantidad': 1,
435      'insumo': 'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR',
436      'origenes': ['medicina_fisica'],
437      'origenes_cant': [1],
438      'servicio': 'medicina_fisica'}],
439     '1605657': [{'cantidad': 1,
440                  'insumo': 'CELECOXIB 200 MG',
441                  'origenes': ['medicina_fisica'],
442                  'origenes_cant': [1],
443                  'servicio': 'medicina_fisica'},
444                {'cantidad': 1,

```

```

445         'insumo': 'ESOMEPRAZOL 40MG MUPS',
446         'origenes': ['farmacia'],
447         'origenes_cant': [1],
448         'servicio': 'medicina_fisica'},
449     {'cantidad': 1,
450      'insumo': 'HIDROCLOROTIAZIDA 50 MG',
451      'origenes': ['farmacia'],
452      'origenes_cant': [1],
453      'servicio': 'medicina_fisica'},
454     {'cantidad': 2,
455      'insumo': 'LOSARTAN 50 MG',
456      'origenes': ['farmacia'],
457      'origenes_cant': [2],
458      'servicio': 'medicina_fisica'},
459     {'cantidad': 6,
460      'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
461      'origenes': ['farmacia'],
462      'origenes_cant': [6],
463      'servicio': 'medicina_fisica'},
464     {'cantidad': 2,
465      'insumo': 'PREDNISONA 5 MG',
466      'origenes': ['farmacia'],
467      'origenes_cant': [2],
468      'servicio': 'medicina_fisica'},
469     {'cantidad': 2,
470      'insumo': 'PREGABALINA 75 MG',
471      'origenes': ['farmacia'],
472      'origenes_cant': [2],
473      'servicio': 'medicina_fisica'},
474     {'cantidad': 1,
475      'insumo': 'TRAZODONE CLORHIDRATO 100 MG',
476      'origenes': ['farmacia'],
477      'origenes_cant': [1],
478      'servicio': 'medicina_fisica'},
479     {'cantidad': 1,
480      'insumo': 'DALTEPARINA SODICA 5000 UI',
481      'origenes': ['farmacia'],
482      'origenes_cant': [1],
483      'servicio': 'medicina_fisica'},
484     {'cantidad': 5,
485      'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
486      'origenes': ['farmacia'],
487      'origenes_cant': [5],
488      'servicio': 'medicina_fisica'}],
489     '1605862': [{'cantidad': 1,
490                  'insumo': 'BROMURO DE IPATR. FENOTEROL 20 ML '
491                        '(BERODUAL)',
492                  'origenes': ['farmacia'],
493                  'origenes_cant': [1],
494                  'servicio': 'medicina_fisica'},
495                {'cantidad': 1,
496                  'insumo': 'LACTULOSA 66% 200 ML.',
497                  'origenes': ['farmacia'],
498                  'origenes_cant': [1],
499                  'servicio': 'medicina_fisica'},
500                {'cantidad': 4,
501                  'insumo': 'LEVETIRACETAM 500 MG',
502                  'origenes': ['medicina_fisica'],
503                  'origenes_cant': [4],
504                  'servicio': 'medicina_fisica'},
505                {'cantidad': 3,
506                  'insumo': 'METOCLOPRAMIDA 10 MG',
507                  'origenes': ['farmacia'],
508                  'origenes_cant': [3],
509                  'servicio': 'medicina_fisica'},
510                {'cantidad': 3,
511                  'insumo': 'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR',
512                  'origenes': ['medicina_fisica', 'farmacia'],
513                  'origenes_cant': [2, 1],
514                  'servicio': 'medicina_fisica'},
515                {'cantidad': 1,

```

```

516         'insumo': 'QUETIAPINA 25 MG',
517         'origenes': ['farmacia'],
518         'origenes_cant': [1],
519         'servicio': 'medicina_fisica'},
520     {'cantidad': 2,
521      'insumo': 'RIFAXIMINA 200 MG',
522      'origenes': ['farmacia'],
523      'origenes_cant': [2],
524      'servicio': 'medicina_fisica'},
525     {'cantidad': 1,
526      'insumo': 'FUROSEMIDA 20 MG 1 ML',
527      'origenes': ['farmacia'],
528      'origenes_cant': [1],
529      'servicio': 'medicina_fisica'},
530     {'cantidad': 1,
531      'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% ',
532      'insumo': 'VIAFLEX 500 CC',
533      'origenes': ['farmacia'],
534      'origenes_cant': [1],
535      'servicio': 'medicina_fisica'}],
536     '37090': [{'cantidad': 2,
537               'insumo': 'GLUCERNA TRIPLE CARE 237 ML',
538               'origenes': ['farmacia'],
539               'origenes_cant': [2],
540               'servicio': 'medicina_fisica'}],
541     '455678': [{'cantidad': 2,
542                'insumo': 'CLONAZEPAM 0,5 MG',
543                'origenes': ['farmacia'],
544                'origenes_cant': [2],
545                'servicio': 'medicina_fisica'}]},
546     'nefrologia': {'1605502': [{'cantidad': 1,
547                                'insumo': 'HEPARINA SODICA 250 MG 5 ML',
548                                'origenes': ['nefrologia'],
549                                'origenes_cant': [1],
550                                'servicio': 'nefrologia'}],
551     '1605522': [{'cantidad': 5,
552                  'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
553                  'origenes': ['farmacia'],
554                  'origenes_cant': [5],
555                  'servicio': 'nefrologia'},
556                {'cantidad': 1,
557                  'insumo': 'SERTRALINA 50 MG',
558                  'origenes': ['farmacia'],
559                  'origenes_cant': [1],
560                  'servicio': 'nefrologia'},
561                {'cantidad': 2,
562                  'insumo': 'LOSARTAN 50 MG',
563                  'origenes': ['farmacia'],
564                  'origenes_cant': [2],
565                  'servicio': 'nefrologia'},
566                {'cantidad': 2,
567                  'insumo': 'FUROSEMIDA 40 MG',
568                  'origenes': ['farmacia'],
569                  'origenes_cant': [2],
570                  'servicio': 'nefrologia'},
571                {'cantidad': 2,
572                  'insumo': 'AMLODIPINO 10 MG',
573                  'origenes': ['farmacia'],
574                  'origenes_cant': [2],
575                  'servicio': 'nefrologia'},
576                {'cantidad': 3,
577                  'insumo': 'ACIDO FOLICO 1 MG',
578                  'origenes': ['farmacia'],
579                  'origenes_cant': [3],
580                  'servicio': 'nefrologia'},
581                {'cantidad': 1,
582                  'insumo': 'ATORVASTATINA 10 MG',
583                  'origenes': ['farmacia'],
584                  'origenes_cant': [1],
585                  'servicio': 'nefrologia'},
586                {'cantidad': 2,

```

```

587         'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
588         'origenes': ['farmacia'],
589         'origenes_cant': [2],
590         'servicio': 'nefrologia'}],
591 '1605531': [{ 'cantidad': 1,
592               'insumo': 'ZOPICLONA 7.5 MG',
593               'origenes': ['farmacia'],
594               'origenes_cant': [1],
595               'servicio': 'nefrologia'}],
596 '1605532': [{ 'cantidad': 1,
597               'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX '
598                   '250 CC',
599               'origenes': ['farmacia'],
600               'origenes_cant': [1],
601               'servicio': 'nefrologia'}],
602 '1605649': [{ 'cantidad': 6,
603               'insumo': 'CARBONATO DE CALCIO 500 MG',
604               'origenes': ['nefrologia'],
605               'origenes_cant': [6],
606               'servicio': 'nefrologia'},
607             { 'cantidad': 1,
608               'insumo': 'ACIDO ACETIL SALICILICO 100 MG',
609               'origenes': ['nefrologia'],
610               'origenes_cant': [1],
611               'servicio': 'nefrologia'},
612             { 'cantidad': 1,
613               'insumo': 'AMLODIPINO 10 MG',
614               'origenes': ['farmacia'],
615               'origenes_cant': [1],
616               'servicio': 'nefrologia'},
617             { 'cantidad': 1,
618               'insumo': 'ATORVASTATINA 40 MG',
619               'origenes': ['nefrologia'],
620               'origenes_cant': [1],
621               'servicio': 'nefrologia'},
622             { 'cantidad': 1,
623               'insumo': 'BISOPROLOL 2.5 MG',
624               'origenes': ['farmacia'],
625               'origenes_cant': [1],
626               'servicio': 'nefrologia'},
627             { 'cantidad': 2,
628               'insumo': 'FUROSEMIDA 40 MG',
629               'origenes': ['nefrologia'],
630               'origenes_cant': [2],
631               'servicio': 'nefrologia'},
632             { 'cantidad': 4,
633               'insumo': 'SODIO BICARBONATO 1 GR',
634               'origenes': ['nefrologia'],
635               'origenes_cant': [4],
636               'servicio': 'nefrologia'},
637             { 'cantidad': 14,
638               'insumo': 'INSULINA NPH 100 UI/ML 10 ML',
639               'origenes': ['farmacia'],
640               'origenes_cant': [14],
641               'servicio': 'nefrologia'},
642             { 'cantidad': 1,
643               'insumo': 'INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 ML',
644               'origenes': ['farmacia'],
645               'origenes_cant': [1],
646               'servicio': 'nefrologia'}],
647 '1605652': [{ 'cantidad': 3,
648               'insumo': 'SODIO BICARBONATO 1 GR',
649               'origenes': ['nefrologia', 'farmacia'],
650               'origenes_cant': [1, 2],
651               'servicio': 'nefrologia'},
652             { 'cantidad': 1,
653               'insumo': 'HEPARINA SODICA 250 MG 5 ML',
654               'origenes': ['nefrologia'],
655               'origenes_cant': [1],
656               'servicio': 'nefrologia'},
657             { 'cantidad': 1,

```



```

658      'insumo': 'PARACETAMOL 1GR/100ML',
659      'origenes': ['farmacia'],
660      'origenes_cant': [1],
661      'servicio': 'nefrologia'},
662  {'cantidad': 2,
663    'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC '
664      'VIAFLEX',
665    'origenes': ['nefrologia'],
666    'origenes_cant': [2],
667    'servicio': 'nefrologia'},
668  {'cantidad': 1,
669    'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX '
670      '250 CC',
671    'origenes': ['farmacia'],
672    'origenes_cant': [1],
673    'servicio': 'nefrologia'},
674  {'cantidad': 1,
675    'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
676    'origenes': ['farmacia'],
677    'origenes_cant': [1],
678    'servicio': 'nefrologia'},
679  {'cantidad': 5,
680    'insumo': 'ACIDO FOLICO 1 MG',
681    'origenes': ['farmacia'],
682    'origenes_cant': [5],
683    'servicio': 'nefrologia'},
684  {'cantidad': 6,
685    'insumo': 'CARBONATO DE CALCIO 500 MG',
686    'origenes': ['farmacia'],
687    'origenes_cant': [6],
688    'servicio': 'nefrologia'}],
689  '1605653': [{'cantidad': 1,
690    'insumo': 'PIPERACILINA - TAZOBACTAM 4.5 GR',
691    'origenes': ['farmacia'],
692    'origenes_cant': [1],
693    'servicio': 'nefrologia'}],
694  '1605678': [{'cantidad': 3,
695    'insumo': 'SODIO BICARBONATO 1 GR',
696    'origenes': ['nefrologia'],
697    'origenes_cant': [3],
698    'servicio': 'nefrologia'},
699  {'cantidad': 4,
700    'insumo': 'INSULINA CRISTALINA 100 UI/ML 10 ML',
701    'origenes': ['farmacia'],
702    'origenes_cant': [4],
703    'servicio': 'nefrologia'},
704  {'cantidad': 1,
705    'insumo': 'AMLODIPINO 10 MG',
706    'origenes': ['nefrologia'],
707    'origenes_cant': [1],
708    'servicio': 'nefrologia'},
709  {'cantidad': 1,
710    'insumo': 'ALLOPURINOL 100 MG',
711    'origenes': ['farmacia'],
712    'origenes_cant': [1],
713    'servicio': 'nefrologia'},
714  {'cantidad': 2,
715    'insumo': 'CARVEDILOL 12.5 MG',
716    'origenes': ['nefrologia', 'farmacia'],
717    'origenes_cant': [1, 1],
718    'servicio': 'nefrologia'},
719  {'cantidad': 6,
720    'insumo': 'HIDRALACINA 50 MG',
721    'origenes': ['farmacia'],
722    'origenes_cant': [6],
723    'servicio': 'nefrologia'},
724  {'cantidad': 1,
725    'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
726    'origenes': ['nefrologia'],
727    'origenes_cant': [1],
728    'servicio': 'nefrologia'}],

```

```

729      '1605778': [{ 'cantidad': 6,
730                    'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
731                    'origenes': ['nefrologia', 'farmacia'],
732                    'origenes_cant': [2, 4],
733                    'servicio': 'nefrologia'},
734      { 'cantidad': 3,
735        'insumo': 'POTASIO CLORURO 600 MG LIBERACION '
736          'SOSTENIDA',
737        'origenes': ['nefrologia'],
738        'origenes_cant': [3],
739        'servicio': 'nefrologia'},
740      { 'cantidad': 1,
741        'insumo': 'PREDNISONA 20 MG',
742        'origenes': ['nefrologia'],
743        'origenes_cant': [1],
744        'servicio': 'nefrologia'},
745      { 'cantidad': 4,
746        'insumo': 'DIPIRONA 1 GR 2 ML',
747        'origenes': ['nefrologia'],
748        'origenes_cant': [4],
749        'servicio': 'nefrologia'},
750      { 'cantidad': 1,
751        'insumo': 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML',
752        'origenes': ['nefrologia'],
753        'origenes_cant': [1],
754        'servicio': 'nefrologia'},
755      { 'cantidad': 1,
756        'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX '
757          '250 CC',
758        'origenes': ['nefrologia'],
759        'origenes_cant': [1],
760        'servicio': 'nefrologia'},
761      { 'cantidad': 2,
762        'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
763        'origenes': ['nefrologia'],
764        'origenes_cant': [2],
765        'servicio': 'nefrologia'},
766      { 'cantidad': 2,
767        'insumo': 'AMOXICILINA ACIDO CLAVULANICO 1 GR',
768        'origenes': ['farmacia'],
769        'origenes_cant': [2],
770        'servicio': 'nefrologia'},
771      { 'cantidad': 2,
772        'insumo': 'ITRACONAZOL 100 MG',
773        'origenes': ['farmacia'],
774        'origenes_cant': [2],
775        'servicio': 'nefrologia'}],
776      '1605792': [{ 'cantidad': 2,
777                    'insumo': 'ERITROPOYETINA HUMANA 2000 UI',
778                    'origenes': ['nefrologia'],
779                    'origenes_cant': [2],
780                    'servicio': 'nefrologia'},
781      { 'cantidad': 4,
782        'insumo': 'FUROSEMIDA 20 MG 1 ML',
783        'origenes': ['nefrologia'],
784        'origenes_cant': [4],
785        'servicio': 'nefrologia'},
786      { 'cantidad': 1,
787        'insumo': 'MULTIVITAMINICO ADULTO ENDOVENOSO',
788        'origenes': ['nefrologia'],
789        'origenes_cant': [1],
790        'servicio': 'nefrologia'},
791      { 'cantidad': 1,
792        'insumo': 'OLIGOELEMENTOS 2 ML',
793        'origenes': ['nefrologia'],
794        'origenes_cant': [1],
795        'servicio': 'nefrologia'},
796      { 'cantidad': 3,
797        'insumo': 'PARACETAMOL 1GR/100ML',
798        'origenes': ['nefrologia'],
799        'origenes_cant': [3],

```

```

800      'servicio': 'nefrologia'},
801      {'cantidad': 10,
802        'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
803        'origenes': ['farmacia'],
804        'origenes_cant': [10],
805        'servicio': 'nefrologia'},
806      {'cantidad': 3,
807        'insumo': 'TIAMINA 30 MG 1 ML (VITAMINA B1)',
808        'origenes': ['nefrologia'],
809        'origenes_cant': [3],
810        'servicio': 'nefrologia'},
811      {'cantidad': 1,
812        'insumo': 'SOLUCION GLUCOSADA 5% VIAFLEX 250 CC',
813        'origenes': ['nefrologia'],
814        'origenes_cant': [1],
815        'servicio': 'nefrologia'},
816      {'cantidad': 2,
817        'insumo': 'CEFTRIAXONA 1 GR',
818        'origenes': ['nefrologia'],
819        'origenes_cant': [2],
820        'servicio': 'nefrologia'},
821      {'cantidad': 1,
822        'insumo': 'MIRTAZAPINA 30 MG',
823        'origenes': ['nefrologia'],
824        'origenes_cant': [1],
825        'servicio': 'nefrologia'},
826      {'cantidad': 1,
827        'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
828        'origenes': ['nefrologia'],
829        'origenes_cant': [1],
830        'servicio': 'nefrologia'}],
831      '1605833': [{'cantidad': 5,
832                    'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC '
833                      'VIAFLEX',
834                    'origenes': ['nefrologia'],
835                    'origenes_cant': [5],
836                    'servicio': 'nefrologia'},
837                {'cantidad': 10,
838                  'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
839                  'origenes': ['farmacia'],
840                  'origenes_cant': [10],
841                  'servicio': 'nefrologia'},
842                {'cantidad': 3,
843                  'insumo': 'PARACETAMOL 1GR/100ML',
844                  'origenes': ['nefrologia'],
845                  'origenes_cant': [3],
846                  'servicio': 'nefrologia'},
847                {'cantidad': 12,
848                  'insumo': 'CLOXACILINA SODICA 500 MG',
849                  'origenes': ['farmacia'],
850                  'origenes_cant': [12],
851                  'servicio': 'nefrologia'},
852                {'cantidad': 2,
853                  'insumo': 'CARVEDILOL 12.5 MG',
854                  'origenes': ['farmacia'],
855                  'origenes_cant': [2],
856                  'servicio': 'nefrologia'},
857                {'cantidad': 1,
858                  'insumo': 'ACIDO FOLICO 1 MG',
859                  'origenes': ['nefrologia'],
860                  'origenes_cant': [1],
861                  'servicio': 'nefrologia'}],
862      '1605848': [{'cantidad': 2,
863                    'insumo': 'LOSARTAN 50 MG',
864                    'origenes': ['farmacia'],
865                    'origenes_cant': [2],
866                    'servicio': 'nefrologia'},
867                {'cantidad': 2,
868                  'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
869                  'origenes': ['nefrologia', 'farmacia'],
870                  'origenes_cant': [1, 1],

```

```

871      'servicio': 'nefrologia'},
872      {'cantidad': 1,
873        'insumo': 'SERTRALINA 50 MG',
874        'origenes': ['farmacia'],
875        'origenes_cant': [1],
876        'servicio': 'nefrologia'},
877      {'cantidad': 20,
878        'insumo': 'INSULINA NPH 100 UI/ML 10 ML',
879        'origenes': ['farmacia'],
880        'origenes_cant': [20],
881        'servicio': 'nefrologia'},
882      {'cantidad': 2,
883        'insumo': 'FUROSEMIDA 40 MG',
884        'origenes': ['farmacia'],
885        'origenes_cant': [2],
886        'servicio': 'nefrologia'},
887      {'cantidad': 2,
888        'insumo': 'AMLODIPINO 10 MG',
889        'origenes': ['farmacia'],
890        'origenes_cant': [2],
891        'servicio': 'nefrologia'},
892      {'cantidad': 3,
893        'insumo': 'ACIDO FOLICO 1 MG',
894        'origenes': ['nefrologia'],
895        'origenes_cant': [3],
896        'servicio': 'nefrologia'},
897      {'cantidad': 1,
898        'insumo': 'ATORVASTATINA 10 MG',
899        'origenes': ['farmacia'],
900        'origenes_cant': [1],
901        'servicio': 'nefrologia'}],
902  '1605860': [{'cantidad': 1,
903                'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX '
904                  '250 CC',
905                'origenes': ['farmacia'],
906                'origenes_cant': [1],
907                'servicio': 'nefrologia'},
908            {'cantidad': 5,
909                'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
910                'origenes': ['farmacia'],
911                'origenes_cant': [5],
912                'servicio': 'nefrologia'},
913            {'cantidad': 6,
914                'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
915                'origenes': ['farmacia'],
916                'origenes_cant': [6],
917                'servicio': 'nefrologia'},
918            {'cantidad': 1,
919                'insumo': 'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR',
920                'origenes': ['nefrologia'],
921                'origenes_cant': [1],
922                'servicio': 'nefrologia'},
923            {'cantidad': 3,
924                'insumo': 'DIPIRONA 1 GR 2 ML',
925                'origenes': ['farmacia'],
926                'origenes_cant': [3],
927                'servicio': 'nefrologia'},
928            {'cantidad': 3,
929                'insumo': 'METOCLOPRAMIDA 10 MG 2 ML',
930                'origenes': ['farmacia'],
931                'origenes_cant': [3],
932                'servicio': 'nefrologia'},
933            {'cantidad': 1,
934                'insumo': 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML',
935                'origenes': ['nefrologia'],
936                'origenes_cant': [1],
937                'servicio': 'nefrologia'}],
938  '1605870': [{'cantidad': 1,
939                'insumo': 'ZOPICLONA 7.5 MG',
940                'origenes': ['farmacia'],
941                'origenes_cant': [1],

```

```

942      'servicio': 'nefrologia']],
943      '1605889': [{ 'cantidad': 1,
944                    'insumo': 'ZOPICLONA 7.5 MG',
945                    'origenes': ['farmacia'],
946                    'origenes_cant': [1],
947                    'servicio': 'nefrologia']],
948      '1605913': [{ 'cantidad': 1,
949                    'insumo': 'SULFATRIMETOPRIM FORTE',
950                    'origenes': ['farmacia'],
951                    'origenes_cant': [1],
952                    'servicio': 'nefrologia']],
953      '1605918': [{ 'cantidad': 1,
954                    'insumo': 'ATORVASTATINA 10 MG',
955                    'origenes': ['nefrologia'],
956                    'origenes_cant': [1],
957                    'servicio': 'nefrologia'},
958                { 'cantidad': 1,
959                    'insumo': 'CARVEDILOL 12.5 MG',
960                    'origenes': ['farmacia'],
961                    'origenes_cant': [1],
962                    'servicio': 'nefrologia'},
963                { 'cantidad': 1,
964                    'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
965                    'origenes': ['nefrologia'],
966                    'origenes_cant': [1],
967                    'servicio': 'nefrologia'},
968                { 'cantidad': 1,
969                    'insumo': 'SERTRALINA 50 MG',
970                    'origenes': ['nefrologia'],
971                    'origenes_cant': [1],
972                    'servicio': 'nefrologia'},
973                { 'cantidad': 1,
974                    'insumo': 'CEFTRIAXONA 1 GR',
975                    'origenes': ['farmacia'],
976                    'origenes_cant': [1],
977                    'servicio': 'nefrologia'},
978                { 'cantidad': 36,
979                    'insumo': 'INSULINA NPH 100 UI/ML 10 ML',
980                    'origenes': ['farmacia'],
981                    'origenes_cant': [36],
982                    'servicio': 'nefrologia'},
983                { 'cantidad': 1,
984                    'insumo': 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML',
985                    'origenes': ['nefrologia'],
986                    'origenes_cant': [1],
987                    'servicio': 'nefrologia'}],
988      '1605936': [{ 'cantidad': 2,
989                    'insumo': 'SOL. GLUCOSADA 30% 20 ML',
990                    'origenes': ['farmacia'],
991                    'origenes_cant': [2],
992                    'servicio': 'nefrologia'}],
993      '1605956': [{ 'cantidad': 4,
994                    'insumo': 'METRONIDAZOL 500 MG COMP',
995                    'origenes': ['farmacia'],
996                    'origenes_cant': [4],
997                    'servicio': 'nefrologia'}],
998      '1605995': [{ 'cantidad': 1,
999                    'insumo': 'ACENOCUMAROL 4 MG',
1000                   'origenes': ['farmacia'],
1001                   'origenes_cant': [1],
1002                   'servicio': 'nefrologia'}],
1003      '1606002': [{ 'cantidad': 2,
1004                    'insumo': 'CLORHEXIDINA 2% ESPONJA',
1005                    'origenes': ['farmacia'],
1006                    'origenes_cant': [2],
1007                    'servicio': 'nefrologia'}],
1008      '1606059': [{ 'cantidad': 6,
1009                    'insumo': 'CARBONATO DE CALCIO 500 MG',
1010                    'origenes': ['farmacia'],
1011                    'origenes_cant': [6],
1012                    'servicio': 'nefrologia'},

```

```

1013         {'cantidad': 1,
1014          'insumo': 'POLIVITAMINICOS',
1015          'origenes': ['farmacia'],
1016          'origenes_cant': [1],
1017          'servicio': 'nefrologia'}],
1018 '1606153': [{'cantidad': 2,
1019              'insumo': 'KONAKION 10 MG 1 ML (VITAMINA K1)',
1020              'origenes': ['farmacia'],
1021              'origenes_cant': [2],
1022              'servicio': 'nefrologia'},
1023             {'cantidad': 2,
1024              'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC '
1025                'VIAFLEX',
1026              'origenes': ['nefrologia'],
1027              'origenes_cant': [2],
1028              'servicio': 'nefrologia'}],
1029 '1606275': [{'cantidad': 16,
1030              'insumo': 'FLEETGLICOL POLVO SOLUCION ORAL',
1031              'origenes': ['farmacia'],
1032              'origenes_cant': [16],
1033              'servicio': 'nefrologia'}],
1034 '1606333': [{'cantidad': 2,
1035              'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX '
1036                '250 CC',
1037              'origenes': ['nefrologia'],
1038              'origenes_cant': [2],
1039              'servicio': 'nefrologia'}],
1040 '1606362': [{'cantidad': 1,
1041              'insumo': 'ZOPICLONA 7.5 MG',
1042              'origenes': ['farmacia'],
1043              'origenes_cant': [1],
1044              'servicio': 'nefrologia'}],
1045 '307557': [{'cantidad': 2,
1046              'insumo': 'FENTANILO 25 MCG TRANSDERMICO',
1047              'origenes': ['farmacia'],
1048              'origenes_cant': [2],
1049              'servicio': 'nefrologia'}]},
1050 'neurocirugia': {'1605585': [{'cantidad': 4,
1051                              'insumo': 'LEVETIRACETAM 500 MG',
1052                              'origenes': ['farmacia'],
1053                              'origenes_cant': [4],
1054                              'servicio': 'neurocirugia'},
1055                             {'cantidad': 4,
1056                              'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
1057                              'origenes': ['neurocirugia'],
1058                              'origenes_cant': [4],
1059                              'servicio': 'neurocirugia'},
1060                             {'cantidad': 4,
1061                              'insumo': 'METOCLOPRAMIDA 10 MG 2 ML',
1062                              'origenes': ['neurocirugia', 'farmacia'],
1063                              'origenes_cant': [1, 3],
1064                              'servicio': 'neurocirugia'},
1065                             {'cantidad': 4,
1066                              'insumo': 'N-BUTIL DE ESCOPALAMINA 20 MG 1 ML',
1067                              'origenes': ['neurocirugia', 'farmacia'],
1068                              'origenes_cant': [1, 3],
1069                              'servicio': 'neurocirugia'},
1070                             {'cantidad': 10,
1071                              'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
1072                              'origenes': ['farmacia'],
1073                              'origenes_cant': [10],
1074                              'servicio': 'neurocirugia'},
1075                             {'cantidad': 1,
1076                              'insumo': 'CLORHEXIDINA GLUCONATO 0.12% 120 ML '
1077                                '(ORALGENE)',
1078                              'origenes': ['farmacia'],
1079                              'origenes_cant': [1],
1080                              'servicio': 'neurocirugia'},
1081                             {'cantidad': 1,
1082                              'insumo': 'ENEMA DE FOSFATOS ADULTO',
1083                              'origenes': ['farmacia'],

```

```

1084         'origenes_cant': [1],
1085         'servicio': 'neurocirugia']],
1086     '1605876': [{ 'cantidad': 1,
1087                   'insumo': 'ACIDO ASCORBICO 500 MG',
1088                   'origenes': ['neurocirugia'],
1089                   'origenes_cant': [1],
1090                   'servicio': 'neurocirugia'},
1091               { 'cantidad': 2,
1092                 'insumo': 'AMLODIPINO 10 MG',
1093                 'origenes': ['neurocirugia'],
1094                 'origenes_cant': [2],
1095                 'servicio': 'neurocirugia'},
1096               { 'cantidad': 2,
1097                 'insumo': 'CARBAMAZEPINA 200 MG',
1098                 'origenes': ['neurocirugia', 'farmacia'],
1099                 'origenes_cant': [1, 1],
1100                 'servicio': 'neurocirugia'},
1101               { 'cantidad': 6,
1102                 'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
1103                 'origenes': ['neurocirugia'],
1104                 'origenes_cant': [6],
1105                 'servicio': 'neurocirugia'},
1106               { 'cantidad': 1,
1107                 'insumo': 'POLIVITAMINICOS',
1108                 'origenes': ['neurocirugia'],
1109                 'origenes_cant': [1],
1110                 'servicio': 'neurocirugia'},
1111               { 'cantidad': 1,
1112                 'insumo': 'VASELINA LIQUIDA 120 ML',
1113                 'origenes': ['farmacia'],
1114                 'origenes_cant': [1],
1115                 'servicio': 'neurocirugia'},
1116               { 'cantidad': 1,
1117                 'insumo': 'ZINC SULFATO 110 MG',
1118                 'origenes': ['neurocirugia'],
1119                 'origenes_cant': [1],
1120                 'servicio': 'neurocirugia'},
1121               { 'cantidad': 10,
1122                 'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
1123                 'origenes': ['farmacia'],
1124                 'origenes_cant': [10],
1125                 'servicio': 'neurocirugia'},
1126               { 'cantidad': 1,
1127                 'insumo': 'KETOPROFENO 50 MG',
1128                 'origenes': ['neurocirugia'],
1129                 'origenes_cant': [1],
1130                 'servicio': 'neurocirugia'}]],
1131     '307914': [{ 'cantidad': 10,
1132                   'insumo': 'MORFINA CLORHIDRATO 10 MG 1 ML',
1133                   'origenes': ['farmacia'],
1134                   'origenes_cant': [10],
1135                   'servicio': 'neurocirugia'}]],
1136     '456562': [{ 'cantidad': 1,
1137                   'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
1138                   'origenes': ['neurocirugia'],
1139                   'origenes_cant': [1],
1140                   'servicio': 'neurocirugia'}]],
1141     'unidad_nefro_intermedia': { '1605861': [{ 'cantidad': 1,
1142                                                   'insumo': 'ATORVASTATINA 40 MG',
1143                                                   'origenes': ['farmacia'],
1144                                                   'origenes_cant': [1],
1145                                                   'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1146                                       { 'cantidad': 2,
1147                                         'insumo': 'POLIETILENGLICOL 3350 '
1148                                           'SOBRE 17GR',
1149                                         'origenes': ['farmacia'],
1150                                         'origenes_cant': [2],
1151                                         'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1152                                       { 'cantidad': 1,
1153                                         'insumo': 'QUETIAPINA 25 MG',
1154                                         'origenes': ['farmacia'],

```

```

1155     'origenes_cant': [1],
1156     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1157     {'cantidad': 1,
1158     'insumo': 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML',
1159     'origenes': ['unidad_nefro_intermedia'],
1160     'origenes_cant': [1],
1161     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1162     {'cantidad': 3,
1163     'insumo': 'PARACETAMOL 1GR/100ML',
1164     'origenes': ['farmacia'],
1165     'origenes_cant': [3],
1166     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1167     {'cantidad': 10,
1168     'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
1169     'origenes': ['farmacia'],
1170     'origenes_cant': [10],
1171     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1172     {'cantidad': 3,
1173     'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO '
1174             '0,9% 100 CC VIAFLEX',
1175     'origenes': ['farmacia'],
1176     'origenes_cant': [3],
1177     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1178     {'cantidad': 1,
1179     'insumo': 'ERITROPOYETINA HUMANA '
1180             '2000 UI',
1181     'origenes': ['farmacia'],
1182     'origenes_cant': [1],
1183     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'}],
1184 '1605907': [{'cantidad': 1,
1185     'insumo': 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML',
1186     'origenes': ['unidad_nefro_intermedia'],
1187     'origenes_cant': [1],
1188     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1189     {'cantidad': 3,
1190     'insumo': 'OMEPRAZOL 40 MG',
1191     'origenes': ['cirugia1',
1192             'nefrologia'],
1193     'origenes_cant': [1, 2],
1194     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1195     {'cantidad': 3,
1196     'insumo': 'PARACETAMOL 1GR/100ML',
1197     'origenes': ['unidad_nefro_intermedia'],
1198     'origenes_cant': [3],
1199     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1200     {'cantidad': 10,
1201     'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
1202     'origenes': ['farmacia'],
1203     'origenes_cant': [10],
1204     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1205     {'cantidad': 8,
1206     'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO '
1207             '0,9% 100 CC VIAFLEX',
1208     'origenes': ['medicina_interna',
1209             'gastroenterologia'],
1210     'origenes_cant': [7, 1],
1211     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1212     {'cantidad': 2,
1213     'insumo': 'POLIETILENGLICOL 3350 '
1214             'SOBRE 17GR',
1215     'origenes': ['unidad_nefro_intermedia',
1216             'farmacia'],
1217     'origenes_cant': [1, 1],
1218     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1219     {'cantidad': 8,
1220     'insumo': 'CLOXACILINA SODICA 500 MG',
1221     'origenes': ['farmacia'],
1222     'origenes_cant': [8],
1223     'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1224     {'cantidad': 6,
1225     'insumo': 'INSULINA CRISTALINA 100 '

```



```

1226         'UI/ML 10 ML',
1227         'origenes': ['farmacia'],
1228         'origenes_cant': [6],
1229         'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1230     {'cantidad': 1,
1231      'insumo': 'HEPARINA SODICA 250 MG 5 '
1232              'ML',
1233      'origenes': ['farmacia'],
1234      'origenes_cant': [1],
1235      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'}],
1236 '1605908': [{'cantidad': 3,
1237              'insumo': 'PIPERACILINA - TAZOBACTAM '
1238                      '4.5 GR',
1239              'origenes': ['farmacia'],
1240              'origenes_cant': [3],
1241              'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'}],
1242 '1605909': [{'cantidad': 1,
1243              'insumo': 'RISPERIDONA 3 MG',
1244              'origenes': ['farmacia'],
1245              'origenes_cant': [1],
1246              'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1247     {'cantidad': 2,
1248      'insumo': 'TIROXINA 100 MCG',
1249      'origenes': ['unidad_nefro_intermedia',
1250                 'farmacia'],
1251      'origenes_cant': [1, 1],
1252      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1253     {'cantidad': 10,
1254      'insumo': 'CLORURO DE POTASIO 10% 10 '
1255              'ML',
1256      'origenes': ['unidad_nefro_intermedia',
1257                 'farmacia'],
1258      'origenes_cant': [6, 4],
1259      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1260     {'cantidad': 1,
1261      'insumo': 'HEPARINA SODICA 250 MG 5 '
1262              'ML',
1263      'origenes': ['farmacia'],
1264      'origenes_cant': [1],
1265      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1266     {'cantidad': 3,
1267      'insumo': 'PARACETAMOL 1GR/100ML',
1268      'origenes': ['unidad_nefro_intermedia',
1269                 'farmacia'],
1270      'origenes_cant': [2, 1],
1271      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1272     {'cantidad': 5,
1273      'insumo': 'SODIO CLORURO 0.9% 20 ML',
1274      'origenes': ['farmacia'],
1275      'origenes_cant': [5],
1276      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1277     {'cantidad': 10,
1278      'insumo': 'SOL HEMOFILTRACION '
1279              'C/2MMOL/L POTASIO '
1280              '(DUOSOL) 5 LT',
1281      'origenes': ['farmacia'],
1282      'origenes_cant': [10],
1283      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1284     {'cantidad': 10,
1285      'insumo': 'SOLUCION CLORURO DE SODIO '
1286              '0.9% VIAFLEX 1000 CC',
1287      'origenes': ['farmacia'],
1288      'origenes_cant': [10],
1289      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1290     {'cantidad': 1,
1291      'insumo': 'PREGABALINA 75 MG',
1292      'origenes': ['farmacia'],
1293      'origenes_cant': [1],
1294      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1295     {'cantidad': 4,
1296      'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',

```

```

1297         'origenes': ['unidad_nefro_intermedia'],
1298         'origenes_cant': [4],
1299         'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1300     {'cantidad': 1,
1301      'insumo': 'OMEPRAZOL 20 MG',
1302      'origenes': ['farmacia'],
1303      'origenes_cant': [1],
1304      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1305     {'cantidad': 2,
1306      'insumo': 'PARACETAMOL 500 MG',
1307      'origenes': ['farmacia'],
1308      'origenes_cant': [2],
1309      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'},
1310     {'cantidad': 1,
1311      'insumo': 'ATORVASTATINA 40 MG',
1312      'origenes': ['farmacia'],
1313      'origenes_cant': [1],
1314      'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'}],
1315     '1605923': [{'cantidad': 2,
1316                  'insumo': 'CEFTRIAXONA 1 GR',
1317                  'origenes': ['farmacia'],
1318                  'origenes_cant': [2],
1319                  'servicio': 'unidad_nefro_intermedia'}]],
1320 'vuelta': {'numero': 1,
1321            'precedencias': [['cirugia1', 'unidad_nefro_intermedia'],
1322                             ['nefrologia', 'unidad_nefro_intermedia'],
1323                             ['medicina_interna', 'unidad_nefro_intermedia'],
1324                             ['gastroenterologia', 'unidad_nefro_intermedia']],
1325            'ruta': [0, 8, 6, 7, 4, 3, 5, 2, 1],
1326            'ruta_distancia': 884.0,
1327            'visitas': ['farmacia',
1328                       'unidad_nefro_intermedia',
1329                       'nefrologia',
1330                       'medicina_fisica',
1331                       'neurocirugia',
1332                       'cardiologia',
1333                       'cirugia1',
1334                       'medicina_interna',
1335                       'gastroenterologia']}]

```

Listing 9.9: Resultados para 04 de septiembre de 2018 - Vuelta 1

Devoluciones del 03 de septiembre de 2018

```

1
2 {'cardiologia': {'AMLODIPINO 10 MG': 2,
3                  'ATORVASTATINA 40 MG': 1,
4                  'BISOPROLOL 2.5 MG': 1,
5                  'DALTEPARINA SODICA 10.000 UI 1ML': 2,
6                  'DIPIRONA 1 GR 2 ML': 14,
7                  'LOSARTAN 50 MG': 1,
8                  'PARACETAMOL 500 MG': 2,
9                  'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX': 11},
10 'cirugia1': {'AMOXICILINA ACIDO CLAVULANICO 1 GR': 1,
11              'CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML': 4,
12              'DALTEPARINA SODICA 5000 UI': 1,
13              'ESPIRONOLACTONA 25 MG': 2,
14              'FUROSEMIDA 40 MG': 1,
15              'KETOPROFENO 50 MG': 4,
16              'MAGNESIO SULFATO 25% 5 ML': 2,
17              'OMEPRAZOL 20 MG': 1,
18              'OMEPRAZOL 40 MG': 1,
19              'PARACETAMOL 1GR/100ML': 2,
20              'PARACETAMOL 500 MG': 5,
21              'PIPERACILINA - TAZOBACTAM 4.5 GR': 2,
22              'RINGER LACTATO 500 ML': 2},
23 'cirugia2': {'BROMURO DE IPATR. FENOTEROL 20 ML (BERODUAL)': 5,
24              'FLUCONAZOL 200 MG 100 ML': 1,
25              'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 1,
26              'PARACETAMOL 1GR/100ML': 1,

```

27 'POTASIO CLORURO 600 MG LIBERACION SOSTENIDA': 1,
 28 'ZOPICLONA 7.5 MG': 2},
 29 'cirugia3': {'ACIDO FOLICO 1 MG': 1,
 30 'KETOROLACO 30 MG 1 ML': 1,
 31 'OMEPRAZOL 20 MG': 1,
 32 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 5},
 33 'gastroenterologia': {'ACENOCUMAROL 4 MG': 1,
 34 'CEFTRIAXONA 1 GR': 2,
 35 'CIPROFLOXACINO 500 MG': 1,
 36 'DALTEPARINA SODICA 5000 UI': 1,
 37 'DIPIRONA 1 GR 2 ML': 14,
 38 'ESPIRONOLACTONA 25 MG': 3,
 39 'FLEETGLICOL POLVO SOLUCION ORAL': 8,
 40 'KETOPROFRENO 100 MG EV': 3,
 41 'METILPREDNISOLONA SUCCINATO 125 MG': 3,
 42 'PARACETAMOL 1GR/100ML': 7,
 43 'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR': 6,
 44 'RIFAXIMINA 200 MG': 8,
 45 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX': 11,
 46 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC': 4,
 47 'SOLUCION GLUCOSADA 5% 100 ML VIAFLEX': 1,
 48 'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 3},
 49 'medicina_fisica': {'ACIDO ASCORBICO 500 MG': 4,
 50 'BROMURO DE IPATROPIO 20 MCG - FENOTEROL 50 MCG HFA': 1,
 51 'CELECOXIB 200 MG': 1,
 52 'COLCHICINA 0.5 MG': 2,
 53 'DICLOFENACO GEL 1%': 1,
 54 'LACTULOSA 66% 200 ML.': 1,
 55 'LEVETIRACETAM 500 MG': 4,
 56 'LOSARTAN 50 MG': 1,
 57 'METOCLOPRAMIDA 10 MG': 2,
 58 'MIRTAZAPINA 30 MG': 1,
 59 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 1,
 60 'PARACETAMOL 500 MG': 4,
 61 'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR': 3,
 62 'PREGABALINA 75 MG': 2,
 63 'SULFATO FERROSO 200 MG': 3,
 64 'TRAMADOL 50 MG LONG': 2,
 65 'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 1,
 66 'TRAZODONE CLORHIDRATO 100 MG': 1},
 67 'medicina_interna': {'BISOPROLOL 2.5 MG': 1,
 68 'CARBONATO CALCIO 1 GR': 9,
 69 'CARBONATO DE CALCIO 500 MG': 1,
 70 'CICLOSPORINA 50 MG': 2,
 71 'CIPROFLOXACINO 500 MG': 1,
 72 'DALTEPARINA SODICA 5000 UI': 1,
 73 'DIPIRONA 1 GR 2 ML': 7,
 74 'ERITROPOYETINA HUMANA 2000 UI': 1,
 75 'HALOPERIDOL 5 MG 1 ML': 1,
 76 'OLANZAPINA 10 MG': 1,
 77 'OMEPRAZOL 20 MG': 2,
 78 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 3,
 79 'PARACETAMOL 1GR/100ML': 3,
 80 'PARACETAMOL 500 MG': 18,
 81 'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR': 3,
 82 'PREDNISONA 20 MG': 1,
 83 'PREDNISONA 5 MG': 1,
 84 'QUETIAPINA 25 MG': 2,
 85 'RIFAXIMINA 200 MG': 2,
 86 'SODIO BICARBONATO 1 GR': 2,
 87 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX': 7,
 88 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC': 5,
 89 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 500 CC': 1,
 90 'SULFATRIMETOPRIM FORTE': 1,
 91 'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG 2 ML': 6,
 92 'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 1,
 93 'VANCOMICINA 1 GR': 3},
 94 'nefrologia': {'ACIDO ACETIL SALICILICO 100 MG': 1,
 95 'ACIDO FOLICO 1 MG': 4,
 96 'AMLODIPINO 10 MG': 1,
 97 'AMOXICILINA 500 MG / 5 ML': 1,

98 'ATORVASTATINA 10 MG': 1,
 99 'ATORVASTATINA 40 MG': 2,
 100 'CARBONATO CALCIO 1 GR': 5,
 101 'CARBONATO DE CALCIO 500 MG': 6,
 102 'CARVEDILOL 12.5 MG': 1,
 103 'CEFTRIAXONA 1 GR': 2,
 104 'DEXAMETASONA 4 MG 1 ML': 15,
 105 'DIPIRONA 1 GR 2 ML': 4,
 106 'DOMPERIDONA 10 MG / 2 ML': 1,
 107 'ERITROPOYETINA HUMANA 2000 UI': 2,
 108 'FUROSEMIDA 20 MG 1 ML': 4,
 109 'FUROSEMIDA 40 MG': 2,
 110 'HEPARINA SODICA 250 MG 5 ML': 2,
 111 'LOPERAMIDA CLORHIDRATO 2 MG': 4,
 112 'MIRTAZAPINA 30 MG': 1,
 113 'MULTIVITAMINICO ADULTO ENDOVENOSO': 1,
 114 'OLIGOELEMENTOS 2 ML': 1,
 115 'OMEPRAZOL 20 MG': 6,
 116 'OMEPRAZOL 40 MG': 2,
 117 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 5,
 118 'ONDANSETRON 8 MG 4 ML': 3,
 119 'PARACETAMOL 1GR/100ML': 6,
 120 'PARACETAMOL 500 MG': 2,
 121 'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR': 1,
 122 'POTASIO CLORURO 600 MG LIBERACION SOSTENIDA': 6,
 123 'PREDNISONA 20 MG': 1,
 124 'SERTRALINA 50 MG': 1,
 125 'SODIO BICARBONATO 1 GR': 8,
 126 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX': 9,
 127 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 1000 CC': 1,
 128 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC': 3,
 129 'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 500 CC': 1,
 130 'SOLUCION GLUCOSADA 5% VIAFLEX 250 CC': 1,
 131 'TIAMINA 30 MG 1 ML (VITAMINA B1)': 3,
 132 'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 1},
 133 'neonatologia': {},
 134 'neurocirugia': {'ACIDO ASCORBICO 500 MG': 1,
 135 'AMLODIPINO 10 MG': 2,
 136 'BROMURO DE IPATR. FENOTEROL 20 ML (BERODUAL)': 1,
 137 'CARBAMAZEPINA 200 MG': 1,
 138 'DEXAMETASONA 4 MG': 1,
 139 'KETOPROFENO 50 MG': 1,
 140 'METOCLOPRAMIDA 10 MG 2 ML': 1,
 141 'N-BUTIL DE ESCOPALAMINA 20 MG 1 ML': 1,
 142 'OMEPRAZOL 20 MG': 1,
 143 'PARACETAMOL 500 MG': 10,
 144 'POLIVITAMINICOS': 1,
 145 'ZINC SULFATO 110 MG': 1},
 146 'otorrino': {'PARACETAMOL 1GR/100ML': 1,
 147 'PIPERACILINA - TAZOBACTAM 4.5 GR': 1,
 148 'SOLUCION GLUCOSADA 5% VIAFLEX 500 CC': 2},
 149 'pensionado_urologia': {'ACIDO TRANEXAMICO 1 GR 10 ML': 1,
 150 'AMLODIPINO 10 MG': 1,
 151 'ANTIESPASMODICO': 1,
 152 'PARACETAMOL 1GR/100ML': 1,
 153 'PARACETAMOL 500 MG': 2,
 154 'VANCOMICINA 1 GR': 2,
 155 'VORICONAZOL 200 MG': 3},
 156 'puerperio': {},
 157 'quirurgica2': {'ACYCLOVIR 200 MG': 4,
 158 'CEFTRIAXONA 1 GR': 1,
 159 'CLORFENAMINA MALEATO 4 MG': 3,
 160 'LEVOFLOXACINA 500 MG': 1,
 161 'PARACETAMOL 1GR/100ML': 4,
 162 'TRAZODONE CLORHIDRATO 100 MG': 1},
 163 'quirurgica3': {'ACIDO ASCORBICO 500 MG': 1,
 164 'OMEPRAZOL 40 MG': 1,
 165 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 1,
 166 'PARACETAMOL 1GR/100ML': 1,
 167 'PARACETAMOL 500 MG': 2,
 168 'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 1},

```

169 'traumatologia': {'DIPIRONA 1 GR 2 ML': 3,
170                   'KETOROLACO 30 MG 1 ML': 1,
171                   'OMEPRAZOL 20 MG': 4,
172                   'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 3,
173                   'PARACETAMOL 500 MG': 12,
174                   'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 1000 CC': 1,
175                   'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG 2 ML': 3,
176                   'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 2,
177                   'ZOPICLONA 7.5 MG': 1},
178 'unidad_nefro_intermedia': {'CLONAZEPAM 2 MG': 2,
179                              'CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML': 6,
180                              'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 4,
181                              'PARACETAMOL 1GR/100ML': 5,
182                              'PARACETAMOL 500 MG': 4,
183                              'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR': 1,
184                              'TIROXINA 100 MCG': 1}}

```

Listing 9.10: Devoluciones del 03 de septiembre de 2018

Devoluciones Efectivas del 03 de septiembre de 2018

```

1
2 {'cardiologia': {'AMLODIPINO 10 MG': 1, 'DALTEPARINA SODICA 10.000 UI 1ML': 2},
3 'cirugia1': {'AMOXICILINA ACIDO CLAVULANICO 1 GR': 1,
4              'CLORURO DE POTASIO 10% 10 ML': 4,
5              'DALTEPARINA SODICA 5000 UI': 1,
6              'ESPIRONOLACTONA 25 MG': 2,
7              'FUROSEMIDA 40 MG': 1,
8              'KETOPROFENO 50 MG': 4,
9              'MAGNESIO SULFATO 25% 5 ML': 2,
10             'OMEPRAZOL 20 MG': 1,
11             'PARACETAMOL 1GR/100ML': 2,
12             'PARACETAMOL 500 MG': 5,
13             'PIPERACILINA - TAZOBACTAM 4.5 GR': 2,
14             'RINGER LACTATO 500 ML': 2},
15 'cirugia2': {'BROMURO DE IPATR. FENOTEROL 20 ML (BERODUAL)': 5,
16              'FLUCONAZOL 200 MG 100 ML': 1,
17              'POTASIO CLORURO 600 MG LIBERACION SOSTENIDA': 1},
18 'cirugia3': {},
19 'gastroenterologia': {'ACENOCUMAROL 4 MG': 1,
20                       'CEFTRIAXONA 1 GR': 2,
21                       'CIPROFLOXACINO 500 MG': 1,
22                       'DALTEPARINA SODICA 5000 UI': 1,
23                       'DIPIRONA 1 GR 2 ML': 14,
24                       'ESPIRONOLACTONA 25 MG': 3,
25                       'FLEETGLICOL POLVO SOLUCION ORAL': 8,
26                       'KETOPROFENO 100 MG EV': 3,
27                       'METILPREDNISOLONA SUCCINATO 125 MG': 3,
28                       'PARACETAMOL 1GR/100ML': 7,
29                       'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR': 6,
30                       'RIFAXIMINA 200 MG': 8,
31                       'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0,9% 100 CC VIAFLEX': 10,
32                       'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC': 4,
33                       'SOLUCION GLUCOSADA 5% 100 ML VIAFLEX': 1,
34                       'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 3},
35 'medicina_fisica': {'BROMURO DE IPATROPIO 20 MCG - FENOTEROL 50 MCG HFA': 1,
36                    'COLCHICINA 0.5 MG': 2,
37                    'DICLOFENACO GEL 1%': 1,
38                    'TRAMADOL 50 MG LONG': 2},
39 'medicina_interna': {'BISOPROLOL 2.5 MG': 1,
40                      'CARBONATO CALCIO 1 GR': 9,
41                      'CARBONATO DE CALCIO 500 MG': 1,
42                      'CICLOSPORINA 50 MG': 2,
43                      'CIPROFLOXACINO 500 MG': 1,
44                      'DALTEPARINA SODICA 5000 UI': 1,
45                      'DIPIRONA 1 GR 2 ML': 7,
46                      'ERITROPOYETINA HUMANA 2000 UI': 1,
47                      'HALOPERIDOL 5 MG 1 ML': 1,
48                      'OLANZAPINA 10 MG': 1,
49                      'OMEPRAZOL 20 MG': 2,

```

```

50      'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 3,
51      'PARACETAMOL 1GR/100ML': 3,
52      'PARACETAMOL 500 MG': 18,
53      'POLIETILENGLICOL 3350 SOBRE 17GR': 3,
54      'PREDNISONA 20 MG': 1,
55      'PREDNISONA 5 MG': 1,
56      'QUETIAPINA 25 MG': 2,
57      'RIFAXIMINA 200 MG': 2,
58      'SODIO BICARBONATO 1 GR': 2,
59      'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 250 CC': 5,
60      'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 500 CC': 1,
61      'SULFATRIMETOPRIM FORTE': 1,
62      'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG 2 ML': 6,
63      'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 1,
64      'VANCOMICINA 1 GR': 3},
65  'nefrologia': {'AMOXICILINA 500 MG / 5 ML': 1,
66                'ATORVASTATINA 40 MG': 1,
67                'CARBONATO CALCIO 1 GR': 5,
68                'DEXAMETASONA 4 MG 1 ML': 15,
69                'DOMPERIDONA 10 MG / 2 ML': 1,
70                'LOPERAMIDA CLORHIDRATO 2 MG': 4,
71                'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 2,
72                'ONDANSETRON 8 MG 4 ML': 3,
73                'POTASIO CLORURO 600 MG LIBERACION SOSTENIDA': 3,
74                'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 1000 CC': 1,
75                'SOLUCION CLORURO DE SODIO 0.9% VIAFLEX 500 CC': 1,
76                'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 1},
77  'neonatologia': {},
78  'neurocirugia': {'BROMURO DE IPATR. FENOTEROL 20 ML (BERODUAL)': 1,
79                  'DEXAMETASONA 4 MG': 1},
80  'otorrino': {'SOLUCION GLUCOSADA 5% VIAFLEX 500 CC': 2},
81  'pensionado_urologia': {'VANCOMICINA 1 GR': 2},
82  'puerperio': {},
83  'quirurgica2': {'CEFTRIAXONA 1 GR': 1,
84                 'CLORFENAMINA MALEATO 4 MG': 3,
85                 'LEVOFLOXACINA 500 MG': 1},
86  'quirurgica3': {'OMEPRAZOL 40 MG': 1, 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 1},
87  'traumatologia': {'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 2,
88                   'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG 2 ML': 1,
89                   'TRAMADOL CLORHIDRATO 100 MG/ML': 2,
90                   'ZOPICLONA 7.5 MG': 1},
91  'unidad_nefro_intermedia': {'CLONAZEPAM 2 MG': 2, 'ONDANSETRON 4 MG 2 ML': 2}

```

Listing 9.11: Devoluciones Efectivas del 03 de septiembre de 2018

Gráficos Devoluciones originales versus Devoluciones con Re-assignación 2018 y 2019

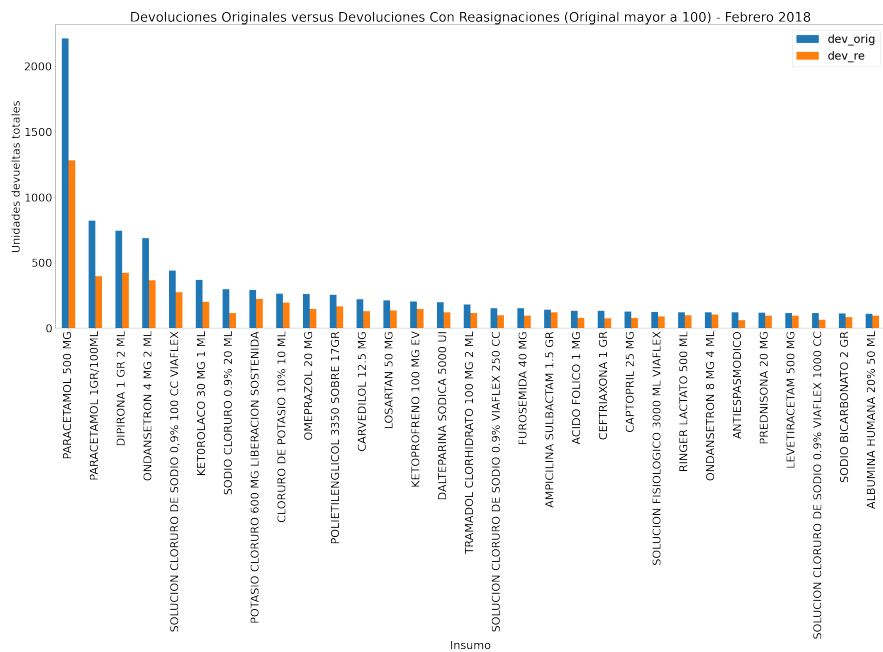


Figura 9.1: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-assignación - Febrero 2018
Fuente: Elaboración propia

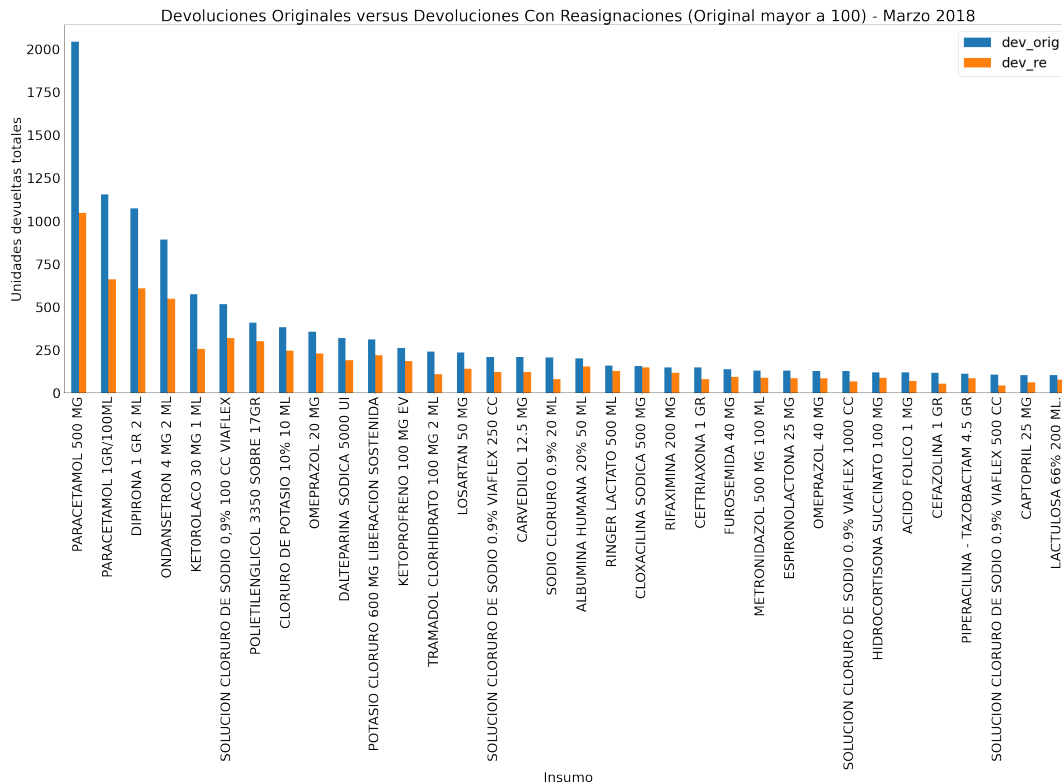


Figura 9.2: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-assignación - Marzo 2018
Fuente: Elaboración propia

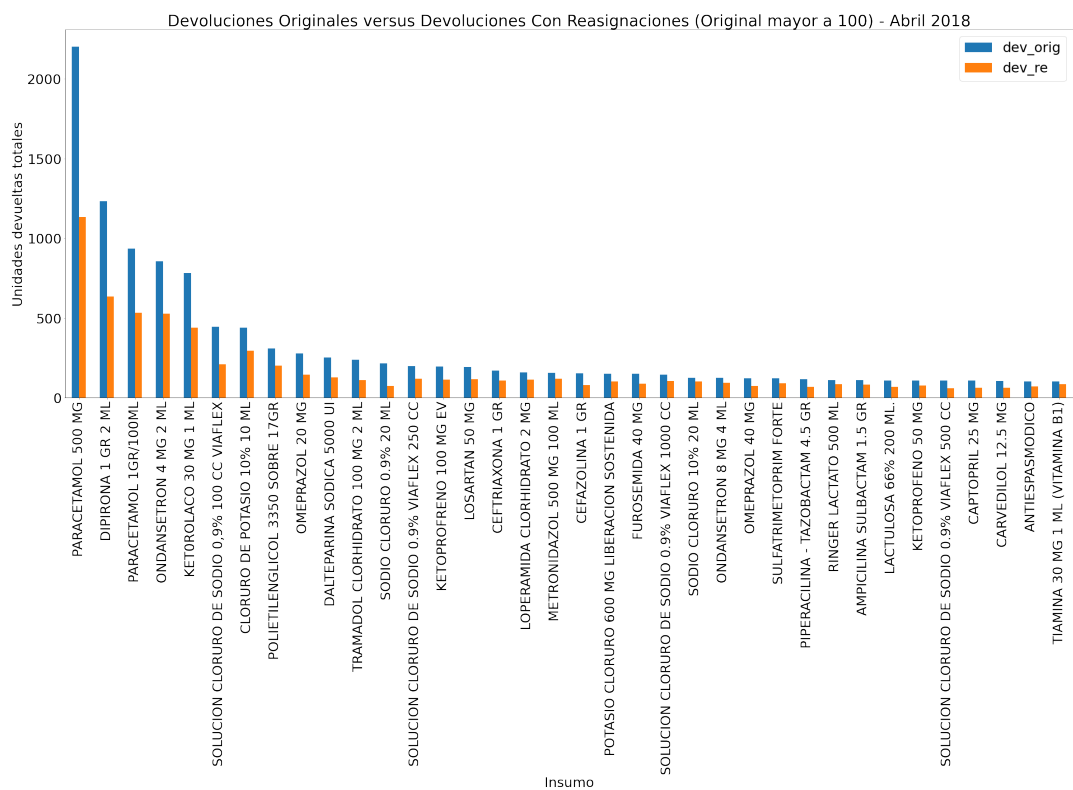


Figura 9.3: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Abril 2018
Fuente: Elaboración propia

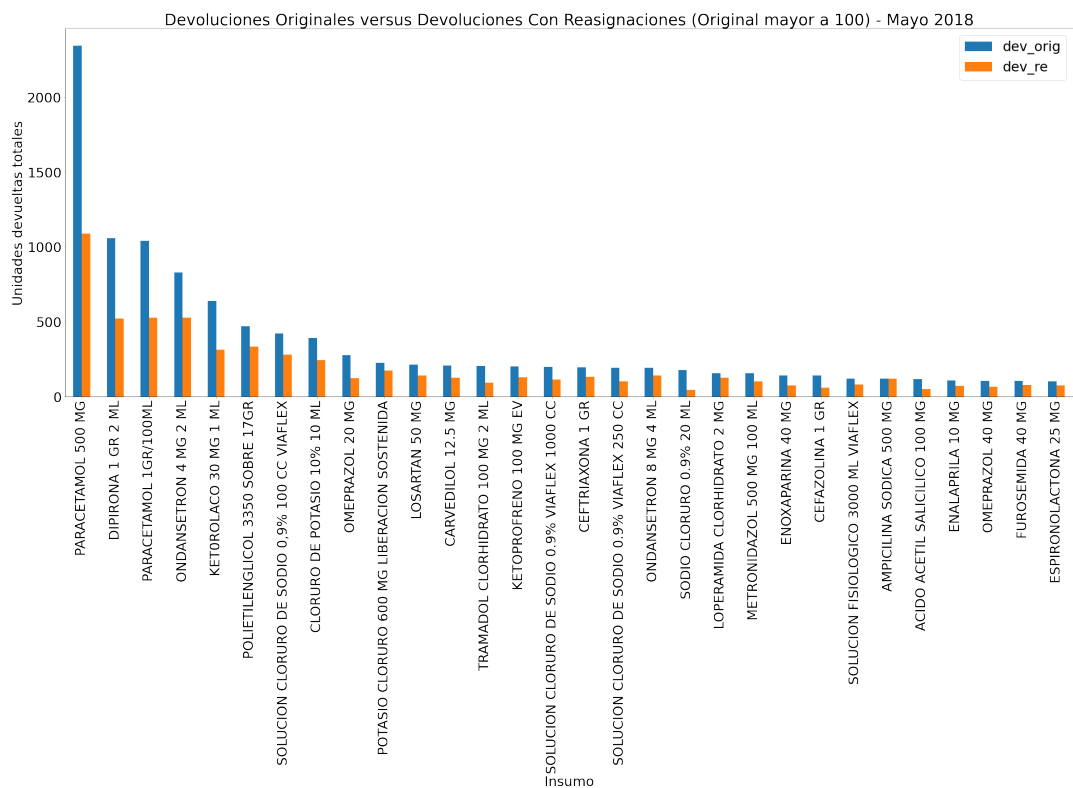


Figura 9.4: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Mayo 2018
Fuente: Elaboración propia

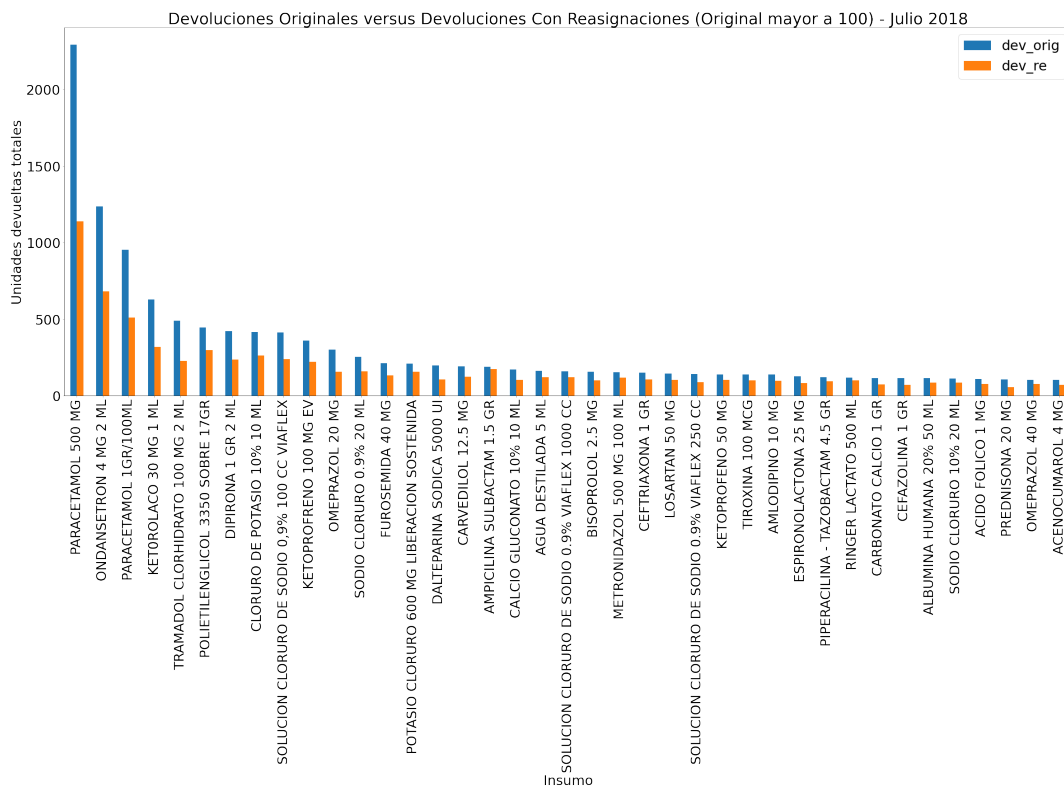


Figura 9.5: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Julio 2018
Fuente: Elaboración propia

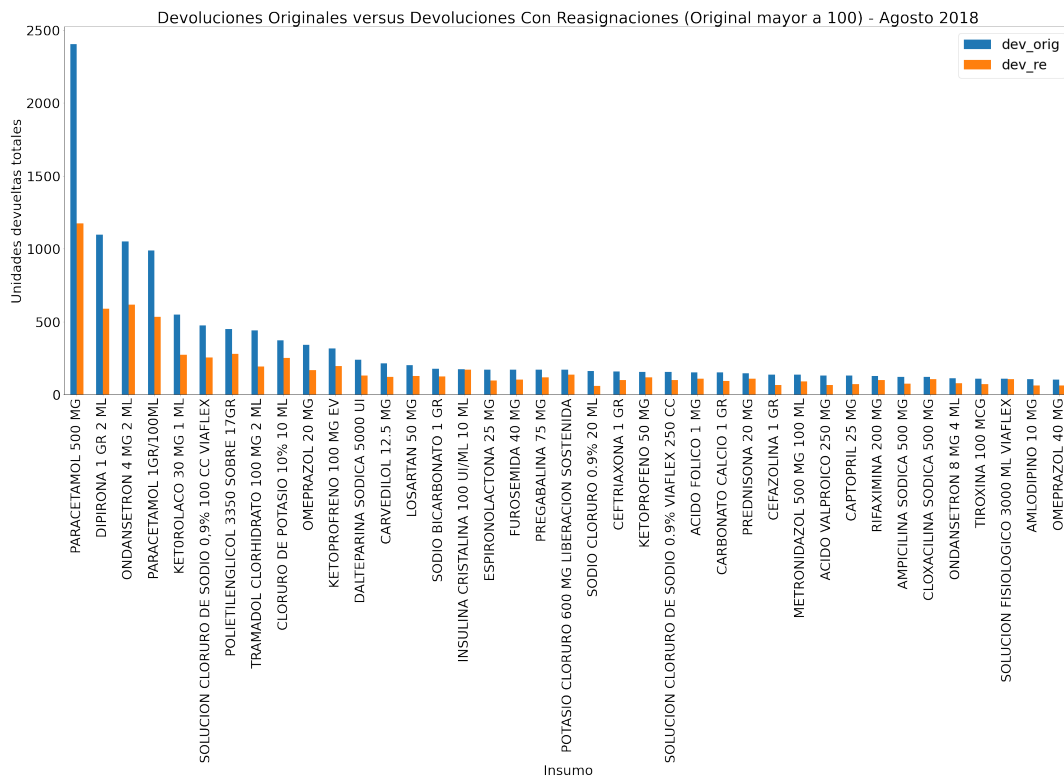


Figura 9.6: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Agosto 2018
Fuente: Elaboración propia

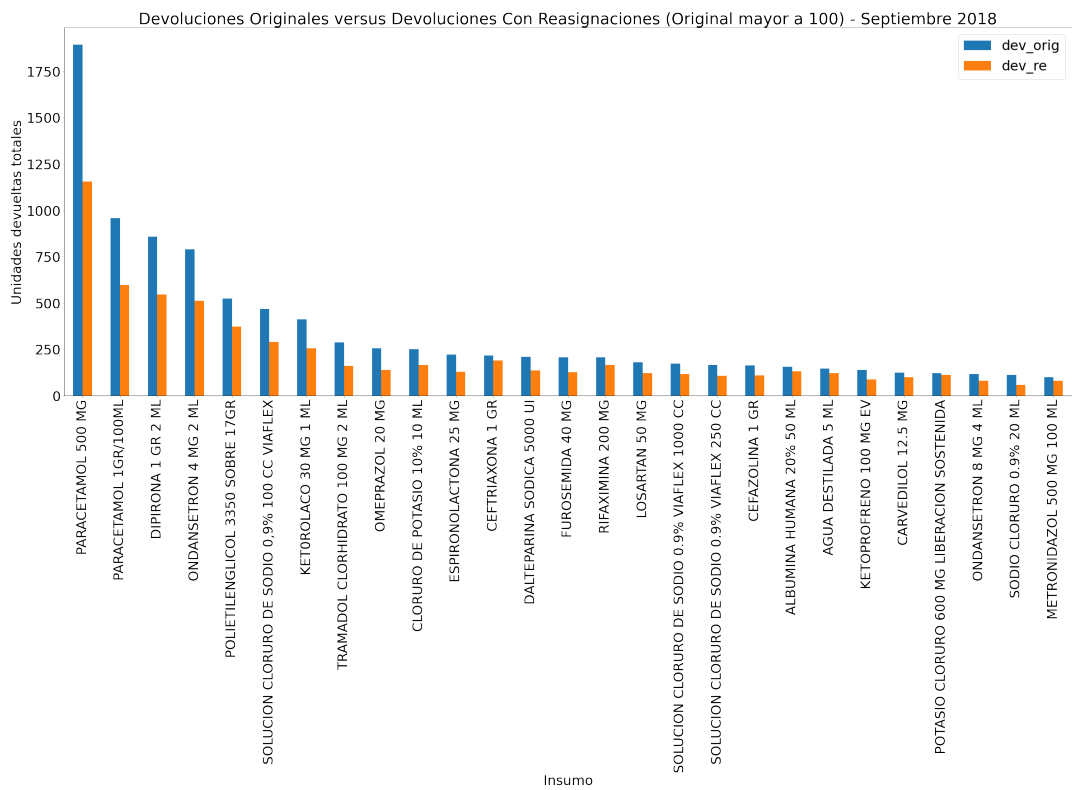


Figura 9.7: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Septiembre 2018
Fuente: Elaboración propia

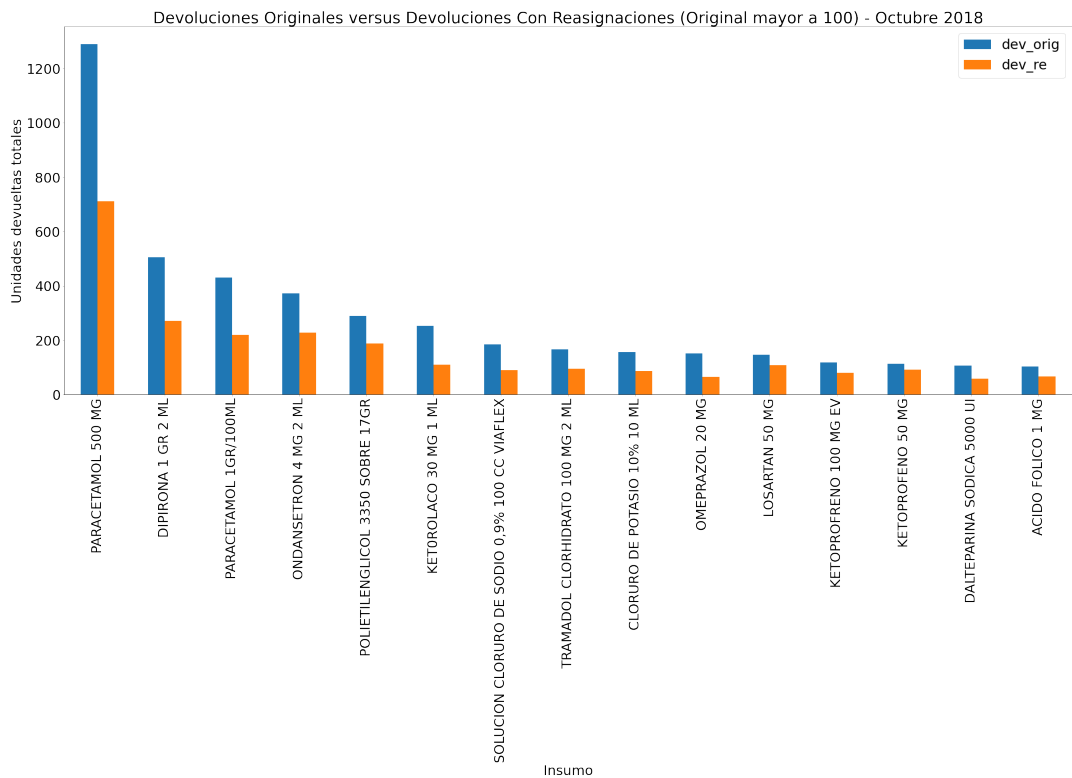


Figura 9.8: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Octubre 2018
Fuente: Elaboración propia

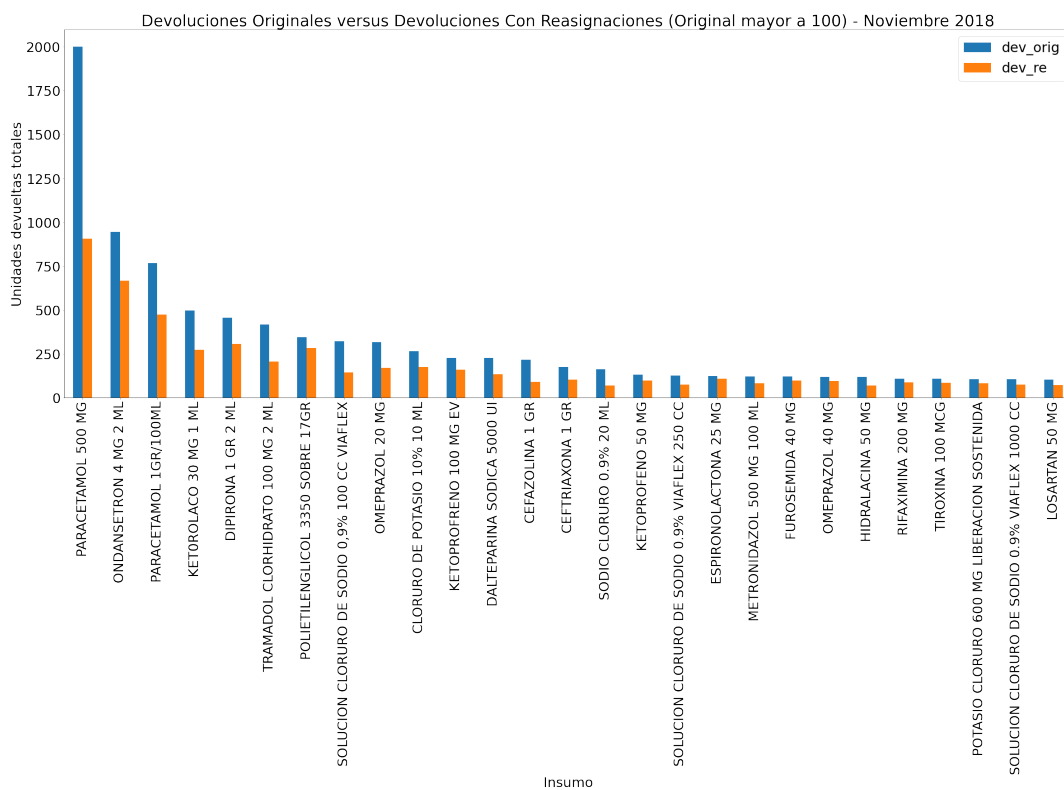


Figura 9.9: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Noviembre 2018
Fuente: Elaboración propia

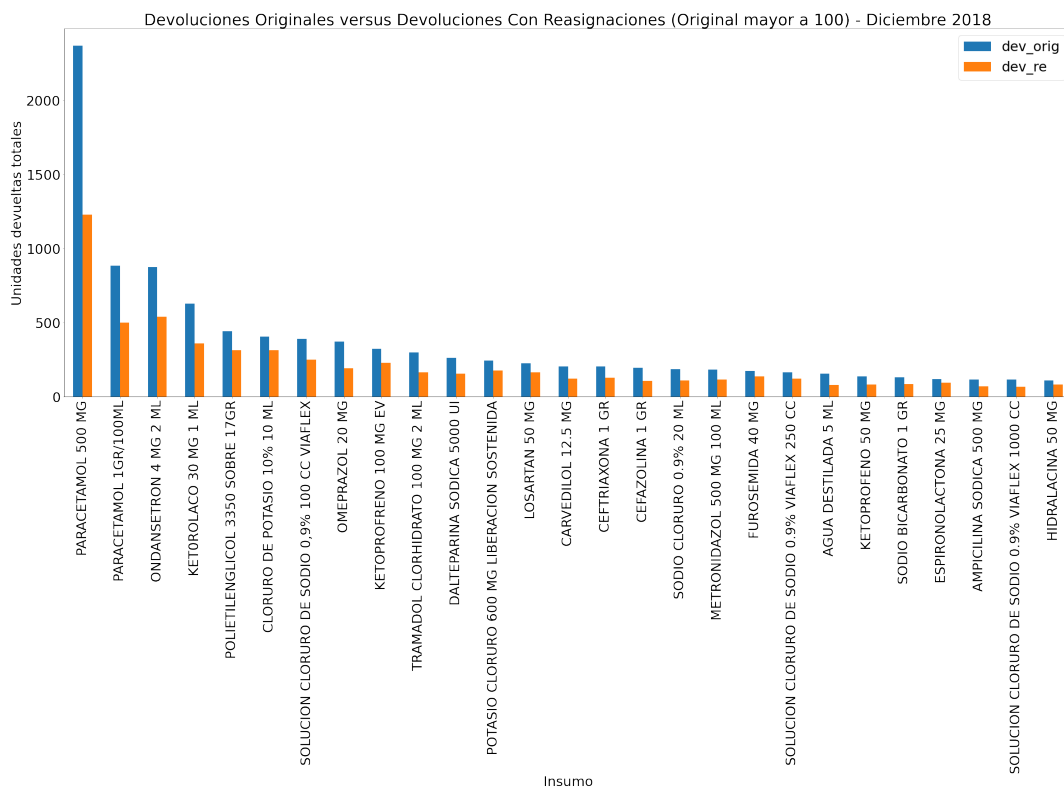


Figura 9.10: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Diciembre 2018
Fuente: Elaboración propia

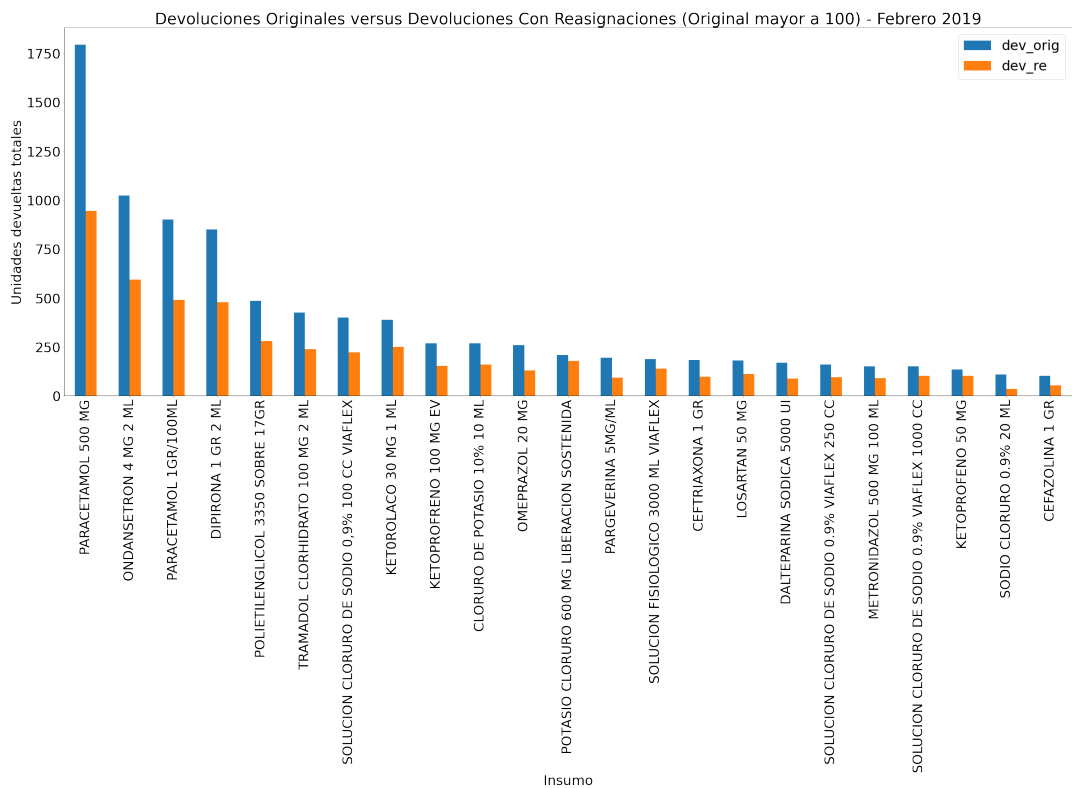


Figura 9.11: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Febrero 2019
Fuente: Elaboración propia

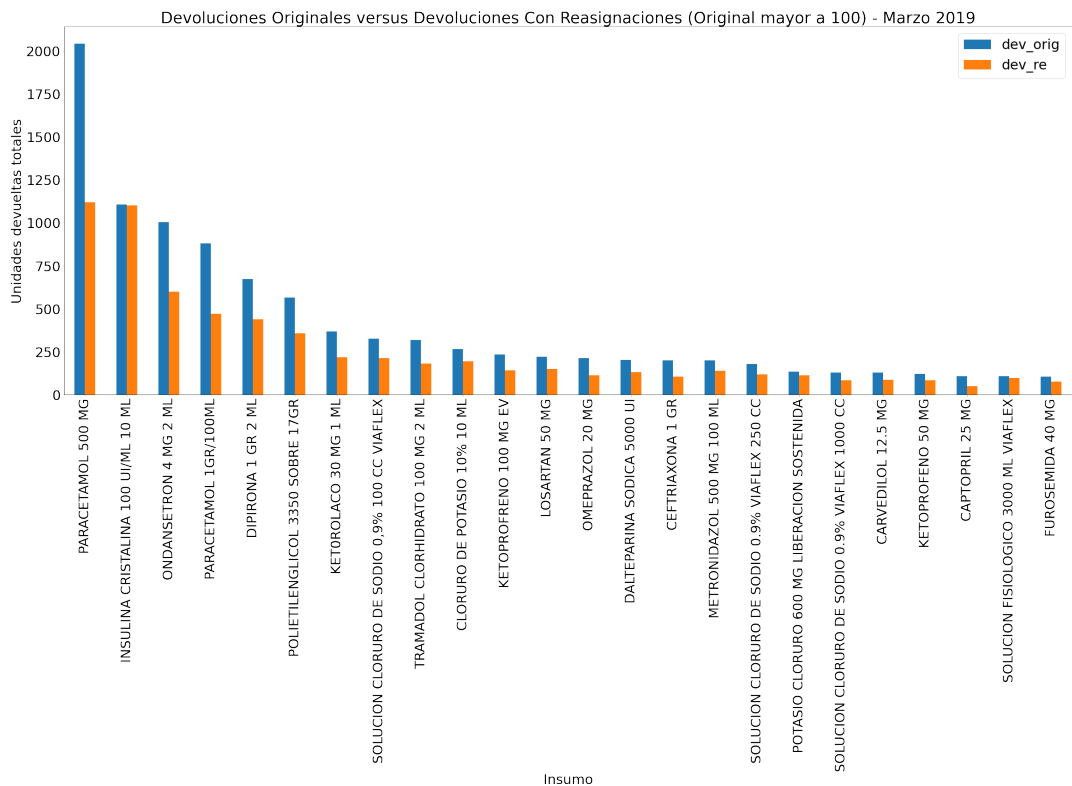


Figura 9.12: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Marzo 2019
Fuente: Elaboración propia

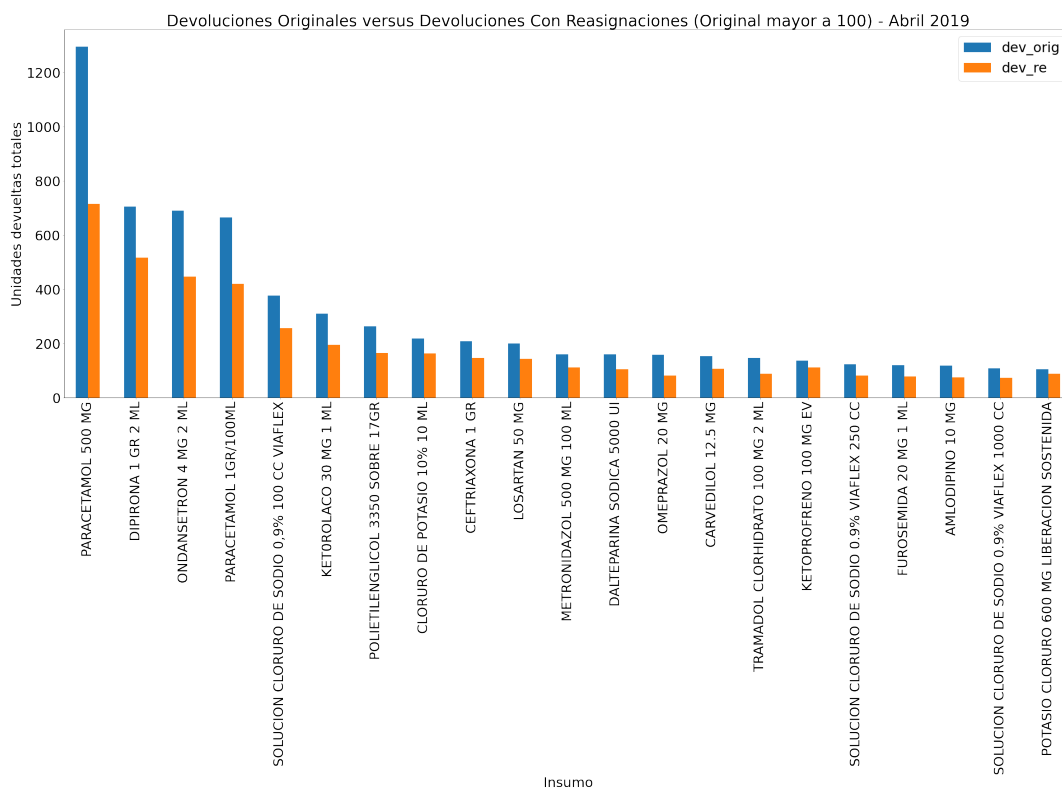


Figura 9.13: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Abril 2019
Fuente: Elaboración propia

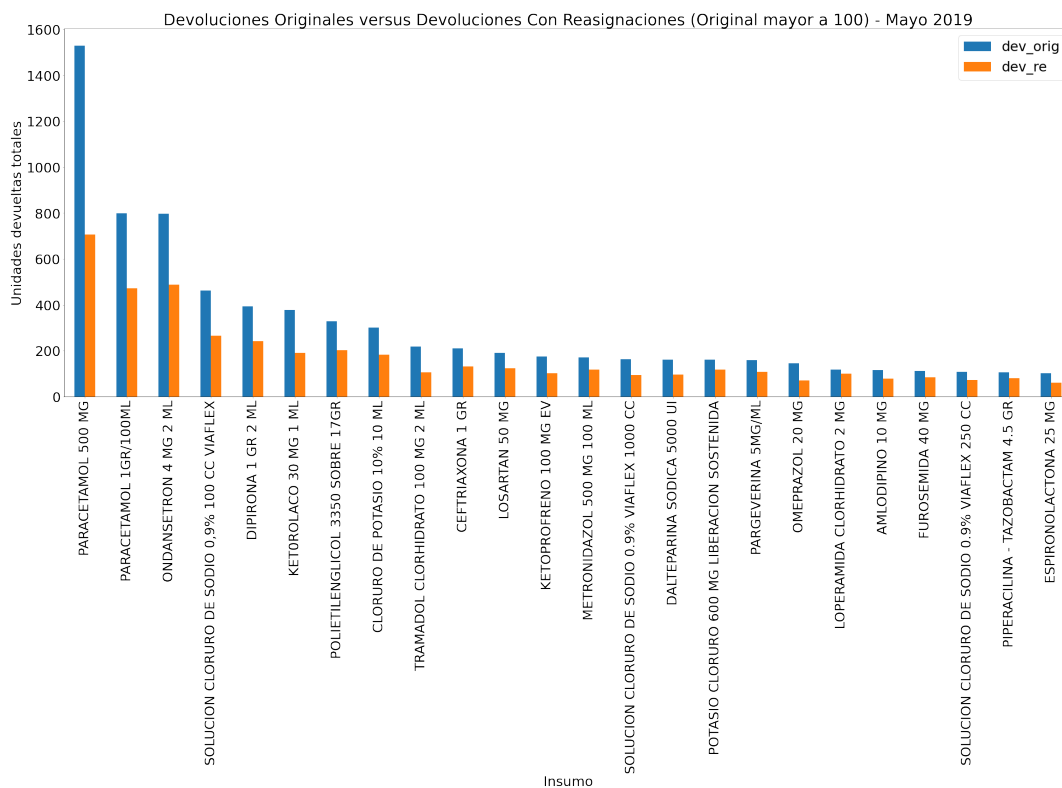


Figura 9.14: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Mayo 2019
Fuente: Elaboración propia

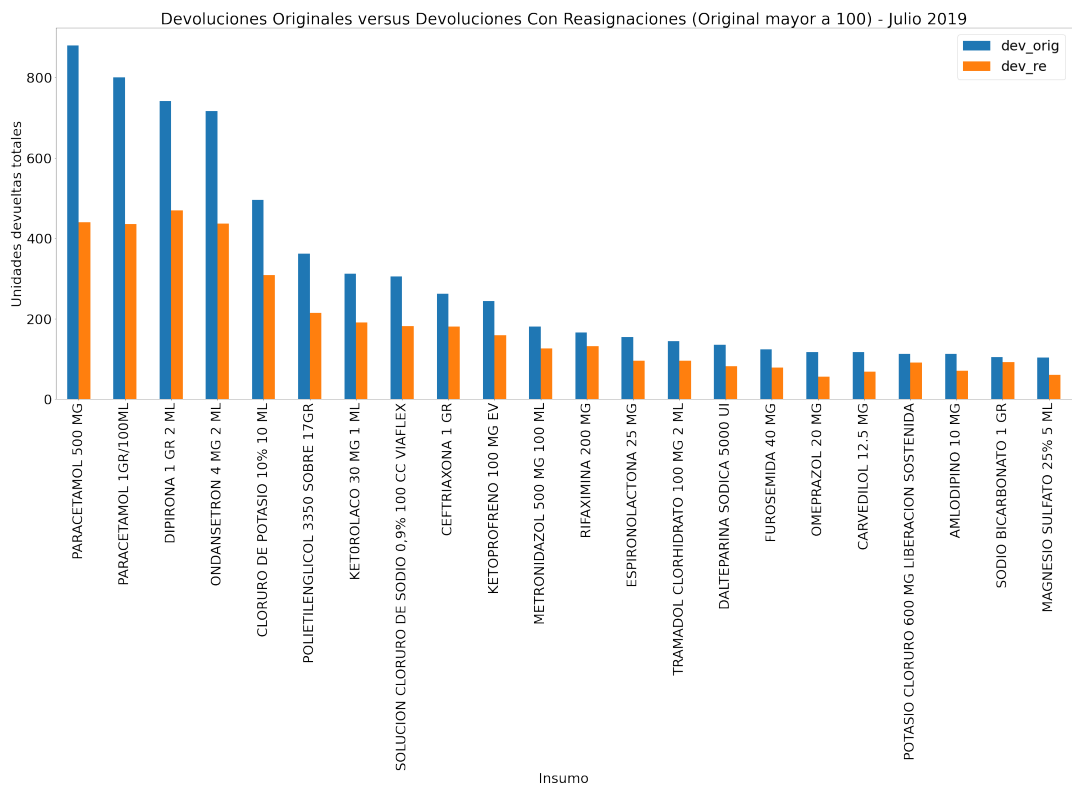


Figura 9.15: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Julio 2019
Fuente: Elaboración propia

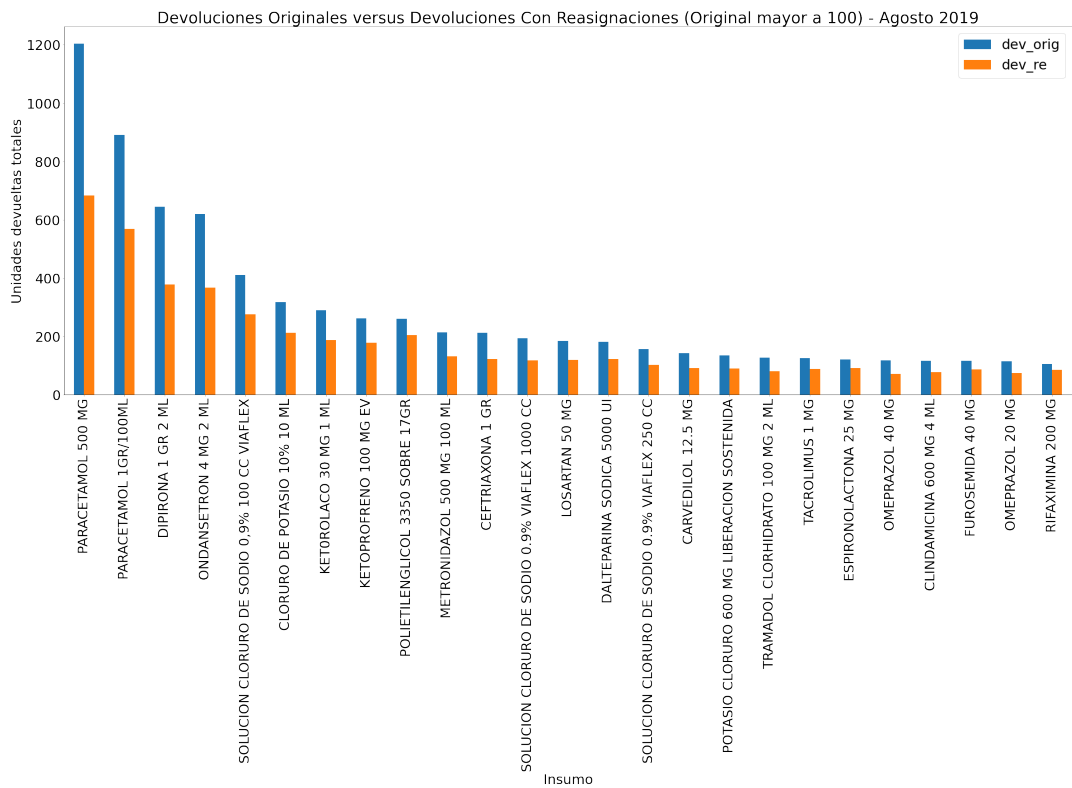


Figura 9.16: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Agosto 2019
Fuente: Elaboración propia

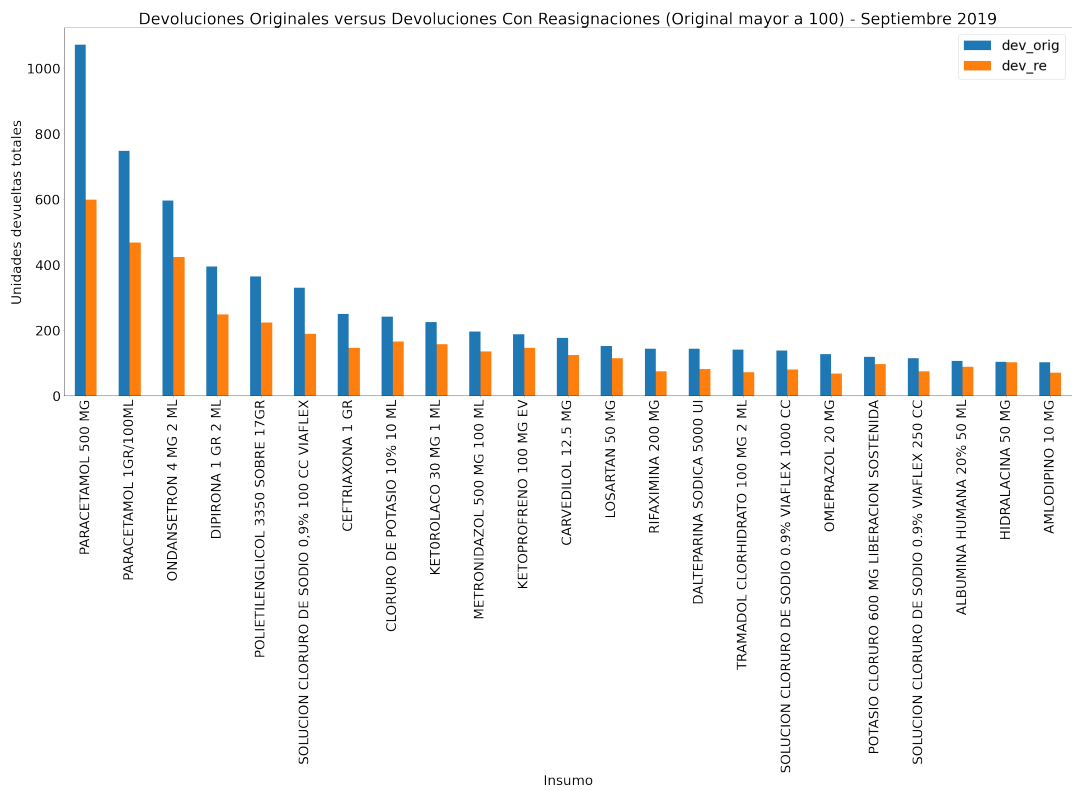


Figura 9.17: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Septiembre 2019
Fuente: Elaboración propia

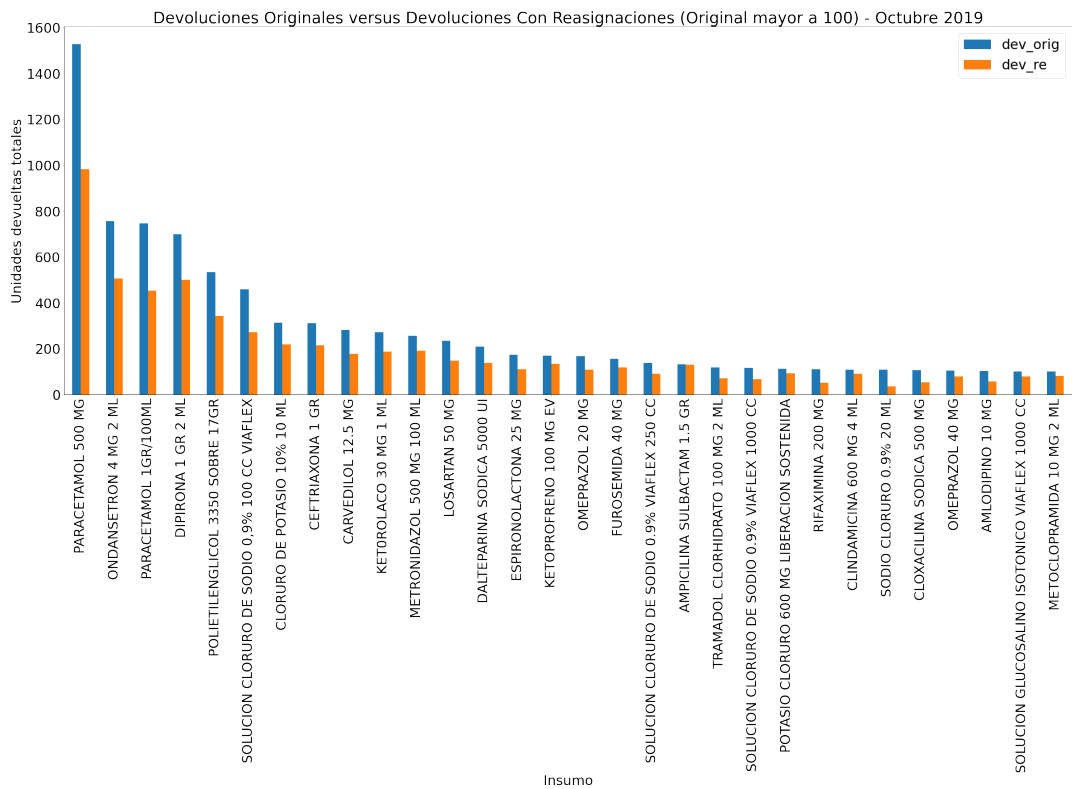


Figura 9.18: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Octubre 2019
Fuente: Elaboración propia

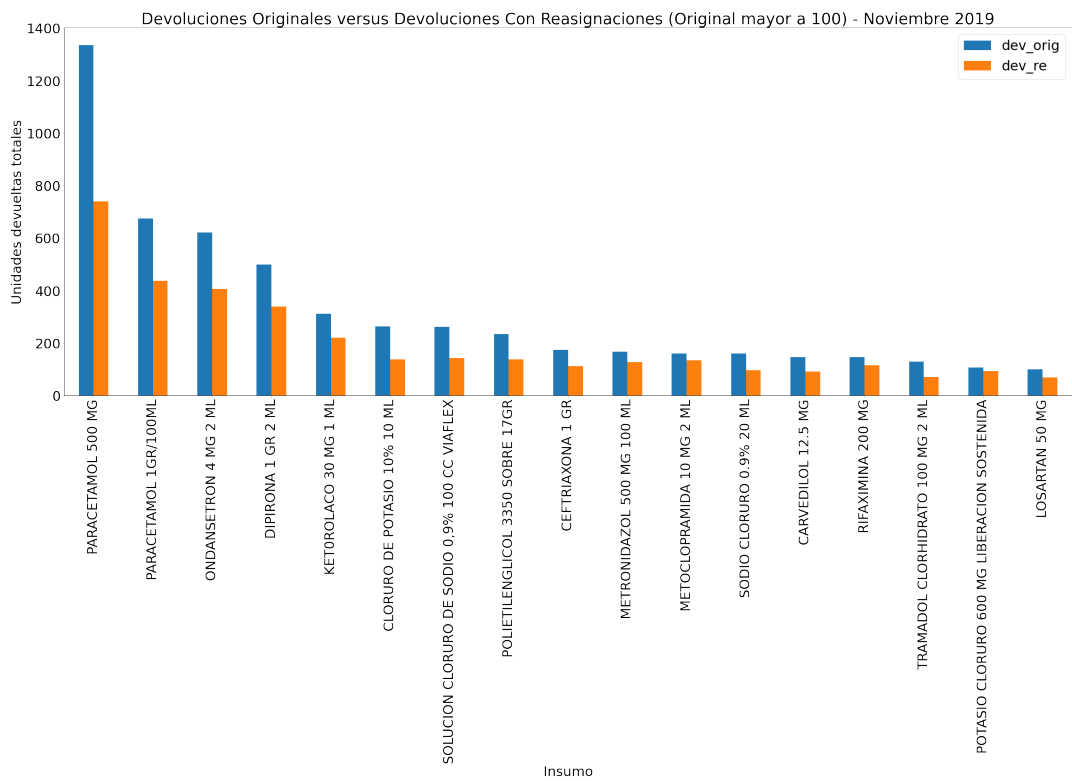


Figura 9.19: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Noviembre 2019
Fuente: Elaboración propia

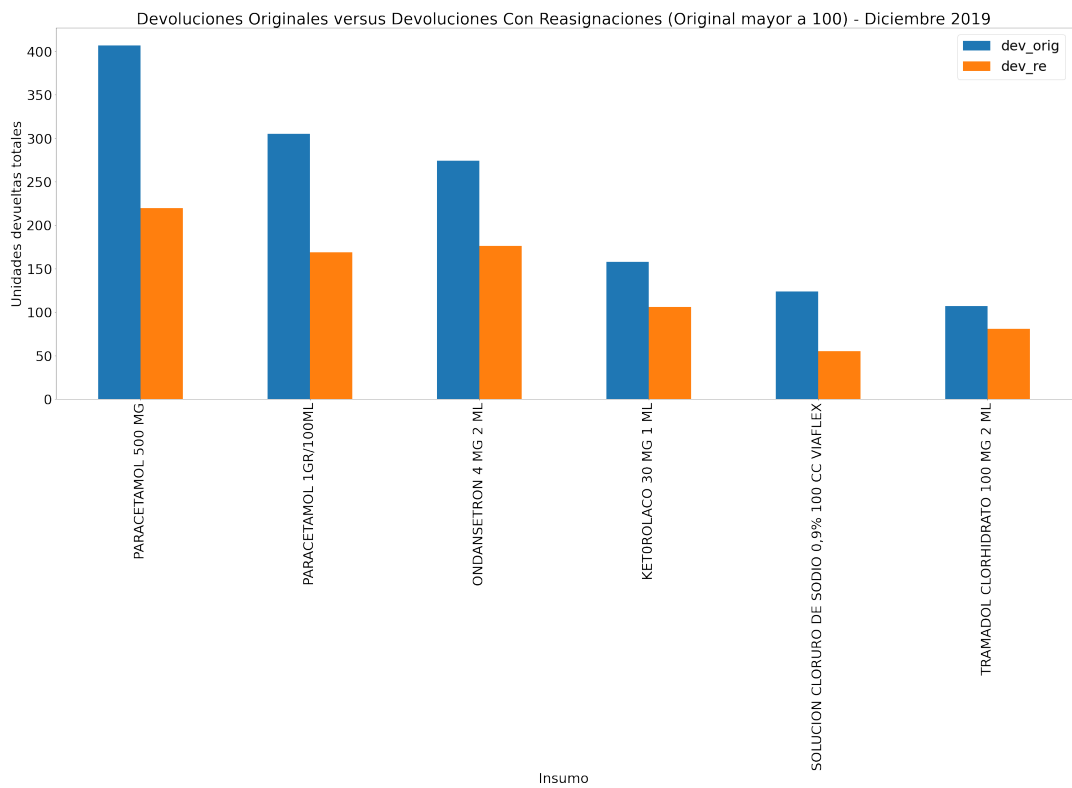


Figura 9.20: Gráfico de Devoluciones originales versus Devoluciones re-asignación - Diciembre 2019
Fuente: Elaboración propia

B Anexos Evaluación de Proyecto

Sueldos	Total
TF1	\$ 663.927
TF2	\$ 1.108.096
TF3	\$ 860.863
TF4	\$ 1.066.048
TF5	\$ 1.270.656
TF6	\$ 907.138
TF7	\$ 1.086.257
TF8	\$ 696.399
TF9	\$ 994.323
TF10	\$ 1.280.136
TF11	\$ 1.045.442
TF12	\$ 974.337
TF13	\$ 1.273.706
TF14	\$ 690.295
TF15	\$ 1.018.891
TF16	\$ 1.068.073
TF17	\$ 1.302.319
TF18	\$ 719.060
TF19	\$ 629.635
TF20	\$ 1.130.791
TF21	\$ 1.068.380
TF22	\$ 1.041.636
TF23	\$ 1.160.794
TF24	\$ 724.497
TF25	\$ 637.267
TF26	\$ 987.833
PROMEDIO	\$ 977.185

Figura 9.21: Sueldos Técnicos de Farmacia HCUCH Abril 2021
Fuente: Transparencia U. de Chile

Sueldos	Total
QF1	\$ 2.482.561
QF2	\$ 2.435.573
QF3	\$ 2.150.424
QF4	\$ 2.613.201
QF5	\$ 2.325.233
QF6	\$ 2.756.470
QF7	\$ 3.004.122
QF8	\$ 2.612.146
QF9	\$ 3.385.770
QF10	\$ 2.577.065
QF11	\$ 2.196.230
QF12	\$ 2.385.398
QF13	\$ 1.270.304
QF14	\$ 2.563.798
QF15	\$ 2.422.169
QF16	\$ 2.581.065
QF17	\$ 3.975.203
PROMEDIO	\$ 2.572.749

Figura 9.22: Sueldos Químico-farmacéuticos HCUCH Abril 2021
Fuente: Transparencia U. de Chile

Sueldos	Total
EF1	\$ 3.003.015
EF2	\$ 2.985.376
EF3	\$ 3.796.811
EF4	\$ 3.799.854
EF5	\$ 3.387.560
EF6	\$ 3.121.725
EF7	\$ 3.264.744
EF8	\$ 3.112.913
EF9	\$ 3.526.879
EF10	\$ 2.403.531
EF11	\$ 3.406.638
EF12	\$ 2.719.423
EF13	\$ 4.188.976
EF14	\$ 3.297.214
EF15	\$ 3.153.145
EF16	\$ 3.407.842
EF17	\$ 2.984.399
PROMEDIO	\$ 3.268.238

Figura 9.23: Sueldos Enfermeras HCUCH Abril 2021
Fuente: Transparencia U. de Chile

Sueldos	
Analista Procesos	\$ 1.816.667
Analista BI	\$ 2.062.500
Arquitecto TI	\$ 3.175.000
Programador senio	\$ 1.970.000
BD admin	\$ 2.078.333
admin apps	\$ 1.828.571
admin infr. Redes	\$ 1.990.909
Analista procesos	\$ 3.633.334
Admin apps	\$ 3.657.142

Figura 9.24: Sueldos Profesionales TI
Fuente: CETIUC 2021