



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

**MEJORA EN LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN, CONTROL Y MONITOREO
DEL SERVICIO DE URGENCIA DEL HOSPITAL CLÍNICO DE LA UNIVERSIDAD DE
CHILE**

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

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

NICOLÁS ARIEL GARRIDO MONTENEGRO

PROFESOR GUÍA:
OSCAR BARROS VERA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
PATRICIO WOLFF ROJAS
MARCELO OLIVARES ACUÑA
EDUARDO TOBAR ALMONACID

SANTIAGO DE CHILE
2015

Resumen Ejecutivo

Los Servicios de Urgencia, representan un elemento clave dentro de la gestión hospitalaria. Son unidades que reciben demanda variable, donde se entregan prestaciones de salud las 24 horas del día a pacientes con diferentes requerimientos y complejidades, representando una proporción significativa de las admisiones hospitalarias. Durante los últimos años, estas unidades han experimentado un aumento sostenido en el número de consultas, lo que ha llevado en el mundo al fenómeno del *overcrowding* (saturación o colapso), lo que genera largas esperas por atención, insatisfacción de los pacientes, merma en el prestigio y funcionamiento institucional, y por sobre todo, riesgos para la salud de los pacientes. El Servicio de Urgencia del Hospital Clínico de la Universidad de Chile no está exento de esta problemática, la cual se ha acrecentado los últimos años por diversos motivos, destacando la escasez de recursos, tanto humanos como de infraestructura, la falta de liderazgo y compromiso de las últimas administraciones.

El objetivo del proyecto es mejorar la eficiencia de la atención de urgencia, optimizando el uso de los recursos y rediseñando procesos claves, como son la planificación, el control del servicio y el monitoreo en tiempo real de las actividades de la atención. Los beneficios del proyecto se reflejarán en una reducción de los tiempos de atención y de espera, disminución de los pacientes que se retiran sin ser atendidos y en la implementación de mecanismos que permitan medir y gestionar el desempeño del servicio.

El rediseño de procesos del proyecto se basa en la metodología propuesta por el magíster de Ingeniería de Negocios (MBE), desde el análisis de la estrategia y modelo de negocios de la institución, hasta el diseño detallado de los procesos del Servicio de Urgencia, mediante el uso de patrones de procesos y a su especificación en el rubro de salud, a través de una arquitectura de hospitales.

Los ejes principales del proyecto fueron fundamentalmente tres. En primer lugar, un análisis de la capacidad del servicio, a través de un modelo de simulación del funcionamiento de la urgencia, lo que permitió justificar la contratación de nuevo personal clínico, específicamente, una enfermera de día y turnos médicos en horarios de alta demanda. En segundo lugar, el diseño e implementación de una herramienta de apoyo al proceso de control de la producción, mediante una aplicación web que permite el cálculo de diferentes indicadores y valores relevantes para la gestión del servicio, además de la opción de descargar planillas con mayor información para un análisis más detallado. Y en tercer lugar, el diseño e implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real del servicio, que permite conocer en cada momento el estado de las principales actividades de la urgencia, pudiendo estimar el nivel de congestión general, mediante la ejecución de un modelo analítico de minería de datos.

Debido al poco tiempo desde la implementación de los sistemas de apoyo computacionales, aún no hay resultados numéricos que mostrar, sin embargo, las pruebas pilotos son alentadoras, y la retroalimentación del personal es muy positiva, logrando facilitar el desarrollo de muchas actividades.

Agradecimientos

Espero que esta parte de la tesis no me cueste tanto como todo el resto, aunque lo dudo.

Me gustaría agradecer a tantas personas por haberme apoyado en este largo proceso universitario, con magíster incluido, por lo que espero no dejar a nadie afuera, y si lo hago, usted sabe que de todas formas estoy muy agradecido.

En primer lugar, agradecer infinitamente a mi familia, que son la razón principal de todo lo que soy como persona, Papá, Mamá, Leo, Maricel y Dino, muchas gracias por todo el amor que me han dado a lo largo de mi vida, por apoyarme en cada momento difícil y por compartir conmigo los logros que he alcanzado, sin su ayuda de verdad que no hubiese sido posible.

A mi polola hermosa, Simone, por ser mi apoyo fundamental, mi amiga, mi cómplice, mi compañera de vida, por enamorarme cada día y no dejarme caer nunca, por sacar lo mejor de mí y por perdonarme en mis errores.

A mis queridos amigos, que con su apoyo, ejemplo y amistad me han enseñado muchas cosas de la vida, al JJ, Herman, Alfonso, Che, Pato, Lyon, Goeppinger, Chico Troncoso, Pipe, y a todos mis amigos de mi otra pasión, el fútbol, decirles que los quiero inmensamente y que son muy importantes para mí, aunque el último tiempo no haya estado tan presente por culpa de esta tesis y por mi falta de organización.

A las grandes personas que conocí en el desarrollo de este proyecto. En primer lugar, al personal de la Urgencia del J, por recibirme tan amablemente y por estar siempre disponible en brindarme su ayuda. Agradezco profundamente al Dr. Tobar (jefe del servicio), a Andrea Retamal (enfermera jefe), al Dr. Guzmán (jefe del servicio de pediatría), al Dr. Ricardo Quezada, Dra. Natalia Abiuso y Dr. César Cortés (jefes técnicos). Muchísimas gracias por contagiarme de toda esa pasión y entrega que ponen cada día en la hermosa labor que realizan, y por acercarme al rubro de la salud del cual también me siento seducido. A las secretarías Evelin Canales y Andrea Vera por su amabilidad y ayuda siempre que la necesite. A las demás personas del hospital que permitieron que mi proyecto se pudiera implementar, al Gerente de Operaciones, Sr. Ricardo Torrealba, al jefe de Informática, Sr. Cristián Salvo, al jefe de sistemas, Sr. René Soto y especialmente, a Víctor Gómez (analista TI) por todo su tiempo, ayuda y consejos.

A la gente del MBE. A mi profesor guía, Dr. Oscar Barros, por todo su apoyo y ayuda en el desarrollo de mi tesis, pero principalmente por toda la pasión que pone día a día en sus proyectos, ya que contagia a las personas de su alrededor. A los profesores Patricio Wolff, Eduardo Olguín, Ezequiel Muñoz, por sus consejos e influencia en mi trabajo. A Ana María y Laura, por su amabilidad y por todo el soporte a lo largo del magíster. Y por supuesto, a mis queridos compañeros, por compartir su experiencia en el curso desinteresadamente, fuente inmensa de aprendizaje. A los más cercanos y amigos, Miguelote, Carlitos, Vitoco, Felipe y Michael, muchísimas gracias por todo su apoyo.

Y por último, gracias a la vida por hacerme tan afortunado, siento que me ha dado demasiado y que aún no logro aprovecharlo al máximo, sin embargo, estoy en una lucha constante por mejorar y de esta forma, poder entregar lo mejor de mí a esta sociedad.

Tabla de Contenido

Capítulo 1: Introducción.....	14
1.1. Antecedentes del Sistema de Salud Chileno.....	14
1.1.1. Sub Sector Público	15
1.1.2. Sub Sector Privado	16
1.2. Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH).....	18
1.2.1. Antecedentes Generales.....	18
1.2.2. Historia	20
1.2.3. Mercado	21
1.3. Servicio de Urgencia.....	22
1.3.1. Descripción del Proceso de Atención.....	23
1.4. Problemática en Servicio de Urgencia y Motivación de Proyecto	25
1.5. Objetivos del Proyecto.....	27
1.5.1. Objetivo General y Específicos	27
1.5.2. Propuesta de Valor	27
1.5.3. Resultados Esperados	27
Capítulo 2: Marco Teórico Conceptual	28
2.1. Metodología del Proyecto.....	28
2.2. Arquitectura de Procesos de Negocios	31
2.3. Notación de Procesos BPMN	33
2.4. Simulación de Procesos	36
2.5. Minería de Datos.....	37
2.5.1. Modelos de Minería de Datos	39
2.6. Metodología Lean Manufacturing	44
2.7. Revisión de la Literatura.....	46
2.7.1. Congestión de los Servicios de Urgencia (Overcrowding).....	46
2.7.2. Cómo medir Congestión	48
Capítulo 3: Planteamiento Estratégico y Modelo de Negocios	53
3.1. Misión y Visión	53
3.1.1. Universidad de Chile	53
3.1.2. Hospital Clínica de la Universidad de Chile	54

3.2.	Mapa y Planteamiento Estratégico	54
3.2.1.	Mapa Estratégico	54
3.2.2.	Planteamiento Estratégico	55
3.3.	Modelo de Negocio.....	56
3.3.1.	Modelo de Negocios del Hospital Clínico de la Universidad de Chile	56
3.3.2.	Modelo de Negocio del Proyecto	57
Capítulo 4: Arquitectura de Macroprocesos		60
4.1.	Macroproceso 1: Cadena de Valor.....	60
4.2.	Macroproceso 2: Desarrollo de nuevas capacidades.	60
4.3.	Macroproceso 3: Planificación del Hospital.....	60
4.4.	Macroproceso 4: Procesos de Apoyo.....	60
4.5.	Líneas de Servicio al Paciente	61
4.6.	Servicios Internos Compartidos.....	63
Capítulo 5: Rediseño de Procesos		66
5.1.	Alcance del Rediseño.....	66
5.2.	Dirección de Cambio del Rediseño	67
5.2.1.	Estructura empresa y mercado	67
5.2.2.	Anticipación	67
5.2.3.	Coordinación	68
5.2.4.	Prácticas de Trabajo	68
5.2.5.	Integración de Procesos Conexos.....	69
5.2.6.	Mantenimiento Consolidada de Estado	69
5.3.	Diseño y Rediseño de Procesos	69
5.3.1.	Atención de Urgencia.....	70
5.4.	Lógica de Negocios Complejas	108
5.4.1.	Proceso KDD.....	108
5.4.2.	Protocolo de Full Capacidad	119
Capítulo 6: Diseño del Apoyo Tecnológico.....		121
6.1.	Procesos y Actividades que Presentan Apoyo Tecnológico	121
6.1.1.	Monitoreo Inteligente del Servicio.....	121
6.1.2.	Control de la Producción	123
6.2.	Arquitectura del Sistema de Apoyo	125

6.3. Casos de Uso.....	126
6.3.1. Monitoreo Inteligente de Actividades	126
6.3.2. Control de la Producción	129
6.4. Diagramas de Secuencia y Clases.....	131
6.4.1. Diagramas de Secuencia.....	131
6.4.2. Diagrama de Clase.....	141
6.5. Diagrama de Paquetes.....	141
Capítulo 7: Construcción del Apoyo TI.....	144
7.1. Desarrollo de la Aplicación	144
7.2. Programación de la Aplicación.....	144
7.3. Pantallas de la Aplicación.....	145
7.3.1. Pantalla de Inicio de Sesión	145
7.3.2. Pantalla de Elección de Módulo.....	145
7.3.3. Pantalla de Elección de Rol.....	146
7.3.4. Pantallas del Rol Médico.....	146
7.3.5. Pantallas del Rol de Enfermería	148
7.3.6. Pantallas del Rol de los Volantes	149
7.3.7. Pantallas del Rol de la Enfermera de Triage.....	149
7.3.8. Pantallas del Modelo Predictivo del Nivel de Congestión.....	150
7.3.8. Pantalla de Elección de Alternativa del Módulo Estadístico	152
7.3.9. Pantalla de Indicador de Triage.....	152
7.3.10. Pantalla de Tasa de LWBS.....	153
7.3.11. Pantalla de Exámenes de Laboratorio	153
7.3.12. Pantalla de Tasa de Hospitalización.....	154
7.3.13. Pantalla de Administración de Medicamentos	155
7.3.14. Pantalla de Distribución de Niveles de Triage.....	156
7.3.15. Pantalla de Tiempos de Atención.....	156
7.3.16. Pantalla de Número de Consultas.....	157
Capítulo 8: Gestión del Cambio	159
8.1. Contexto Organizacional	159
8.2. Contexto del Cambio en el Servicio de Urgencia.....	160
8.3. Modelo para la Gestión del Cambio	160

8.3.1. Liderazgo del Proyecto de Cambio	161
8.3.2. Estrategia y Sentido del Proceso de Cambio.....	161
8.3.3. Cambio y Conservación	162
8.3.4. Gestión de los Estados de Ánimo.....	163
8.3.5. Plan de Comunicaciones	163
8.3.6. Desarrollo de las Habilidades.....	163
8.3.7. Gestión del Poder	164
8.3.8. Evaluación y Cierre.....	165
Capítulo 9: Implementación Organizacional.....	167
9.1. Implementación del Rediseño de Procesos.....	167
9.1.1. Planificación de la Capacidad	167
9.1.2. Control de la Producción.....	167
9.1.3. Monitoreo en Tiempo Real del Servicio	168
9.2. Plan Piloto del Sistema de Apoyo TI.....	168
9.2.1. Pruebas Pilotos	168
9.2.2. Resultados del Piloto.....	169
9.3. Puesta en Marcha Sistema de Apoyo TI.....	170
9.4. Resultados de la Implementación	171
Capítulo 10: Evaluación Económica del Proyecto.....	172
10.1. Inversión	172
10.1.1. Recurso Humano.....	172
10.1.2. Tecnología.....	173
10.2. Costos.....	173
10.3. Ingresos	174
10.4. Financiamiento.....	174
10.5. Flujo de Caja.....	174
10.6. Indicadores.....	176
10.7. Análisis de Sensibilidad.....	177
Capítulo 11: Generalización de la Experiencia.....	178
11.1. Framework	178
11.1.1. Framework 1: Planificación y Control de un Servicio.....	178
11.1.2. Framework 2: Monitoreo de Actividades.....	180

11.1.2. Framework 3: Predicción del Nivel de Congestión	182
Capítulo 12: Conclusiones	184
12.1. Ingeniería de Negocios	184
12.2. Planificación y Control del Servicio de Urgencia	184
12.3. Monitoreo y Pronóstico de Estado del Servicio de Urgencia	185
12.4. Trabajos Futuros	186
Bibliografía.....	187
Anexos.....	189
Anexo 1: Informe de Desempeño Mensual – Septiembre 2013.	189

Índice de tablas

Tabla 1: Descripción de Niveles de Triage	24
Tabla 2: Tipos de Eventos en Notación BPMN	34
Tabla 3: Tipos de Gateways en Notación BPMN	34
Tabla 4: Tipos de Tareas en Notación BPMN.....	35
Tabla 5: Variable de Diseño 1: Estructura empresa y mercado	67
Tabla 6: Variable de Diseño 2: Anticipación	67
Tabla 7: Variable de Diseño 3: Coordinación	68
Tabla 8: Variable de Diseño 4: Prácticas de Trabajo	68
Tabla 9: Variable de Diseño 5: Integración de Procesos Conexos.....	69
Tabla 10: Variable de Diseño 6: Mantenimiento Consolidado de Estado	69
Tabla 11: Cantidad de Recursos Servicio de Urgencia HCUCH	79
Tabla 12: Tasas de Utilización Promedio.....	81
Tabla 13: Resultados de Modelo de Simulación	82
Tabla 14: Resultados Modelo 1	112
Tabla 15: Resultados Modelo 2.....	115
Tabla 16: Protocolo de Full Capacidad	120
Tabla 17: Coalición Conductora del Proyecto.....	161
Tabla 18: Espacios de Cambio y Conservación	162
Tabla 19: Poderes del Proyecto	165
Tabla 20: Espacios de la Evaluación y Cierre del Proceso de Cambio	166
Tabla 21: Detalle de la inversión en recurso humano	172
Tabla 22: Detalle de la inversión en tecnología	173
Tabla 23: Detalle del costo del proyecto	174
Tabla 24: Detalle del ingreso esperado del proyecto.....	174
Tabla 25: Flujo de Caja del Proyecto	175
Tabla 26: Indicadores Económicos del Proyecto	176
Tabla 27: Tiempo de Espera según hora de la semana.....	191
Tabla 28: LOS según destino de paciente	192
Tabla 29: Espera de Hospitalización	192
Tabla 30: Tiempo de Espera de Cama (en minutos)	192

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Distrib. de la Población según Sector de Salud – Fuente: Ministerio de Salud	15
Ilustración 2: Componentes del Sistema de Salud Público Chileno.....	16
Ilustración 3: Componentes del Sistema Privado de Salud	18
Ilustración 4: Organigrama General HCUCH	20
Ilustración 5: Distribución de Pacientes por Previsión de Salud.....	21
Ilustración 6: Esquema General del Proceso de Atención de Urgencia	25
Ilustración 7: Tiempo de Espera según Volumen de Consulta.....	26
Ilustración 8: Tiempos de Espera ante Diferentes Escenarios de Productividad	26
Ilustración 9: Ontología para el Diseño de Negocios	29
Ilustración 10: Esquema de Funcionamiento Ingeniería de Negocios	30
Ilustración 11: Arquitectura de Macroprocesos.....	32
Ilustración 12: Tipos de Arquitectura.....	33
Ilustración 13: Esquema de Pools.....	36
Ilustración 14: Esquema de <i>Lanes</i>	36
Ilustración 15: Formas de Estudiar un Sistema	37
Ilustración 16: Disciplinas de Data Mining.....	38
Ilustración 17: Pasos de la Metodología KDD	39
Ilustración 18: Métodos de Data Mining.....	40
Ilustración 19: Ejemplo de Jugar Golf con un Árbol de Decisión.....	41
Ilustración 20: Planos Separadores.....	43
Ilustración 21: Kernel Trick	44
Ilustración 22: Causas Principales que Congestionan los Servicios de Urgencia	47
Ilustración 23: Principales Consecuencias del Overcrowding	47
Ilustración 24: Medidas más Frecuentes para abordar el Overcrowding	48
Ilustración 25: Niveles del Modelo NEDOCS	49
Ilustración 26: Niveles del Modelo EDWIN	50
Ilustración 27: Mapa Estratégico del HCUCH (elaboración propia)	54
Ilustración 28: Modelo Delta de Hax	55
Ilustración 29: Contribución del Proyecto a la Estrategia Competitiva del Hospital.....	56
Ilustración 30: Esquema del Modelo de Negocios del HCUCH (elaboración propia).....	57
Ilustración 31: Modelo de Negocios del Proyecto	58
Ilustración 32: Arquitectura de Macroprocesos HCUCH.....	61
Ilustración 33: Líneas de Servicio al Paciente del HCUCH.....	62
Ilustración 34: Servicios Internos Compartidos del HCUCH	65
Ilustración 35: Árbol de Procesos Atención de Urgencia.....	66
Ilustración 36: Patrón de la Cadena de Valor (Macro 1).....	71
Ilustración 37: Macroproceso de la Atención de Urgencia (Macro 1)	71
Ilustración 38: Proceso de Administración Relación con el Paciente	72
Ilustración 39: Distribución de Niveles e Triage Año 2013	73
Ilustración 40: Procesos de la Gestión del Servicio de Urgencia	74

Ilustración 41: Rediseño del Proceso de Planificación y Control de la Producción	76
Ilustración 42: Procesos de la Planificación de la Capacidad	76
Ilustración 43: Patrón de Atenciones Diarias	77
Ilustración 44: Patrón de Llegadas por hora del día	77
Ilustración 45: Número de consultas en los últimos 5 años	78
Ilustración 46: Utilización Médicos Período Marzo-Julio 2013	79
Ilustración 47: Utilización Box´s Período Marzo-Julio 2013.....	80
Ilustración 48: Utilización Enfermera Box Período Marzo-Julio 2013.....	80
Ilustración 49: Utilización Enfermera Triage Período Marzo-Julio 2013.....	81
Ilustración 50: Modelo de Simulación Servicio de Urgencia.....	83
Ilustración 51: Procesos de la Planificación de la Producción	84
Ilustración 52: V.S.M. Pacientes hospitalizados	85
Ilustración 53: V.S.M. Pacientes dados de alta a domicilio	86
Ilustración 54: Gráfico Resumen VSM pacientes dados de alta	87
Ilustración 55: Gráfico Resumen VSM pacientes hospitalizados	87
Ilustración 56: Actividades del Control de la Producción.....	90
Ilustración 57: Módulo Estadístico Sistema de Apoyo a la Gestión	91
Ilustración 58: Procesos de Entrega de la Atención de Urgencia.....	92
Ilustración 59: Actividades de la Atención de Urgencia	93
Ilustración 60: Actividades de la Atención de Urgencia	94
Ilustración 61: Diagrama del Proceso de Administración de Medicamentos.....	97
Ilustración 62: Diagrama del Proceso de Procedimientos de Enfermería	97
Ilustración 63: Diagrama del Proceso de Exámenes de Laboratorio.....	99
Ilustración 64: Diagrama de Proceso Exámenes de Imagenología.....	100
Ilustración 65: Proceso de Monitoreo Inteligente de Actividades.....	102
Ilustración 66: Diagrama BPMN del Monitoreo de Actividades	103
Ilustración 67: Diagrama BPMN del Monitoreo del Nivel de Congestión	103
Ilustración 68: Página de Inicio Sistema de Monitoreo en Tiempo Real	105
Ilustración 69: Vista 1 Monitor 1 - Situación de Espera	105
Ilustración 70: Vista 2 Monitor 1 - Situación Interior del Servicio.....	106
Ilustración 71: Vista 3 Monitor 2 - Exámenes de Laboratorio.....	106
Ilustración 72: Vista 4 Monitor 2 - Órdenes de Medicamentos Pendientes	107
Ilustración 73: Vista 5 Monitor 3 - Exámenes de Imagenología.....	107
Ilustración 74: Vista 6 Monitor 4 - Modelo Predictivo	107
Ilustración 75: Esquema de Funcionamiento de la Validación Cruzada	111
Ilustración 76: Salida Red Neuronal Modelo 1	113
Ilustración 77: Salida Árbol de Decisión Modelo 1	114
Ilustración 78: Representación Modelo S.V.M.	115
Ilustración 79: Salida Red Neuronal Modelo 2	116
Ilustración 80: Peso de variables explicativas modelo SVM	118
Ilustración 81: Niveles de Congestión según Probabilidad de Fuga	118
Ilustración 82: Diagrama BPMN del Monitoreo de Actividades	122

Ilustración 83: Diagrama BPMN del Monitoreo del Nivel de Congestión	123
Ilustración 84: Opciones del Módulo Estadístico del Sistema de Apoyo a la Gestión	124
Ilustración 85: Diagrama BPMN del proceso Cálculo de Indicadores y Cifras Relevantes	124
Ilustración 86: Arquitectura Genérica del Sistema de Apoyo	125
Ilustración 87: Diagrama de Casos de Uso Monitoreo de Actividades	126
Ilustración 88: Diagrama de Casos de Uso Monitoreo del Nivel de Congestión	128
Ilustración 89: Diagrama de Casos de Uso Control de la Producción.....	129
Ilustración 90: Diagrama de Secuencia Situación Sala de Espera	131
Ilustración 91: Diagrama de Secuencia Situación Interior Urgencia	132
Ilustración 92: Diagrama de Secuencia Exámenes de Imagenología	132
Ilustración 93: Diagrama de Secuencia Exámenes de Laboratorio	133
Ilustración 94: Diagrama de Secuencia de Solicitudes de Medicamentos	133
Ilustración 95: Diagrama de Secuencia Nivel de Congestión	134
Ilustración 96: Diagrama de Secuencia LWBS	135
Ilustración 97: Diagrama de Secuencia Pacientes Hospitalizados	136
Ilustración 98: Diagrama de Secuencia Exámenes de Laboratorio	137
Ilustración 99: Diagrama de Secuencia Órdenes de Medicamentos.....	138
Ilustración 100: Diagrama de Secuencia Indicador de Triage.....	139
Ilustración 101: Diagrama de Secuencia Volumen de Consultas.....	139
Ilustración 102: Diagrama de Secuencia de Tiempos de Atención	140
Ilustración 103: Diagrama de Secuencia de Distribución de Niveles de Triage	140
Ilustración 104: Diagrama de Clases Sistema de Apoyo a la Gestión Servicio de Urgencia.....	141
Ilustración 105: Diagrama de Paquetes Sistema de Apoyo a la Gestión.....	142
Ilustración 106: Pantalla de Inicio de Sesión	145
Ilustración 107: Pantalla de Elección de Módulo.....	146
Ilustración 108: Pantalla de Elección de Rol.....	146
Ilustración 109: Pantalla 1 Rol Médico	147
Ilustración 110: Pantalla 2 Rol Médico	147
Ilustración 111: Pantalla 3 Rol Médico	148
Ilustración 112: Pantalla 1 del Rol de Enfermería.....	148
Ilustración 113: Pantalla 2 del Rol de Enfermería.....	149
Ilustración 114: Pantalla 1 del Rol de los Volantes.....	149
Ilustración 115: Pantalla 1 del Rol de Enfermera de Triage.....	150
Ilustración 116: Pantalla 1 del Modelo Predictivo del Nivel de Congestión.....	151
Ilustración 117: Pantalla 2 del Modelo Predictivo del Nivel de Congestión.....	151
Ilustración 118: Pantalla de Elección de Alternativa Módulo Estadístico	152
Ilustración 119: Pantalla de Indicador de Triage.....	152
Ilustración 120: Pantalla de LWBS	153
Ilustración 121: Archivo Excel con datos de pacientes LWBS.....	153
Ilustración 122: Pantalla de Exámenes de Laboratorio	154
Ilustración 123: Archivo Excel con datos de Exámenes de Laboratorio.....	154
Ilustración 124: Pantalla de Tasa de Hospitalización.....	155

Ilustración 125: Pantalla de Administración de Medicamentos	155
Ilustración 126: Archivo Excel con datos de Medicamentos	156
Ilustración 127: Pantalla de Distribución de Niveles de Triage	156
Ilustración 128: Pantalla de Tiempos de Atención.....	157
Ilustración 129: Pantalla de Número de Consultas.....	158
Ilustración 131: Detalle del Nivel de Congestión y de las Acciones Tomadas en Prueba del Modelo.....	170
Ilustración 132: Resultados Prueba de Modelo	170
Ilustración 137: Análisis de Sensibilidad del Impacto Económico	177
Ilustración 138: Dominio Framework de Planificación y Control de la Producción	179
Ilustración 139: Etapas de la Lógica Genérica del Framework de Planificación y Control de un Servicio.....	179
Ilustración 140: Framework de Planificación y Control de un Servicio	180
Ilustración 141: Dominio del Framework de Monitoreo de Actividades.....	181
Ilustración 142: Pasos de la Lógica de Framework de Monitoreo de Actividades	181
Ilustración 143: Framework de Monitoreo de Actividades	182
Ilustración 144: Dominio del Framework de Predicción del Nivel de Congestión.....	182
Ilustración 145: Pasos de la Lógica Genérica del Framework de Predicción del Nivel de Congestión	183
Ilustración 146: Framework de Predicción del Nivel de Congestión.....	183

Capítulo 1: Introducción

En este primer capítulo se entrega un análisis del contexto que rodea al proyecto de tesis, desde un estudio de la industria, pasando por una presentación de la empresa donde se realiza el trabajo, para terminar con la problemática que enfrenta el Servicio de Emergencia, que motiva y define los objetivos principales del proyecto.

1.1. Antecedentes del Sistema de Salud Chileno

El sistema de salud chileno es de carácter mixto, ya que lo conforman organizaciones públicas y privadas. Sin embargo, desde el punto de vista normativo, tiene carácter unitario, dado que es el sector público el encargado de elaborar las políticas y directrices generales de las acciones de salud en todo el país.

Desde el punto de vista del financiamiento, en el sistema de salud participan instituciones, organismos y entidades tanto del sector público como del sector privado. Ambos sub-sectores funcionan con la cotización obligatoria del 7% de la renta imponible de los trabajadores activos¹ y pasivos², la cual es asignada por cada cotizante al sistema previsional (público o privado), más acorde con su situación económica.

Desde el punto de vista de los servicios ofrecidos, el sistema de salud en Chile está constituido principalmente por una industria de seguros o previsional-financiera, otra industria prestadora de servicios asistenciales, y, en menor medida, por una industria de productos sanitarios³.

La línea previsional-financiera, recauda, administra y distribuye los recursos de los cotizantes y demás beneficiarios de acuerdo a los servicios de salud estipulados por cada institución previsional (pública o privada). Si bien las *ISAPRES* y *FONASA* constituyen el “núcleo” de esta cadena de negocios, también participan de ella las mutualidades de empleadores, las compañías de seguros y las cajas de compensación, entre otros.

La entrega directa del servicio asistencial, por su parte, se lleva a cabo a través de una gama de prestadores que pueden ser públicos o privados, e institucionales o individuales. Según esta última distinción encontramos a los siguientes tipos de prestadores:

- *Prestadores Institucionales*; personas jurídicas que otorgan prestaciones consistentes en acciones de salud, que pueden ser:
 - a) *Prestadores Institucionales de Atención Cerrada* (u atención hospitalaria); aquellos establecimientos asistenciales de atención general y/o especializada que están habilitados para la internación de pacientes con ocupación de una cama.
 - b) *Prestadores Institucionales de Atención Abierta* (u ambulatoria); aquellos centros asistenciales que otorgan atención sin pernoctación de pacientes.

¹ Los trabajadores activos, también denominados ocupados, son la población económicamente activa que se encuentra trabajando y recibiendo un pago por su trabajo.

² Los trabajadores pasivos son los jubilados y pensionado.

³ Aquí figuran farmacias y laboratorios farmacéuticos.

- *Prestadores de Salud Individuales*; personas naturales que de manera independiente, dependiendo de un prestador institucional o a través de un convenio con éste, otorgan, al igual que los prestadores institucionales, prestaciones consistentes en acciones de salud.

En el sector público de salud encontramos sólo prestadores del primer tipo, en tanto en el sector privado encontramos tanto prestadores institucionales como individuales.

En relación a la distribución de la población en los sistemas públicos y privados, la siguiente ilustración muestra esta información:

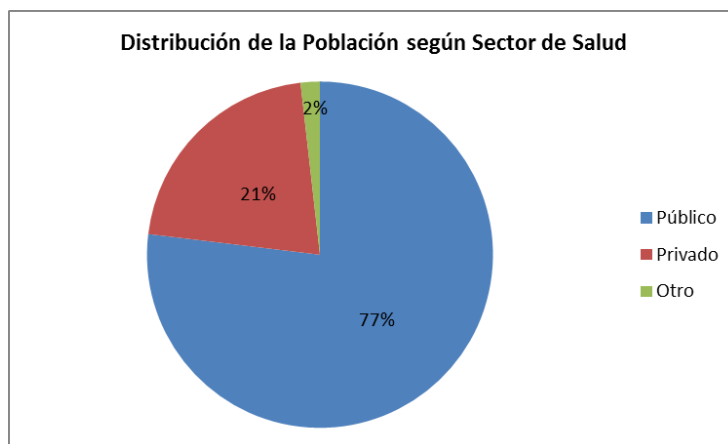


Ilustración 1: Distrib. de la Población según Sector de Salud – Fuente: Ministerio de Salud

A continuación se presentan más antecedentes de los sub sectores de salud público y privado.

1.1.1. Sub Sector Público

La base operativa del subsector público es el Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS). Complementariamente actúan en este sector otras instituciones de Salud Pública con un rango de acción más limitado.

1.1.1.1. Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS)

El SNSS está compuesto por un conjunto de organismos dependientes entre sí, con distintos grados de jerarquía, los que pueden ordenarse de acuerdo a los siguientes ámbitos de acción:

A) Línea Normativa-Fiscalizadora: a cargo del Ministerio de Salud, la Superintendencia de Salud y el Instituto de Salud Pública.

B) Línea Industria de Seguros: a cargo del Fondo Nacional de Salud (FONASA).

C) Línea Industria de Prestaciones Asistenciales: donde se encuentran los Servicios de Salud y todas aquellas instituciones que realizan convenios con el sistema de salud público, tales como los Municipios y los servicios delegados.

D) Línea de suministros para la industria asistencial, donde actúa la Central de Abastecimiento (CENABAST).

El siguiente esquema resume lo descrito anteriormente:

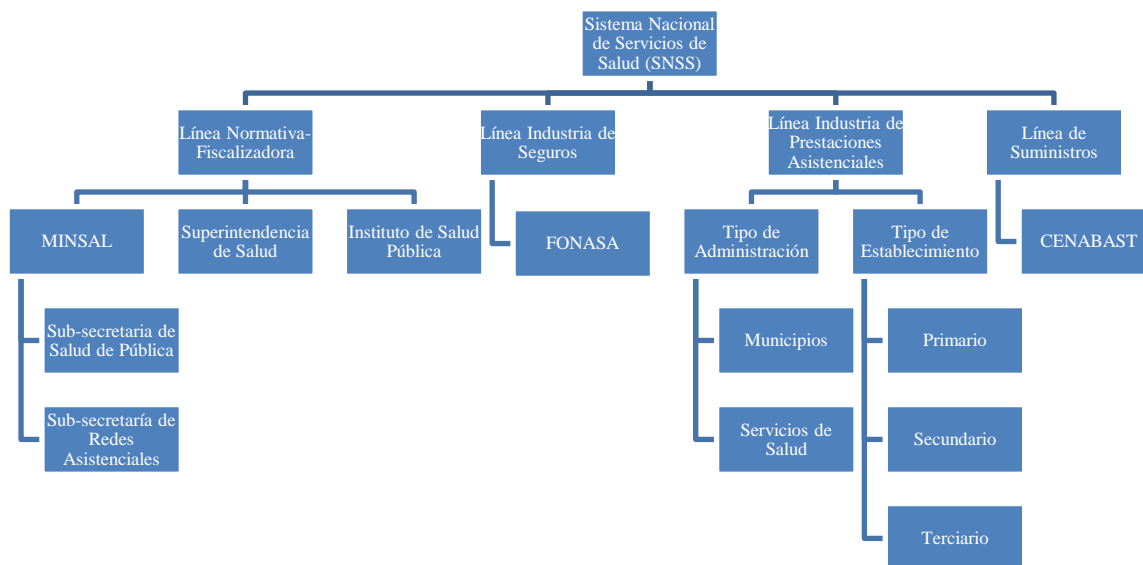


Ilustración 2: Componentes del Sistema de Salud Público Chileno

Uno de los componentes más importantes del Sector Público de Salud es el Fondo Nacional de Salud (FONASA), el que se detalla a continuación:

1.1.1.2. Fondo Nacional de Salud (FONASA)

Esta institución cumple la función previsional-financiera de administrar la cotización del 7% de los ingresos mensuales de quienes se aseguran en esta modalidad, junto a los fondos que entrega el Estado a través de un aporte fiscal directo.

FONASA gestiona las prestaciones de salud principalmente a través de la compra de bonos, por costos totales o parciales. Estas prestaciones pueden ser efectuadas en los establecimientos públicos o en los establecimientos privados en convenio.

1.1.2. Sub Sector Privado

El subsector privado está formado por tres componentes principales, los que son:

A) *Línea Industria de Seguros*: en donde operan las ISAPRES y, en menor medida, otras instituciones aseguradoras.

B) *Línea Industria de Prestaciones Asistenciales*: en donde operan prestadores de salud particulares, que pueden ser institucionales o individuales.

C) *Línea Industria de Productos Sanitarios*: en donde operan distintos establecimientos farmacéuticos, como así también laboratorios que se encargan de la generación y parte de la comercialización de los productos.

A continuación se entregan más detalles de cada una de las líneas de industria presentada anteriormente:

1.1.2.1. Línea Industria de Seguros

Las instituciones de la Industria de Seguros del sub sector de salud privado pueden ser con o sin fines de lucro. Entre las que tienen fines de lucro se encuentran las ISAPRES y las Compañías de Seguro, mientras que las sin fines de lucro son las Mutuales de Empleadores, las empresas privadas de Administración Delegada (EAD), las Cajas de Compensación (CCAF) y las Mutuales de las FF.AA.

Las instituciones más importantes dentro de esta línea de industria son las ISAPRES, ya que cubren a la gran mayoría de los afiliados al sub sector privado de salud. A continuación se presentan mayores antecedentes de estas organizaciones:

1.1.2.2. Instituciones de Salud Previsiones (ISAPRES)

Tienen como objetivo la administración y, en algunos casos, el propio otorgamiento de las prestaciones de salud contratadas por sus beneficiarios, siendo aquellas personas que cotizan como sus cargas familiares.

Su sistema de afiliación es voluntario y a diferencia de FONASA, estas instituciones pueden ajustar el precio de un seguro o plan de salud considerando factores como la edad, el sexo y el tamaño de la familia.

El financiamiento del plan de salud de una ISAPRE se da a través del pago de una cuota mínima, que corresponde al 7% de las remuneraciones del trabajador, y opcionalmente a través de un aporte adicional (de máximo 40 UF) orientado a obtener mayores beneficios.

Las rentabilidades de las ISAPRES los años han sido altísimas, alcanzando un record de \$50 mil millones durante el primer semestre de 2014. La estrategia que han seguido las ISAPRES para alcanzar estos resultados, es ir integrándose verticalmente y horizontalmente a través de los eslabones de la cadena productiva, extendiendo su labor aseguradora, a una función de prestador de servicios, gracias a la adquisición de centros médicos de salud y clínicas.

En la siguiente ilustración se resumen todos los componentes del sub sector privado de salud:

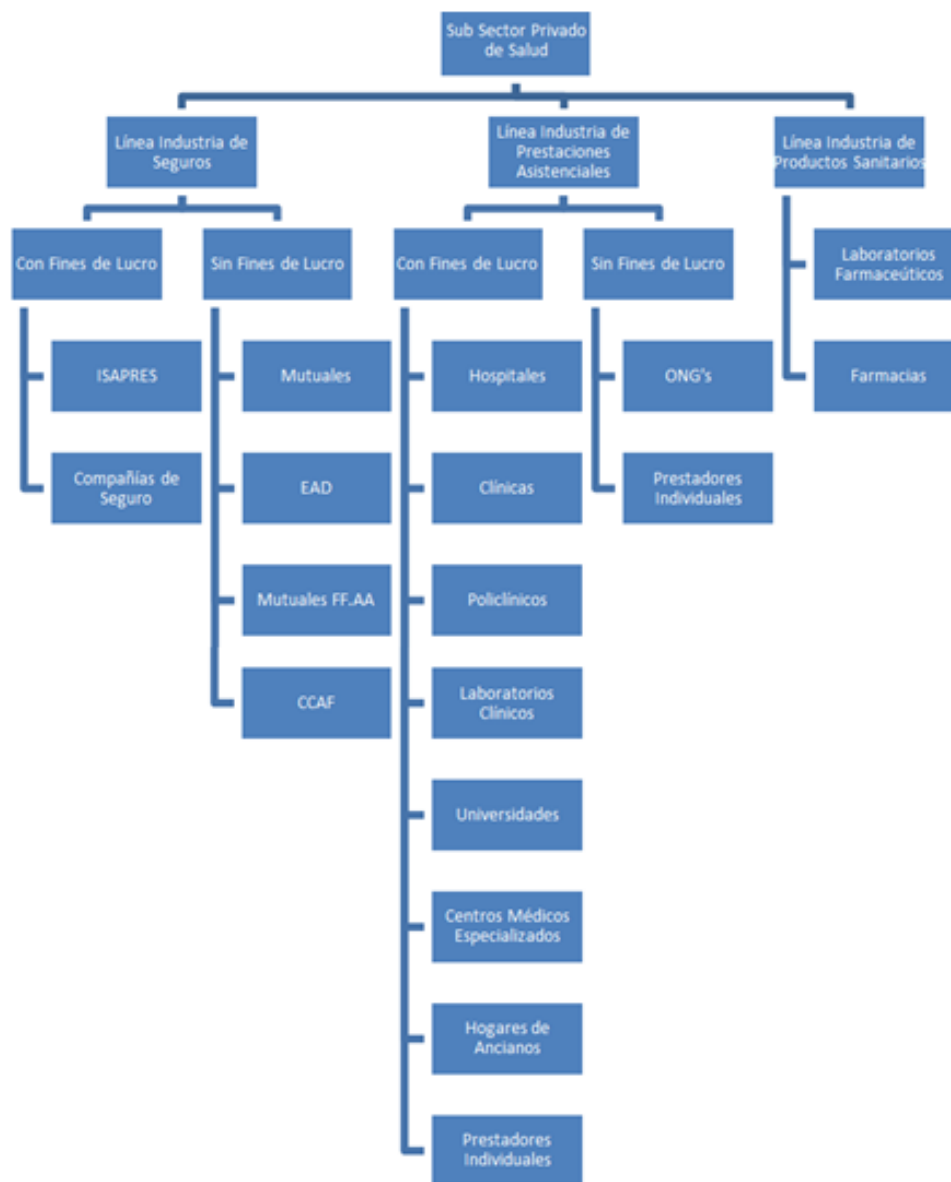


Ilustración 3: Componentes del Sistema Privado de Salud

1.2. Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH)

1.2.1. Antecedentes Generales

El Hospital Clínico Universidad de Chile (HCUCH), fundado el año 1952, es el principal campo clínico-docente de la Universidad de Chile y presta atención clínica ambulatoria, hospitalaria y de urgencia pediátrica, adulta y maternidad, destacándose en el país por las intervenciones de alta complejidad. Como parte de la Universidad de Chile, el hospital está enmarcado en los mismos principios y desafíos de esta institución de educación superior, los que se ven reflejados en la siguiente afirmación:

“Somos un organismo de excelencia en lo académico, en la gestión administrativa y financiera, y en la ética biomédica”.

Es el principal centro docente y formador de especialistas y sub-especialistas médicos y de carreras de salud en el país, además de un centro de vanguardia en la incorporación de plataformas tecnológicas de punta y avances médicos de primer orden.

El HCUCH es una institución pública al ser parte de la Universidad, pero a la vez ofrece prestaciones privadas en la industria de salud. Esta característica genera una condición muy complicada para el hospital, porque por un lado tiene que cumplir con el marco exigente y restrictivo impuesto por las normas propias de un Servicio Público, y a la vez, ser competitivo en una industria altamente concentrada como es la de prestadores de salud privados. Esto sumado a la labor de centro docente, hace que la gestión interna del hospital sea extremadamente compleja.

El hospital conforma una Red Clínica junto a la Clínica Quilín, con una superficie total de 65.000 m², 3.307 funcionarios y 592 camas.

Los servicios que ofrece el Hospital se pueden agrupar en dos grandes grupos:



En relación a los servicios asistenciales de salud, estos son tres principalmente: Atención Ambulatoria, Atención Cerrada y Atención de Urgencia. Respecto de la primera, el hospital ofrece consultas de especialidad, destacando que existe la gran mayoría de las especialidades de la medicina, además de procedimientos y cirugías ambulatorias. Sobre la Atención Cerrada u Hospitalaria, el hospital ofrece este servicio para adultos, infantil y maternidad, con un total de 541 camas, de las cuales 55 son de cuidados intensivos y de intermedio, 60 camas de obstetricia y ginecología, 67 para pensionados y 356 camas básicas. Por último, la Atención de Urgencia es brindada para adultos y niños, con un staff de profesionales médicos y de enfermeras altamente calificados. Destaca en este punto, que la atención de urgencia está basada en un modelo de Urgenciólogos, es decir, que médicos especialistas en medicina de urgencia son la base del equipo médico que atiende el servicio.

Y respecto de los servicios académicos, el hospital es el principal campo clínico de la Universidad de Chile, brindando formación de pregrado y postgrado de carreras médicas y relacionadas a la salud, como enfermería, kinesiología, terapia ocupacional, entre otras.

En el siguiente esquema se muestra el organigrama general del HCUCH, donde se ve claramente la participación de las tres componentes principales del hospital: la docente; a través de la Dirección Académica, la pública; a través del Director Médico, y la privada; a través de la Dirección de Administración y Finanzas.

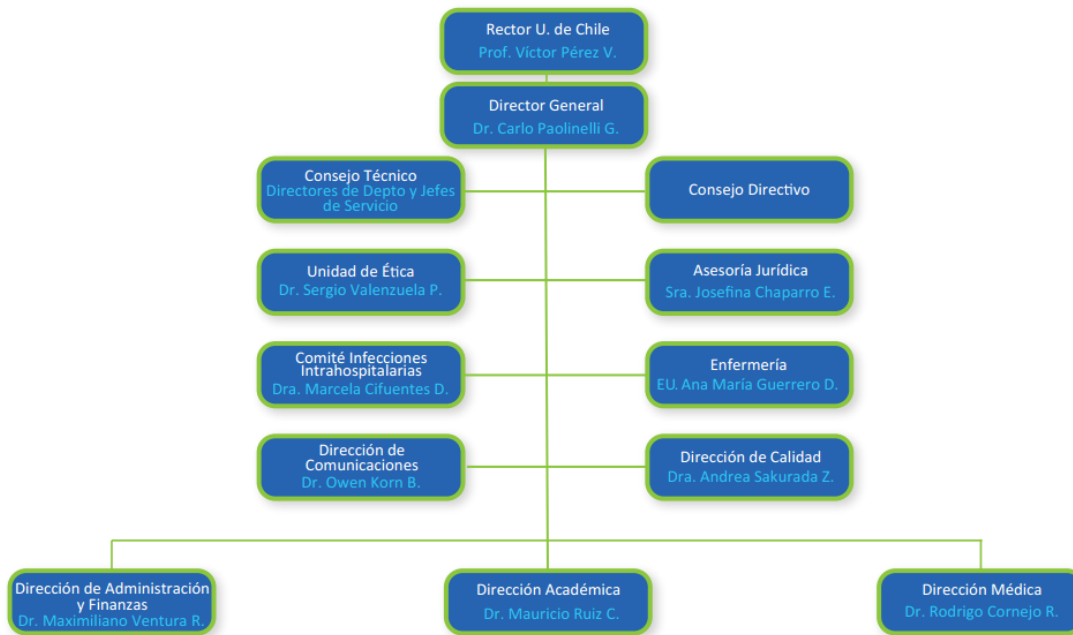


Ilustración 4: Organigrama General HCUCH

En resumen, **el hospital es en parte universitario, en parte público y en parte privado.**

1.2.2. Historia

En 1952 se decide demoler el antiguo hospital San Vicente de Paul, para erigir el Hospital Clínico Universidad de Chile, el que entró en funcionamiento bajo el nombre de su más ferviente propulsor, el Dr. José Joaquín Aguirre. Este abnegado médico en el transcurso de su carrera fue director del Hospital San Vicente, Rector de la Universidad de Chile e impulsor del concepto de un Hospital Universitario.

En las décadas de los 50 y 60 se crearon las Unidades de Cuidados Intensivos y Tratamientos Intensivos, el Centro de Medicina Nuclear, la Clínica Psiquiátrica, el Centro de Gastroenterología y la primera Central de Hemodiálisis.

Durante las décadas siguientes el hospital fue incorporando nuevas tecnologías y desarrollando procedimientos y técnicas complejas e innovadoras en medicina. Por ejemplo, en 1971 se realizó en forma pionera la primera operación a un paciente con reflujo gastroesofágico en el país o en 1992 se realizó la primera colecistectomía laparoscópica en el Departamento de Cirugía.

Ya en el año 1994 concluyó un convenio entre el Hospital y el Ministerio de Salud, en el cual este último pagaba por las prestaciones médicas realizadas a pacientes derivados de los servicios médicos estatales. El monto estatal financiaba de manera insuficiente al Hospital, aumentando su deuda año a año.

El término del convenio obligó al Hospital Clínico asumir el desafío de un cambio en su modelo de gestión financiera y entrar al mercado de la salud privada, lo que le ha permitido en la actualidad generar prácticamente el 100% de su presupuesto y realizar una serie de inversiones en tecnología de punta, planta física y recursos humanos, que lo ubican entre los mejores establecimientos de salud del país.

1.2.3. Mercado

Los pacientes que se atienden el HCUCH provienen principalmente de las comunas de Recoleta, Santiago, Conchalí, Quilicura e Independencia, la mayoría comunas cercanas geográficamente.

De acuerdo a los datos de atención del año 2013, el hospital realizó un total de 453.704 atenciones, distribuidas entre atención programada que representó un 83% y atenciones de urgencia con un 17%.

Respecto a la cobertura de salud de los pacientes, un 61% pertenece a alguna ISAPRE, un 31% a FONASA y un 8% a otros convenios.

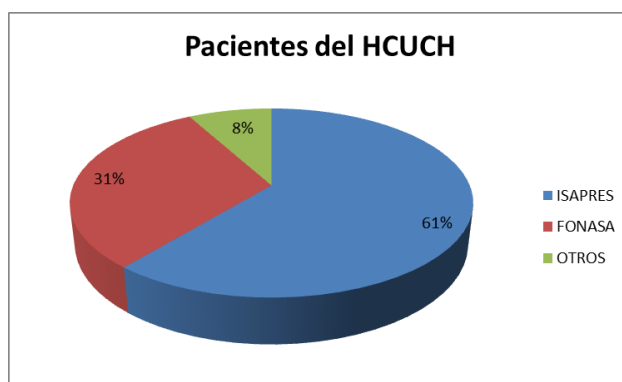


Ilustración 5: Distribución de Pacientes por Previsión de Salud

Sobre la competencia que experimenta el hospital, esta proviene tanto de los prestadores privados de salud como de los públicos. Esto se debe a que el hospital ofrece una alternativa intermedia en términos de calidad de atención, entre las clínicas privadas y los hospitales públicos. Además, el hospital tiene convenio con FONASA para atender a afiliados del sector público de salud con modalidad de libre elección (MLE⁴). Por lo tanto, sus competidores son las clínicas y hospitales cercanos geográficamente, es decir, aquellos ubicados cerca del sector norte de la capital. Dentro de estos, los más importantes son los siguientes:

⁴ La modalidad de Libre Elección (MLE) es una alternativa de afiliación a FONASA, donde los beneficiarios pueden elegir entre los prestadores públicos y los prestadores privados asociados. La otra modalidad de FONASA, denominada de Atención Institucional (MAI), solo permite que sus afiliados obtengan atención en las instituciones públicas.

- Clínica Dávila (privada)
- Clínica Santa María (privada)
- Hospital Clínico San José (público)
- Hospital de Niños Roberto del Río (público)
- Red de Salud UC (Hospital Clínico de la Universidad Católica) (privado)
- Hospital El Carmen de Maipú (público)

1.3. Servicio de Urgencia

El Servicio de Urgencia del Hospital Clínico de la Universidad de Chile cuenta con un total de 25 box de atención, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- 14 box de adultos
- 2 box de traumatología
- 6 box de pediatría
- 2 box de reanimación: adulto y pediátrico
- 1 box de triage

En relación al cuerpo médico, en un turno típico se cuenta con los siguientes especialistas:

Urgencia Adultos

- 1 jefe técnico que coordina el Servicio.
- 1 médico especialista en servicios de emergencia.
- 1 becado de medicina interna⁵.
- 4 internos de sexto año de medicina⁶.
- 4 enfermeras.
- 4 ayudantes de enfermería.
- 3 auxiliares volantes (compartidos con pediatría).

Urgencia Pediátrica

- 2 médicos con vasta experiencia en urgencia.
- 1 enfermera.
- 2 ayudantes de enfermería.
- 3 auxiliares volantes (compartidos con adultos).

En relación a la demanda que recibe el Servicio de Urgencia esta alcanzó casi las 48.000 consultas el año 2012, con un promedio de 110 visitas diarias.

Respecto de las personas que son atendidas en Urgencia alrededor del 55% de los pacientes son de ISAPRES y 43% son de FONASA, sin embargo respecto de los ingresos, un 75% provienen de los pacientes con ISAPRES y solo un 22% de los pacientes con FONASA.

⁵ El becado de medicina interna es un médico ya titulado que está realizando su especialización en urgencia.

⁶ Sólo en ciertos periodos del año hay rotación de internos

En relación a la competencia que experimenta el servicio, el principal competidor es la Clínica Dávila, ubicada en misma comuna de Independencia, y que cuenta con un total de 43 box's de urgencia adultos, duplicando la capacidad de atención del hospital. También destaca la Urgencia del Hospital San José y de la Clínica Santa María, con 30 y 35 box's de atención, respectivamente.

1.3.1. Descripción del Proceso de Atención

Es importante conocer las etapas del proceso de atención de urgencia ya que el proyecto se centra en el entendimiento del funcionamiento de este servicio crítico para el hospital. El flujo normal consta de 6 pasos:

1.3.1.1. Admisión

El proceso de atención de urgencia comienza cuando un paciente llega al servicio. Al ingresar debe sacar un ticket y esperar su turno. Cuando llega su turno, la persona debe acercarse a la ventanilla de la caja y realizar la actividad de Ingreso Administrativo. En esta actividad se verifica que la persona esté inscrita en la ficha clínica electrónica (en caso negativo, se debe ingresar) y el paciente o un acompañante debe firmar un pagaré por la atención.

Luego del ingreso administrativo el paciente queda es espera para ser llamado desde el box de triage, donde se realiza una clasificación de gravedad.

Los pacientes con riesgo vital (categoría C1 de triage), pasan inmediatamente a ser atendidos en el reanimador del servicio, sin esperar por admisión ni triage.

1.3.1.2. Triage

En esta etapa una enfermera llama por altavoces al paciente que se encuentra en la sala de espera para que se dirija al box de triage.

El proceso de Triage consiste en asignar una categoría de gravedad al paciente, considerando sus signos vitales (que son tomados por la misma enfermera o por un paramédico), sus antecedentes médicos y el motivo de consulta. De acuerdo a lo definido por el Ministerio de Salud, existen 5 categorías de pacientes:

Categoría	Descripción	Tiempo máximo de espera
C1	Paciente grave, que debe ser evaluado y atendido de manera inmediata dado que su condición representa un serio riesgo para su vida.	0 minutos
C2	Paciente con alta complejidad que debe ser evaluado y atendido en segundo orden de prioridad.	10 – 30 minutos
C3	Paciente cuya condición no implica un riesgo inmediato para su vida y por lo tanto, pueden esperar un tiempo razonable para ser atendido.	30 – 90 minutos

C4	Paciente con molestias menores, que además de la atención médica, requieren un procedimiento diagnóstico o terapéutico para su resolución.	60 – 180 minutos
C5	Paciente que requiere sólo la intervención del médico para el diagnóstico y resolución de su condición de salud y que podría haberla requerido en una consulta ambulatoria.	120 – 240 minutos

Tabla 1: Descripción de Niveles de Triage

Una vez que el paciente ya tiene una categoría hay dos escenarios posibles. Que exista disponibilidad de cama; en cuyo caso el paciente pasa inmediatamente al box para ser atendido por un médico, o que todas las camas estén ocupadas; escenario en el cual el paciente debe volver a la sala de espera.

1.3.1.3. *Primera Atención Médica*

Una vez que al paciente se le asigna un box de atención, uno de los médicos del servicio realiza la primera evaluación médica. El objetivo de esta primera atención es que el médico haga una hipótesis diagnóstica y en base a esta, defina el plan a seguir. Dentro de las posibilidades, el médico puede solicitar exámenes para apoyar su diagnóstico (de laboratorio o imagenología), mandar a realizar algún tipo de procedimiento o solicitar la administración de algún medicamento.

1.3.1.4. *Exámenes y Procedimientos*

En esta etapa se realizan todos los exámenes y/o procedimientos definidos por el médico en la etapa anterior. Las principales responsables de gestionar estas actividades son las enfermeras, quienes reciben apoyo de técnicos paramédicos y ayudantes.

Es importante mencionar en esta etapa, que los exámenes de apoyo diagnóstico son realizados por servicios internos compartidos dentro del hospital y no dependen del servicio de urgencia directamente.

1.3.1.5. *Segunda Atención Médica*

Cuando los resultados de los exámenes están listo, los procedimientos realizados y/o los medicamentos administrados, el médico a cargo realiza la segunda evaluación médica donde decide el destino del paciente. Alta médica con destino a domicilio o alta médica con destino a hospitalización.

1.3.1.6. *Egreso del Paciente*

Según el destino de paciente, hay dos formas de egreso del paciente del servicio de urgencia:

- Alta con destino a domicilio: el paciente se retira del box de atención y antes de salir del servicio, debe pasar por admisión a liquidar su cuenta.
- Alta con destino a hospitalización: un acompañante del paciente debe realizar el trámite administrativo de ingreso de hospitalización en admisión de urgencia. En esta actividad,

dependiendo de la previsión de salud del paciente se debe cancelar o no un pre-pago (pacientes con FONASA e ISAPRE respectivamente). En caso que el paciente no pueda cancelar el pre-pago, no se puede hospitalizar en el HCUCH y se gestiona el traslado a otro centro.

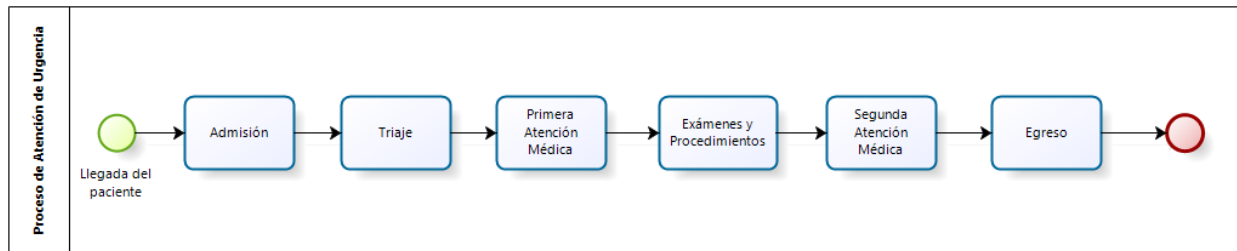


Ilustración 6: Esquema General del Proceso de Atención de Urgencia

1.4. Problemática en Servicio de Urgencia y Motivación de Proyecto

La mayoría de los Servicios de Urgencia a nivel mundial experimentan problemas en ciertos horarios cuando la demanda se dispara y supera ampliamente la oferta de estas instituciones. En la literatura a este problema se le conoce como *Overcrowding*.

Las consecuencias de alta congestión u *overcrowding* son variadas y complejas. En primer lugar, la alta demanda genera tiempos de espera prolongados, que generan preocupación y molestia en los pacientes y familiares, que permanecen con la incertidumbre de no tener un diagnóstico a su malestar. Esto sumado al dolor que tienen que soportar durante este periodo y a la eventual posibilidad de que su condición de salud se agrave. En segundo lugar, la alta congestión en el servicio genera que el personal clínico trabaje a toda velocidad con el propósito de atender a la totalidad de los pacientes. En este afán, es lógico que la calidad de la atención se vea afectada, ya que se trabaja en un ambiente caótico y lleno de presiones. Y en tercer lugar, cuando los servicios de urgencia experimentan estas situaciones, muchos pacientes deciden retirarse sin recibir la atención, lo que afecta la imagen de la institución, la satisfacción de los pacientes y más importante, puede poner en riesgo la condición de salud de los pacientes.

La Urgencia del Hospital Clínico de la Universidad de Chile no está exenta de esta problemática y en el último tiempo ha experimentado situaciones críticas que la han llevado a tomar decisiones drásticas para abordar este problema.

El Servicio de Emergencia hizo una estimación del tiempo de espera de los pacientes según el número de consultas diarias, y se estimó que si el servicio recibe más de 130 pacientes en una jornada, el sistema colapsa y los tiempos de espera se disparan:

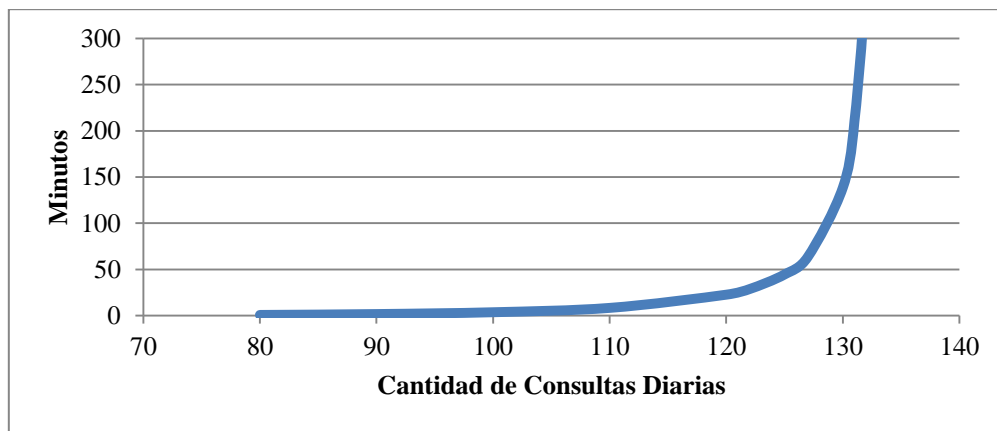


Ilustración 7: Tiempo de Espera según Volumen de Consulta

Esto concuerda con lo vivido en la práctica, donde efectivamente cuando se tuvo una demanda superior a los 130 pacientes, el sistema estuvo en situaciones críticas, que se vio reflejada en una tasa de retiro de paciente cercana al 15%.

Mejorar esta delicada situación es la principal motivación del proyecto y fue la razón de la jefatura del servicio para buscar apoyo en otra disciplina, la ingeniería de negocios. En términos concretos, el principal objetivo del trabajo es mejorar la eficiencia de la atención de urgencia, optimizando el uso de recursos y rediseñando procesos claves, de manera de reducir los tiempos de atención y disminuir las situaciones de crisis producto de la alta demanda.

Según estimaciones del servicio, la capacidad máxima de atención antes de colapsar el sistema, puede aumentar considerablemente con una mejora en los procesos de atención, que se reflejen en una disminución de los tiempos de atención. El siguiente gráfico refleja esta situación para mejoras en un 5 y 10%:

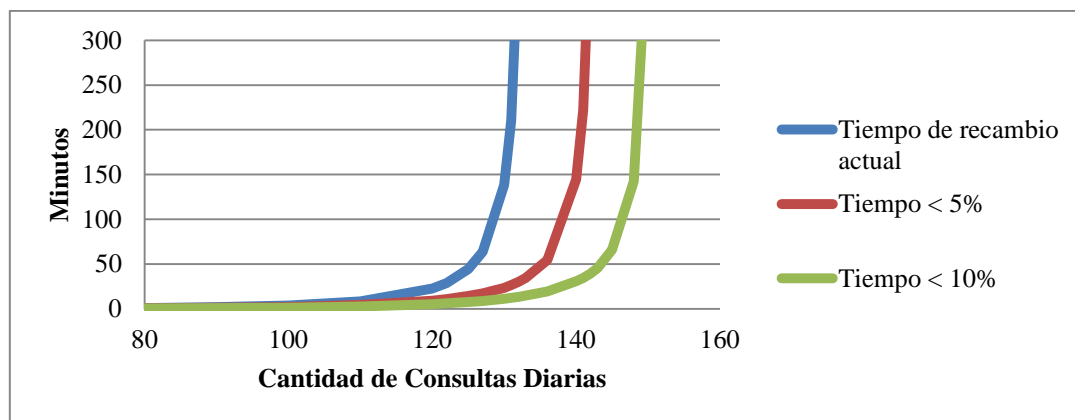


Ilustración 8: Tiempos de Espera ante Diferentes Escenarios de Productividad

Desplazar esta curva es la misión de este proyecto.

1.5. Objetivos del Proyecto

1.5.1. Objetivo General y Específicos

El objetivo general del proyecto es mejorar la eficiencia de la atención de urgencia del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, mejorando el uso de los recursos escasos y rediseñando procesos claves, como son la planificación, control y monitoreo del servicio. El rediseño propuesto involucra la incorporación de tecnologías de información, que apoyan y facilitan los cambios que se pretenden realizar.

Por su parte, los objetivos específicos del proyecto son:

- Mejorar el uso de los recursos humanos, físicos y tecnológicos
- Mejorar los procesos de monitoreo y control de la producción
- Mejorar los mecanismos de comunicación y coordinación entre los diferentes actores que participan en la atención
- Diseñar un sistema que permita medir y anticipar situaciones de alta congestión
- Mejorar los procesos de planificación y programación de la atención

1.5.2. Propuesta de Valor

Los objetivos del proyecto presentados anteriormente se traducen en una propuesta de valor al cliente, que en este caso corresponde a los pacientes del servicio de urgencia, la cual consisten en:

“Mejorar la calidad de atención brindada, en términos de oportunidad, justicia, dignidad, eficiencia y satisfacción usuaria”.

1.5.3. Resultados Esperados

Los resultados que se esperan alcanzar con el proyecto se detallan a continuación:

1. Generar un informe que contenga todo el estudio respecto de los procesos de negocios del servicio, incluida la propuesta de rediseño de procesos y la propuesta de mejora en la gestión de recursos.
2. Desarrollar e implementar un sistema de apoyo a la gestión que realice reportes periódicos que contengan información útil sobre el desempeño del servicio, de manera de tomar decisiones de mediano plazo sobre la producción y el uso de recursos críticos.
3. Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo de las diferentes actividades del servicio de urgencia en tiempo real, que a través de indicadores claves muestre el estado actual del servicio y permita tomar medidas correctivas de manera oportuna e informada.
4. Diseñar e implementar un modelo predictivo del nivel de congestión general del servicio, que permita tomar acciones preventivas para evitar situación de crisis severas

Capítulo 2: Marco Teórico Conceptual

En este capítulo se detalla la metodología seguida para la realización de este proyecto, que es la estudiada en el magíster de Ingeniería de Negocios con Tecnologías de Información (MBE) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

Además, se presenta la revisión que se hizo en la literatura de los principales conceptos que trata el proyecto, junto con una breve descripción de las metodologías complementarias que se utilizaron, como es la de minería de datos, de simulación de procesos y sobre la metodología lean manufacturing.

2.1. Metodología del Proyecto

La metodología seguida en la realización de este proyecto, es la que se imparte y estudia en el MBE y que se denomina *Ingeniería de Negocios*. Esta metodología está desarrollada en detalle en los libros “Ingeniería de Negocios” (Barros, 2009), “Ingeniería de Negocios, Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Aplicaciones TI” (Barros, 2010) y en la última publicación, donde se describen aplicaciones exitosas de esta metodología en instituciones de salud, “Business Engineering and Service Design with Applications for Health Care Insitutions” (Barros, 2013).

La metodología de Ingeniería de Negocios tiene como objetivo principal proveer herramientas para el diseño formal de negocios. Este diseño es multi disciplinario, ya que involucra estrategia, modelos de negocios, arquitectura empresarial, procesos, analítica, sistemas de información, tecnología de software y hardware, con el objetivo de generar diseños de negocios detallados e integrados que estén alineados con los intereses de las partes interesadas (Barros, 2013). Todos los componentes del diseño son cuidadosamente integrados, obteniendo una visión sistémica de la organización, considerando las partes dentro de un todo y no de manera aislada.

En la ilustración 9 se muestra un modelo conceptual propuesto por la Ingeniería de Negocios para el diseño de empresas.

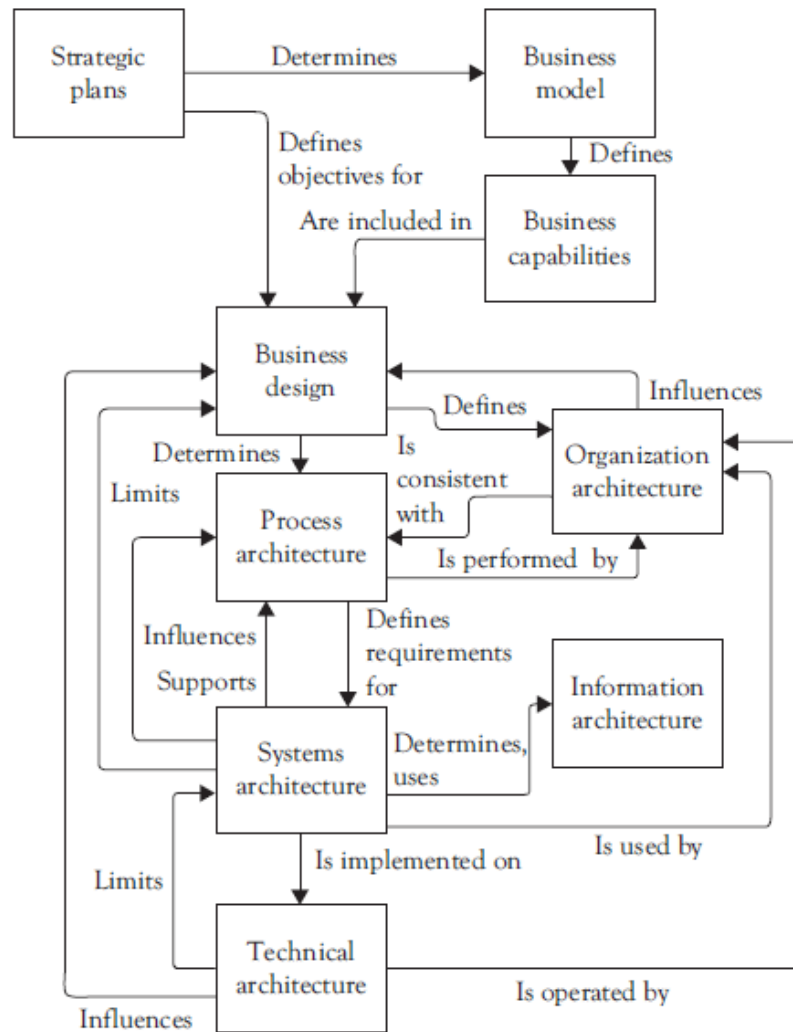


Ilustración 9: Ontología para el Diseño de Negocios

A partir de esta ontología, se definió una metodología de diseño jerárquica que permite manejar la complejidad del diseño completo de la empresa, partiendo con diseños agregados globales, que luego son detallados por descomposición jerárquica.

A continuación se describen los pasos de la metodología de Ingeniería de Negocios:

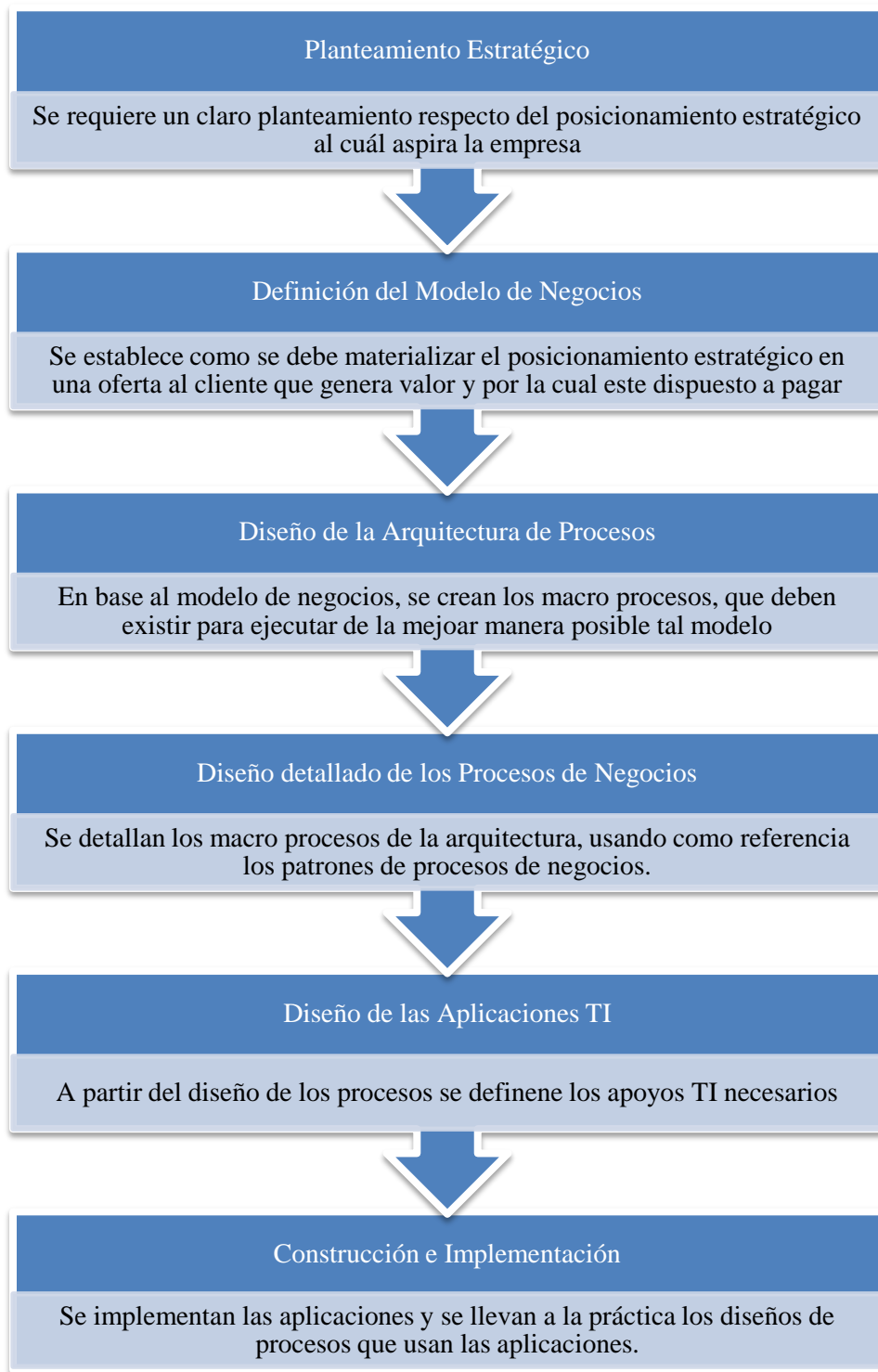


Ilustración 10: Esquema de Funcionamiento Ingeniería de Negocios

El diseño que se hace del negocio, siguiendo la metodología descrita, se basa en patrones generales, que proveen modelos de referencia, que sirven como punto de partida para diseñar los procesos para un caso particular. Estos modelos son llamados Patrones de Negocio (PN) y Patrones de Procesos de Negocios (PPN), los que formalizan el conocimiento y la experiencia de

diseños exitosos, incorporando lo que es recomendado como mejores prácticas. En relación a los primeros, los PN enfatizan las diferentes estructuras, componentes y relaciones que una empresa puede adoptar en la prestación de servicios a sus clientes. Y sobre los PPN, estos detallan cómo se pueden implementar operativamente los diseños.

Por otra parte, el diseño también es complementado por herramientas analíticas y por tecnologías de apoyo que hacen posible la optimización de los recursos (Barros, 2013).

En resumen, la metodología de Ingeniería de Negocios es un enfoque para el diseño de negocios sistémico, integrado e innovador, orientado explícitamente a hacer una organización más competitiva en el caso privado y más eficaz y eficiente en el caso público.

2.2. Arquitectura de Procesos de Negocios

La arquitectura de procesos establece los procesos necesarios para implementar las capacidades y el diseño que un negocio requiere. Dentro de esta arquitectura se explicitan las relaciones que coordinan los procesos, las lógicas de negocios (algoritmos heurísticos, modelos de minería de datos, modelos de optimización y, en general, procedimientos y reglas) que automatizan o guían dichos procesos y su conexión con el soporte TI.

Para diseñar esta arquitectura se utilizan patrones que se basan en extensiva experiencia de diseño de procesos realizada en cientos de casos reales y comparten la idea que existen cuatro agrupaciones de procesos, llamados macroprocesos, que existen en cualquier organización, ellos son:

- **Macroproceso 1 (Macro 1):** Conjunto de procesos que ejecutan la producción de bienes y/o servicios de la empresa, el cual va desde que se interactúa con el cliente para generar requerimientos hasta que estos han sido satisfechos. Este macroproceso se denomina **cadena de valor**.
- **Macroprocesos 2 (Macro 2):** Conjunto de procesos que desarrollan las nuevas capacidades que la empresa requiere para ser competitiva: los nuevos productos y servicios, incluyendo modelos de negocios, que una empresa requiere para mantenerse vigente en el mercado. Este macroproceso se centra en la capacidad de innovación de la empresa.
- **Macroproceso 3 (Macro 3):** Conjunto de procesos que planifican el negocio, es decir, que definen el curso futuro de la organización en la forma de estrategias, que se materializan en planes y programas.
- **Macroproceso 4 (Macro 4):** Conjunto de procesos de apoyo que manejan los recursos necesarios para que los anteriores operen. Hay cuatro gran grupos: recursos financieros, humanos, infraestructura y materiales.

De acuerdo a este enfoque, cualquier organización puede modelarse según estos cuatro macroprocesos, que entregan una estructura integrada y coherente para el buen funcionamiento de esta. Además, este marco conceptual permite identificar las relaciones entre los procesos, los flujos de información y los requerimientos entre ellos, que permiten una mejor gestión de la

organización en su conjunto. En la figura 11 se muestran las interacciones genéricas entre estos macroprocesos.

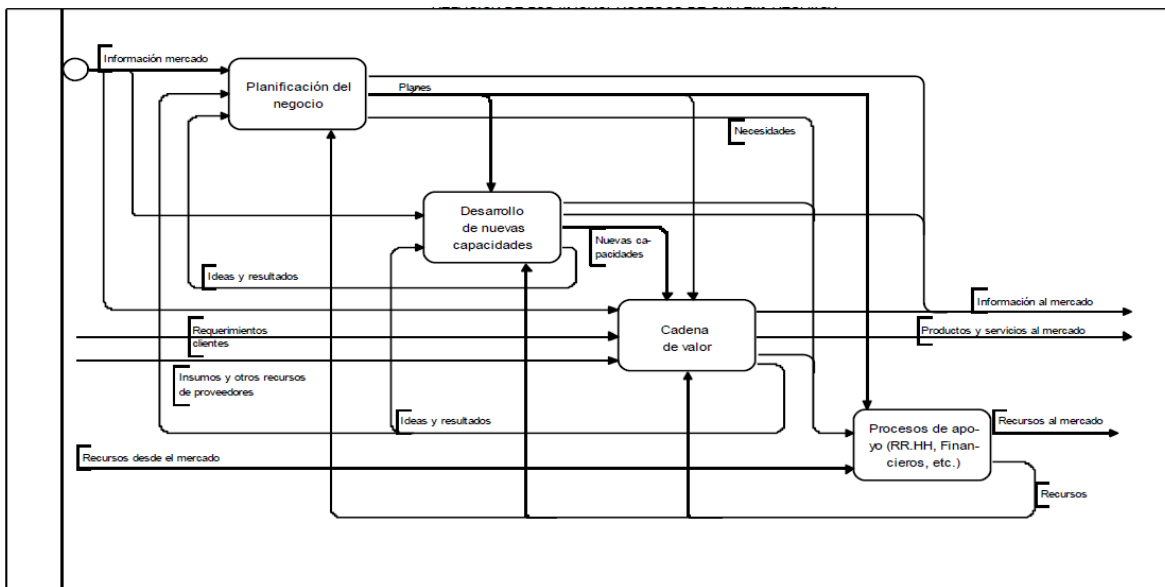


Ilustración 11: Arquitectura de Macroprocesos

Las empresas se enfrentan a la problemática de definir la mejor configuración posible de su arquitectura de macroprocesos. A continuación se presentan las cuatro alternativas principales definidas en (Barros & Julio, Enterprise and Process Architecture Patterns, 2010):

1. Negocios con sólo una cadena de valor del tipo macro 1.
2. Negocios con varias cadenas de valor, cada una de las cuales opera independientemente. Esta configuración se denomina Diversificación.
3. Negocios que tienen varias cadenas de valor, las que operan de manera independiente, pero comparten ciertos servicios centrales. Esta configuración se denomina Coordinación y Replicación.
4. Negocios que tienen varias cadenas de valor, que comparten varios de sus servicios internos y que también comparten servicios centrales. Esta configuración recibe el nombre de Unificación.

En la siguiente figura se muestran esquemas de las configuraciones descritas anteriormente.

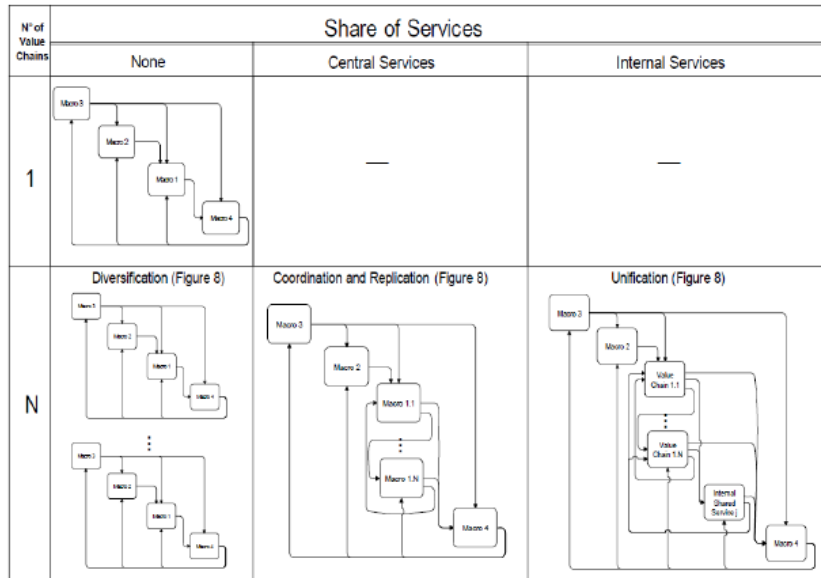


Ilustración 12: Tipos de Arquitectura

2.3. Notación de Procesos BPMN

Existe una notación validada a nivel mundial para el modelado de procesos de negocios conocida como Business Process Model and Notation (BPMN). Esta notación proporciona herramientas gráficas para modelar procesos de negocios basados en una especificación técnica de diagramas de flujo.

Un proceso es un conjunto de actividades desarrolladas en una compañía u organización. En BPMN un proceso está formado por una serie de elementos básicos:

- Objetos de flujo
- Objetos de conexión
- Swimlanes (o pistas)

Los objetos de flujo son los principales de un diagrama BPMN, ya que permiten describir la semántica del modelo.

- **Eventos**

Un evento es algo que sucede durante el curso del proceso y afectan el flujo de ejecución. Los eventos tiene una causa y en efecto. En BPMN existen tres tipos de eventos:




Nombre	Representación Gráfica
Evento inicial	
Evento intermedio	
Evento final	

Tabla 2: Tipos de Eventos en Notación BPMN

- **Gateways:**

Los gateways son utilizados para controlar la convergencia o divergencia de los flujos de secuencia. El tipo de Gateway determinará como continua el flujo en el proceso. Los distintos tipos son:





Nombre	Descripción	Representación gráfica
Gateway Exclusivo	Esta compuerta permite el paso de un único flujo que es quien cumple la condición que lo restringe	
Gateway Inclusivo	Permite el paso de uno o más flujos dependiente si cumplen la condición.	
Gateway Paralelo	Esta compuerta permite generar y sincronizar flujos de manera paralela.	
Gateway Basado en Eventos	Esta compuerta dirige el flujo incidente por el camino donde ocurre el primer evento inmediatamente siguiente.	

Tabla 3: Tipos de Gateways en Notación BPMN

- **Actividades**

Una actividad es una unidad de trabajo a ser ejecutada. Toda tarea está asociada a un actor, que puede ser una persona o un sistema. Los principales tipos de tareas son:




Nombre	Descripción	Representación gráfica
Tarea abstracta	No tiene asociada un ícono. En general, se trata de una actividad manual o de usuario.	
Tarea de usuario	Esta tarea es realizada por una persona, ya sea manual o con ayuda de un sistema	
Tarea de Servicio	Tarea que ejecuta automáticamente por un sistema.	

Tabla 4: Tipos de Tareas en Notación BPMN

Los objetos de conexión describen como interactúan los objetos de flujo. Estos son:

- Flujo de secuencia: describe el orden (la secuencia) de las actividades que conforman un proceso.



- Flujo de mensaje: describe cómo interactúan los procesos entre las organizaciones por medio de mensajes.



Y por último, los objetos swimlanes agrupan objetos primarios descritos anteriormente. Estos son:

- Pool: representa el alcance del proceso. Cuando intervienen clientes o proveedores se incluyen en pools separados.

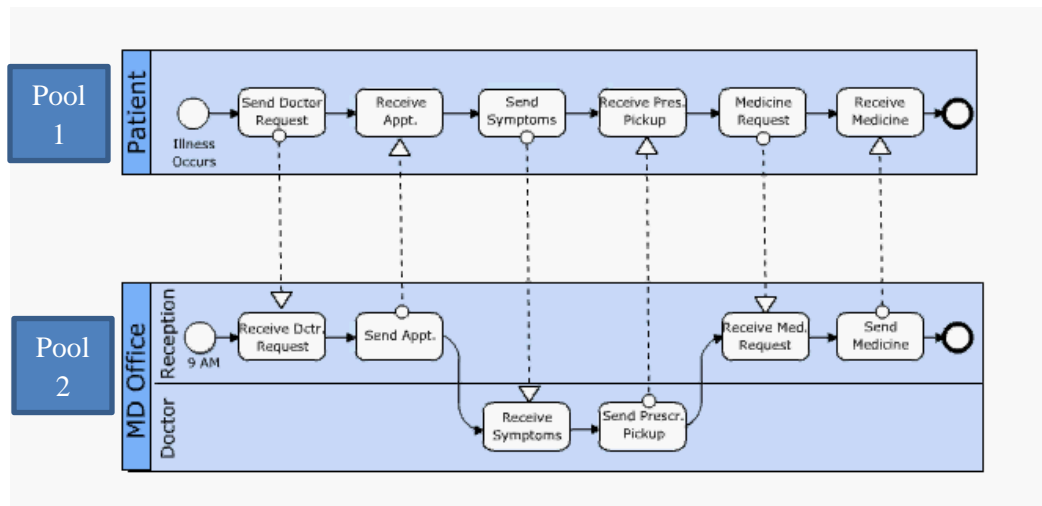


Ilustración 13: Esquema de Pools

- Lane: partición del pool. Cada line está asociado a un rol o a una unidad funcional.

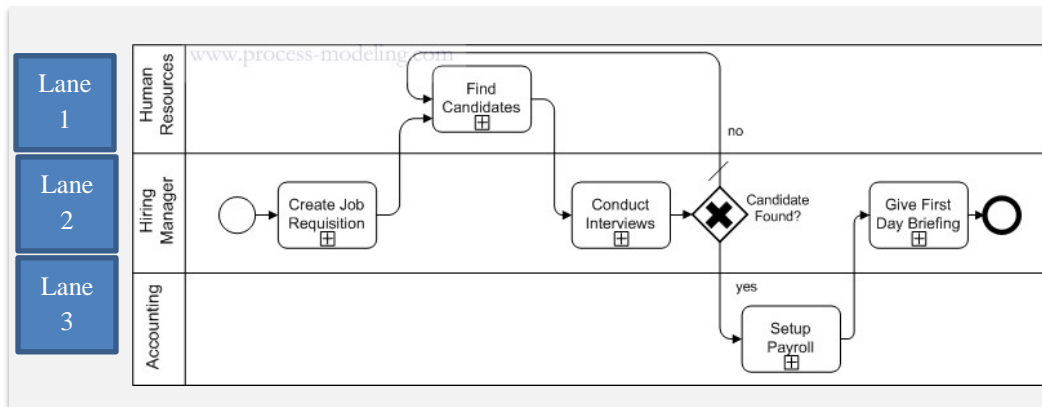


Ilustración 14: Esquema de Lanes

2.4. Simulación de Procesos

Una simulación es una representación de un sistema en un computador que intenta emular su funcionamiento.

Las simulaciones son usadas para evaluar cuantitativamente el comportamiento de un sistema en diversas condiciones. Por ejemplo: simular la atención en un banco y evaluar el comportamiento del sistema con diferentes configuraciones de cantidad de clientes, cajeros, número de colas, etc.

En este contexto, un sistema es un conjunto de entidades que interactúan para lograr algún fin lógico. Por otra parte, el estado de un sistema lo determina el conjunto de valores que toman sus variables.

El siguiente esquema muestra las diferentes formas de estudiar un sistema, dentro de ellas destacamos la simulación:

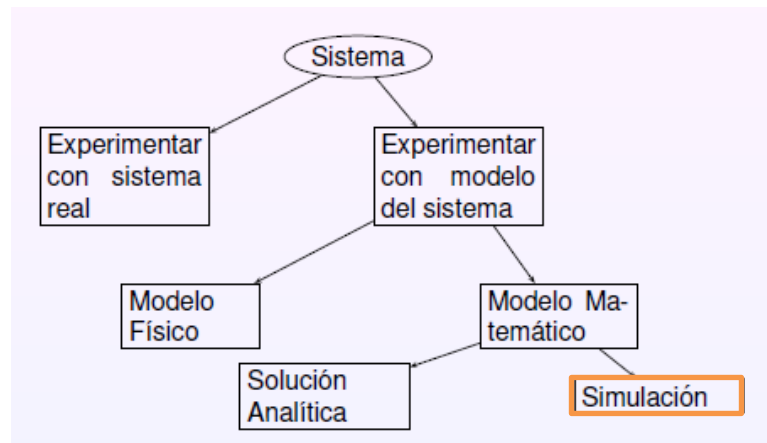


Ilustración 15: Formas de Estudiar un Sistema

Las razones principales de optar por la alternativa de simulación para estudiar un sistema son las siguientes:

- Cuando experimentar con el sistema real es imposible. Ejemplo: aerolíneas, minerías, evaluación de proyectos, etc.
- Cuando experimentar con el sistema real es muy costoso.
- Cuando un sistema no existe, la simulación permite estimar su eventual funcionamiento.
- Cuando los modelos analíticos son muy difíciles de formular.

La aplicación de las simulaciones de procesos de negocios permiten evaluar el desempeño de los procesos, identificar problemas y analizar posibles mejoras sin la necesidad de implementar en el mundo real el modelo de negocios propuesto. En definitiva, la simulación es una herramienta que apoya el diseño o rediseño de procesos de negocios.

2.5. Minería de Datos

Minería de datos o Data Mining es un término genérico que se usa para el proceso de extracción de información y patrones de comportamiento que permanecen ocultos entre grandes cantidades de datos.

Data mining busca explorar el pasado y predecir el futuro mediante el análisis de datos. Es un campo multidisciplinario que combina estadísticas, aprendizaje computacional y tecnología de base de datos.

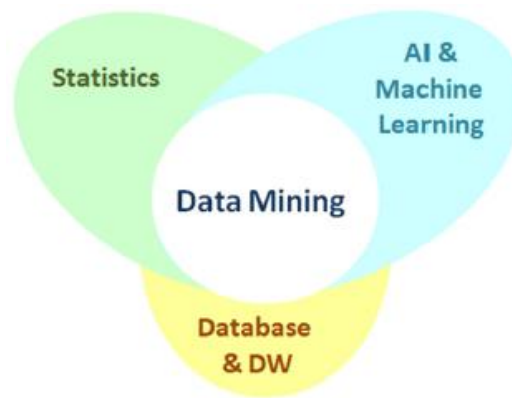


Ilustración 16: Disciplinas de Data Mining

Los usos más frecuentes de esta tecnología han sido históricamente los siguientes: detección de fraude, asociación de ventas, segmentación de clientes, mantención preventiva y predicción de demanda.

Para que la minería de datos sea realmente efectiva es necesario seguir una metodología que nos asegure que los resultados obtenidos son consistentes. Esta metodología se denomina *Knowledge Discovery in Databases* o simplemente KDD, cuyos pasos son los siguientes:

- **Selección:** la primera etapa consiste en buscar y seleccionar las potenciales variables relacionadas al problema que se quiere estudiar, las que serán utilizadas como entradas en los modelos de minería de datos. Para realizar esta etapa se suele recurrir a juicio de expertos en el negocio y a análisis de correlación entre variables.
- **Pre-procesamiento:** en esta etapa se realiza la limpieza de los datos, haciéndose cargo de los datos fuera de rango (u *outliers*), los datos vacíos y todas las demás inconsistencias en los datos.
- **Transformación:** en esta etapa se realizan todas las transformaciones necesarias en las variables para que puedan ser usadas en los modelos de minería de datos de la etapa siguiente. Algunos ejemplos son: normalización de las variables, transformación de variables categóricas en variables numéricas, transformación de variables continuas en variables discretas, entre otros.
- **Data Mining:** en esta etapa recién se prueban los modelos de minerías de datos para extraer patrones no triviales de grandes cantidades de datos.
- **Interpretación y Evaluación:** en esta última etapa se realiza el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos con los modelos de minería de datos. Aquí se concluye si los modelos generados explican de buena manera el problema que se estudia.

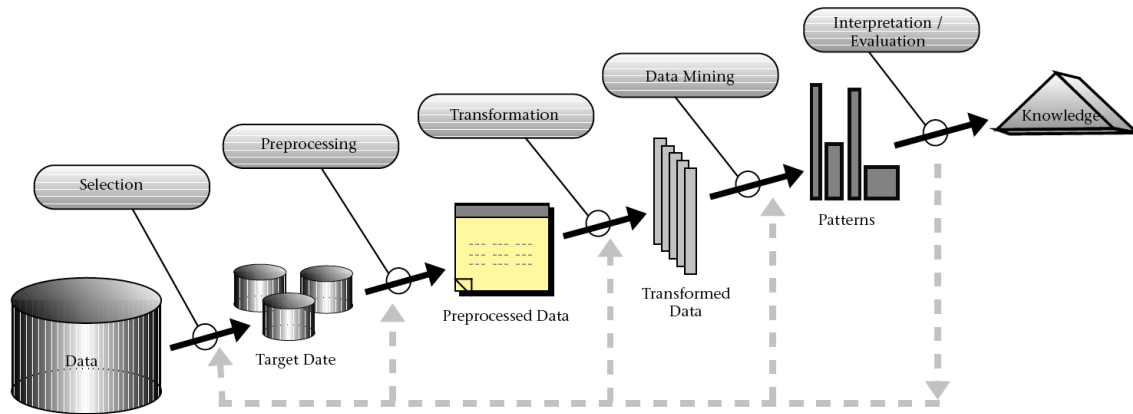


Ilustración 17: Pasos de la Metodología KDD

2.5.1. Modelos de Minería de Datos

Los métodos o modelos de minería de datos se pueden agrupar en dos grandes grupos: los métodos supervisados y los métodos no supervisados.

2.5.1.1. Métodos Supervisados

Son aquellos métodos cuyos datos están etiquetados con una variable objetivo o de respuesta para cada instancia. Ejemplo: pronóstico de la demanda. En este caso la variable que se quiere predecir es la demanda (variable objetivo o de respuesta) y para ellos se utiliza una serie de variables explicativas, de las cuales se tiene muchos registros históricos asociados a un nivel de demanda específico.

El objetivo de estos métodos es explicar una variable (variables dependiente) en términos de variables predictoras (variables independientes).

Dentro de este grupo hay dos tipos de técnicas, las de clasificación y las de regresión. Las primeras, dada una variable de respuesta categórica, el objetivo es clasificar nuevos registros dentro de una categoría. Y en el caso de las técnicas de regresión, dada una variable de respuesta continua, el objetivo es encontrar una función que se ajuste a los datos con el menor error posible y de esta manera predecir un comportamiento futuro.

2.5.1.2. Métodos No Supervisados

Son aquellos métodos cuyos datos no están etiquetados con una variable objetivo o de respuesta para cada instancia. Ejemplo: segmentación de clientes. En este caso para hacer la segmentación se utilizan una serie de variables que describen distintos comportamientos de los clientes, sin necesitar una variable objetivo.

El objetivo de estos métodos es agrupar o encontrar conjunto de datos que representen un patrón en una base de datos.

Las técnicas más tradicionales en este grupo son los métodos de segmentación o clustering y las reglas de asociación.

El siguiente esquema resumen los distintos métodos de minería de datos:

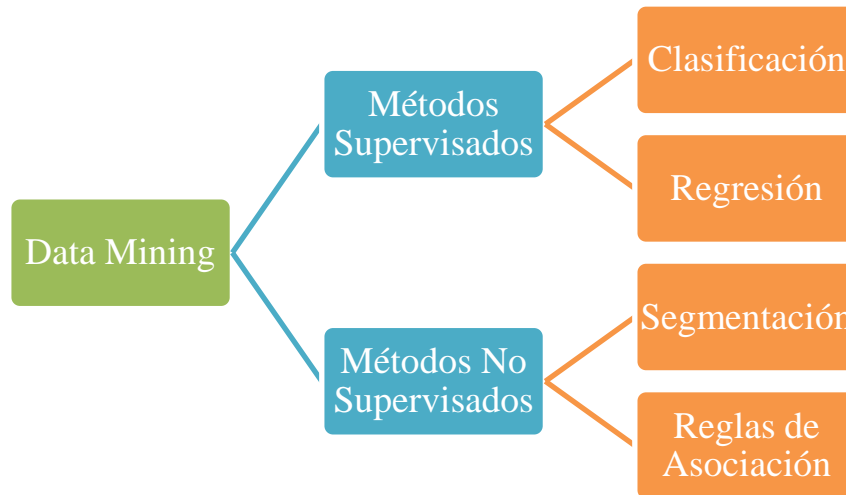


Ilustración 18: Métodos de Data Mining

A continuación se describen los métodos supervisados utilizados en este proyecto.

2.5.1.3. Árboles de Decisión

Los árboles de decisión son modelos supervisados del tipo clasificación. Estos pueden ser vistos como un modelo de grafo, es decir, con nodos, arcos y hojas. Los nodos corresponden a variables, los arcos a condiciones o intervalos de esas variables y las hojas representan la respuesta o el valor de la categoría del registro seleccionado.

Estos modelos son fáciles de entender e interpretar, ya que basta con seguir las reglas lógicas para obtener la clasificación que se busca. Funciona tanto para variables de respuesta categóricas como continuas.

Otro beneficio de los árboles de decisión es que son fácilmente integrables a los sistemas de información de las organizaciones, ya que las reglas lógicas se pueden incorporar en código SQL⁷.

Estos modelos son del tipo “*embedded feature selection*” (cuya traducción es *selección de variables incrustado*), lo que significa que el mismo método selecciona aquellos atributos que entregan mayor cantidad de información al modelo.

⁷ SQL: son las siglas en inglés de los lenguajes de consulta estructurado (Structured Query Language), que se utiliza para el acceso a las bases de datos.

Con el siguiente ejemplo se busca aclarar el funcionamiento de los árboles de decisión.

El objetivo es saber cuándo se jugará un partido de golf dependiendo de las condiciones ambientales. Observando la ilustración 19, las variables que determinan mejor este problema son la temperatura y el pronóstico del tiempo (outlook). Bastaría con seguir las ramas del árbol para conocer cuando se jugará o no el partido de golf. Ejemplo: si la temperatura es menor o igual a 82 pero mayor a 71,5, y pronóstico del tiempo es soleado, el partido se jugará.

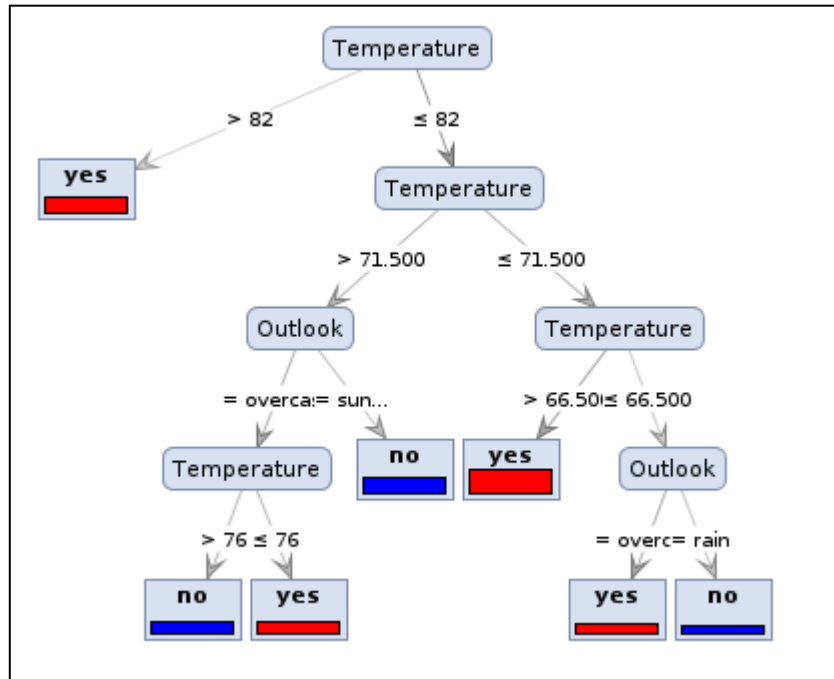


Ilustración 19: Ejemplo de Jugar Golf con un Árbol de Decisión

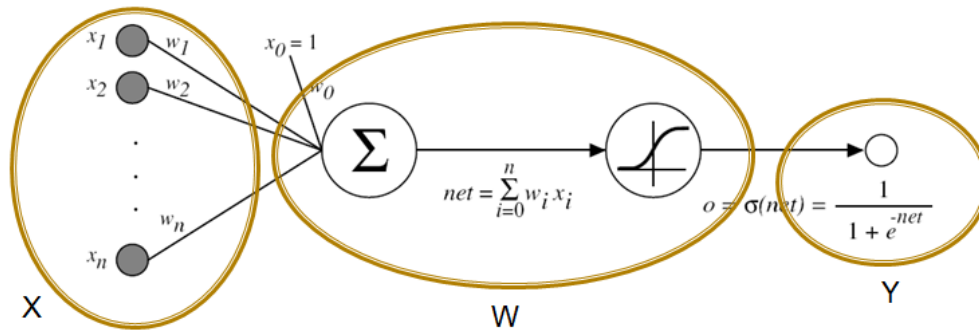
2.5.1.4. Redes Neuronales

Las redes neuronales pertenecen al grupo de métodos supervisados y pueden ser tanto de clasificación como de regresión.

Una red neuronal intenta simular el funcionamiento del sistema nervioso de las personas, en el cual las neuronas reciben un conjunto de estímulos de entrada y generan una respuesta determinada.

Una red neuronal se representa por una función (F), que a partir de un vector de atributos de entradas (X, neuronas de entrada) y de un vector de parámetros de ajuste (W), entrega un vector de respuesta con las posibles alternativas de salida (Y, neuronas de salida).

$$Y = F(X, W)$$



Para determinar los pesos (w) y la función (f) de una red neuronal se resuelve un problema de optimización cuyo objetivo es minimizar el error de pronóstico. Un ejemplo de este problema es el siguiente:

$$\text{mín } E$$

$$E = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N \left(\frac{1}{2} \sum_{k=1}^{nC} (s_k(n) - y_k(n))^2 \right)$$

$$y_k(n) = f_2 \left(\sum_{j=1}^{nc} w_{j,k} \cdot f_1 \left(\sum_{i=1}^{nc} w_{i,j} \cdot x_n^i + u_j^c \right) + u_k^c \right)$$

Donde:

- N = cantidad de observaciones
- nC = cantidad de neuronas de salida (clases del problema)
- x_n^i = valor del atributo i para la observación n
- $S_k(n)$ = valor real de la clase para la observación n
- $y_k(n)$ = valor calculado de la clase para la observación n

Las redes neuronales entregan muy buenos resultados predictivos, pudiendo incluso aproximar cualquier función con un cierto nivel de precisión. Sin embargo, la desventaja de esta técnica es que dado su complejo mecanismo de cálculo, son muy difíciles de analizar e interpretar, incluso son consideradas verdaderas *cajas negras* por su lógica interna.

2.5.1.5. Support Vector Machine

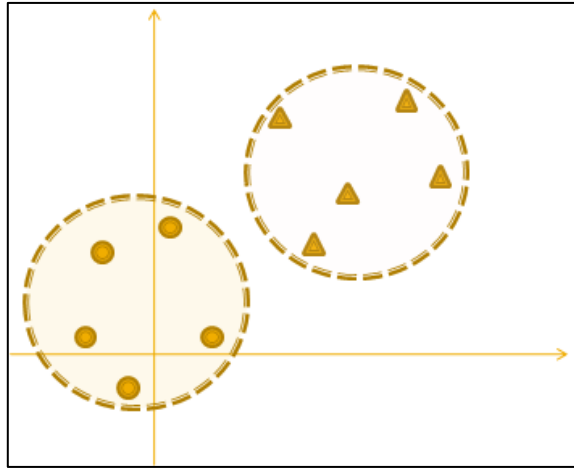
La Máquina de Vectores de Sopot (o Support Vector Machine, SVM) es una técnica del tipo supervisada, valida tanto para problemas de clasificación como de regresión (al igual que las redes neuronales).

En términos sencillos, el SVM es una técnica que permite separar en forma óptima a los puntos (o registros) de una clase y otra, a través de la generación de hiperplanos separadores. Esto lo hace resolviendo un problema de optimización que tiene dos objetivos, uno; minimizar el error en la separación de los objetos dados, y dos; maximizar el margen de esta separación. Al considerar estos dos objetivos esta técnica entrega resultados robustos y con un poder mayor de generalización.

El siguiente ejemplo busca aclarar el funcionamiento de esta técnica.

Ejemplo

El objetivo es buscar un plano que separe de la mejor forma a los dos grupos de la figura:



Dos posibles opciones son las siguientes:

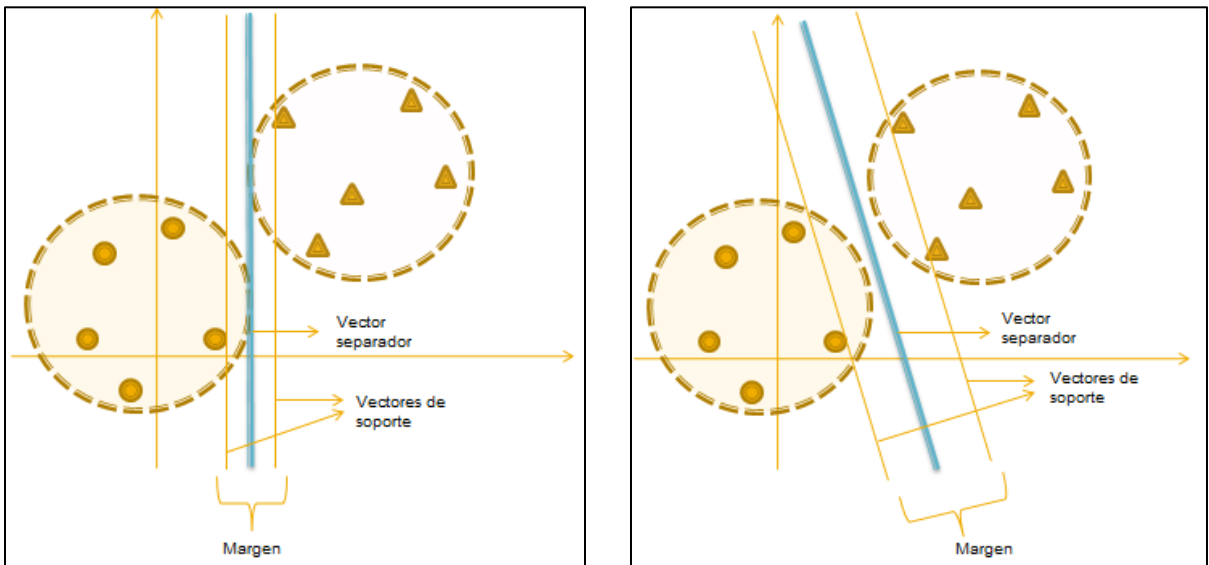


Ilustración 20: Planos Separadores

Sí el método SVM tuviera que elegir sólo entre estas dos opciones, se quedaría con la opción de la derecha, ya que tiene un mayor margen de separación y separa igual de bien que la alternativa del lado izquierdo.

Con este simple ejemplo se muestra claramente la lógica de esta técnica.

Otro aspecto interesante de los SVM se presenta cuando en un problema los datos no son linealmente separables. En este caso se utiliza una estrategia conocida como “*kernel trick*”.

El *kernel trick* consiste en transformar los datos que están en un espacio, a otro espacio de mayor dimensión. Esta transformación se hace porque al aumentar la dimensión de los datos en una cantidad suficiente, siempre es posible separar los datos de manera lineal.

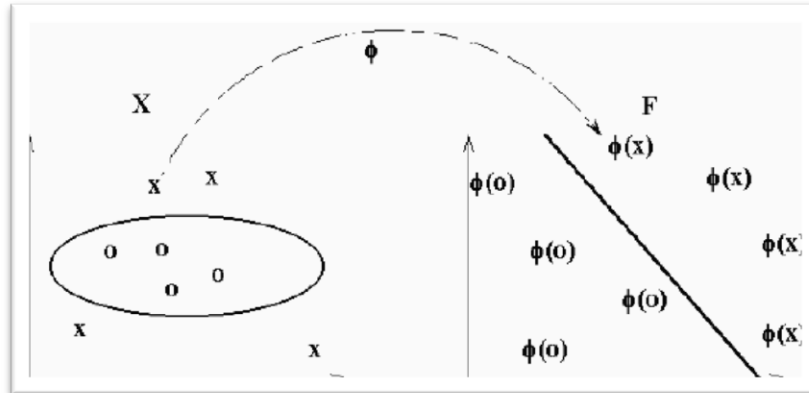


Ilustración 21: Kernel Trick

La función que permite realizar esta transformación se denomina función Kernel.

En resumen, los SVM son técnicas con una base teórica sólida, que pueden aplicarse en datos con cualquier dimensión, tienen relativamente pocos parámetros a estimar y fundamentalmente, entregan resultados robustos, con alto nivel de generalización.

Por otra parte, las desventajas de estos métodos radican en lo complejo de determinar las funciones de kernel y que sólo funciona en problemas de clasificación binaria (dos clases).

2.6. Metodología Lean Manufacturing

Lean Manufacturing (o producción limpia en español) es un modelo de gestión basado en la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios y eliminando toda la “*basura*” de los procesos productivos.

El origen de esta metodología está en Japón, específicamente esta fue concebida por Taiichi Ohno, director y consultor de la empresa fabricante de automóviles, Toyota. Luego, de estudiar las industrias productivas de Estados Unidos y sorprenderse por el excesivo énfasis que ponían los estadounidenses en la producción en masa de grandes volúmenes en perjuicio de la variedad, generando un nivel de desperdicio elevadísimo, Taiichi Ohno, ideó una metodología que tiene como eje central la generación de valor para el cliente y la eliminación de toda actividad que no vaya en esta dirección (desperdicio, *muda* en japonés o *waste* en inglés).

Los principios fundamentales de esta metodología son:

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- Minimizar la basura: eliminación de todas las actividades que no generan valor para el cliente, optimizando el uso de los recursos escasos.

- Mejora continua: mediante la búsqueda constante de la reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad y mejora en los mecanismos de coordinación y comunicación.
- Procesos *pull*: es decir, los procesos productivos son “*tirados*” por el cliente final, no por el final de la producción.
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.

Un aspecto fundamental de esta metodología es la eliminación de los desperdicios, existiendo ocho tipos distintos:

1. **Movimiento:** el desperdicio de movimiento tiene dos elementos, el movimiento humano y el movimiento de máquinas. Dichos movimientos están relacionados con la ergonomía del lugar donde se trabaja, afectando así la calidad y la seguridad.
2. **Sobreproducción:** se presenta cuando hay mayor producción de la estrictamente necesaria, por ejemplo producción para stock.
3. **Espera:** cuando periodos de inactividad en los procesos, ya que esta acción no agrega valor y genera sobrecoste del producto o servicio.
4. **Transporte:** se refiere al movimiento innecesario de materiales de una operación a otra sin ser requeridos.
5. **Procesado extra:** Se refiere a operaciones extras tales como re-trabajos, reprocesos, manejos de materiales innecesarios y almacenamiento debido a algún defecto.
6. **Corrección:** se relaciona con la necesidad de corregir productos defectuosos. Se compone de todos los materiales, tiempo y energía involucrados en reparar los defectos.
7. **Inventario:** condiciones cuando el flujo se restringe en una planta y cuando la producción no está marchando a ritmo. La producción de inventario que nadie quiere en ese momento, desperdicia espacio y estimula daños y obsolescencias en los productos
8. El **conocimiento desconectado:** existe cuando se tiene una desconexión entre la compañía con sus clientes y/o proveedores.

Las herramientas más utilizadas de esta metodología son las siguientes:

- Análisis de valor de los procesos.
- Definición de indicadores.
- Mapa de la cadena de valor (Value Stream Mapping).
- Búsqueda del flujo continuo.
- Integración eficiente de las personas en la empresa.
- Sistema PULL.
- Sistemas Kanban y Kaizen.

Si bien esta metodología comenzó a utilizarse en la industria manufacturera de automóviles, su aplicación se ha ampliado a muchas otras industrias como textil, forestal, construcción, salud, entre otras.

2.7. Revisión de la Literatura

2.7.1. Congestión de los Servicios de Urgencia (Overcrowding)

La congestión de los Servicios de Urgencia es un problema ampliamente investigado y analizado en la literatura los últimos 15 años. La razón principal de este fenómeno se debe a lo universal de este problema, que afecta tanto a los países desarrollados como a los países en vías de desarrollo, y a las graves consecuencias que este provoca. En la literatura internacional el problema de la congestión de los Servicios de Urgencia es conocido como Overcrowding.

La investigación se ha centrado en estudiar profundamente las causas de este problema, las principales consecuencias y las posibles medidas que se pueden tomar para mejorar este escenario que enfrentan muchos Servicios de Urgencia del mundo.

En relación a las causas de este fenómeno, la literatura parece tener claro cuáles son estas razones, ya que en muchos estudios e investigaciones los resultados son bastante similares. Es de gran ayuda descomponer estas causas en un modelo conceptual que define tres grandes componentes de la congestión de las urgencias: entrada (INPUT), rendimiento (THROUGHTPUT) y salida (OUTPUT) (Según College of Emergency Medicine).

El componente de entrada considera aquellos factores de la demanda de pacientes que ocasionan congestión. El componente de rendimiento, considera los cuellos de botella dentro de la operación misma de los Servicios de Urgencia. Y el componente de salida, considera todos aquellos factores que representan demoras en los egresos del servicio.

El siguiente esquema muestra las principales causas de overcrowding según el modelo descrito anteriormente.

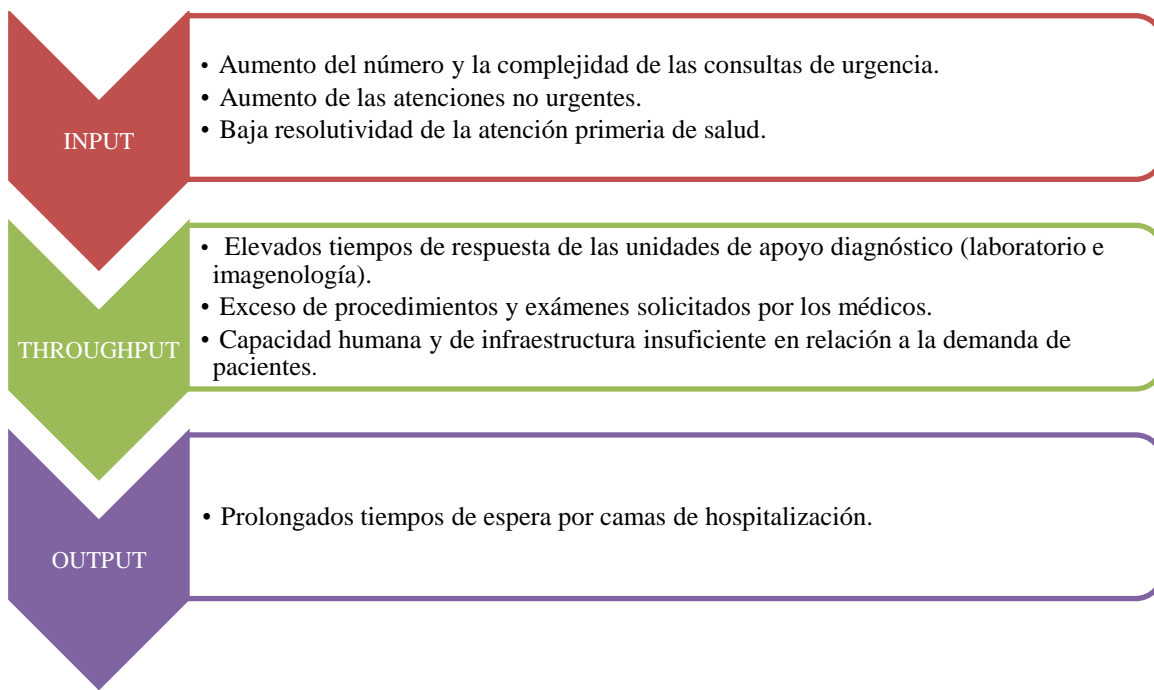


Ilustración 22: Causas Principales que Congestionan los Servicios de Urgencia

Sobre las consecuencias de la congestión en los Servicios de Urgencia, a continuación se describen brevemente cuales son las principales.

Largas esperas e insatisfacción de los pacientes	•Esta situación se ve reflejada en el aumento de los pacienes que se retiran sin ser atendidos. La consecuencia de esto es el potencial aumento en la gravedad del paciente.
Dolor y sufrimiento prolongado	•Durante los períodos de congestión, los pacientes experimentan dolor prolongado y sufrimiento innecesario debido a que el personal esta demasiado ocupado para atenderlos.
Violencia	•Con tiempos de espera prolongados, los ánimos suben y los pacientes tienden a ponerse más agitados y violentos.
Disminución de la productividad	•El personal intenta atender lo más rápido posible a la totalidad de los pacientes, sin embargo, a cierto número de personas la productividad inevitablemente disminuye y el cuidado del paciente se ve comprometido.
Escasa comunicación entre el personal	•Las decisiones erradas son el resultado de la falta de comunicación entre los distintos actores involucrados. Durante los períodos de alta congestión este situación se presenta más frecuentemente.

Ilustración 23: Principales Consecuencias del Overcrowding

Y por último, en la literatura se encuentran una serie de medidas que han sido tomadas para mejorar la congestión de los Servicios de Urgencias, de las cuales muy pocas han evidenciado resultados significativamente considerables. A continuación se presentan las medidas más frecuentes y analizadas en la literatura.

Fast track	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en atender a los pacientes de baja complejidad (niveles de triage 4 y 5) de forma rápida para poder descongestionar el servicio. Como su atención es rápida no afecta de manera importante el tiempo de espera de los pacientes más complejos.
Team Triage	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en incorporar un médico en el triage para que evalúe tempranamente a todos los pacientes que ingresan a la urgencia.
Aumento de la capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar ya sea la capacidad física y/o de recurso humano. • Esta medida por sí sola ha demostrado que no es suficiente para mejorar el problema de la congestión (15)
Salas de observación	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar salas de observación donde pacientes esperen por la toma de algún examen y/o los resultados de estos. Esto permite liberar box's de atención.
Sistemas de Monitoreo y Control	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un mecanismo que permita medir en tiempo real y/o en forma retrospectiva el desempeño de las diferentes actividades del servicio de urgencia (7).
Medir el Nivel de Congestión	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede mejorar, si se puede medir. Esta es una frase que se utiliza mucho en diferentes situaciones y en el caso de la congestión de los servicios de urgencia parece tener mucho sentido también (9)

Ilustración 24: Medidas más Frecuentes para abordar el Overcrowding

2.7.2. Cómo medir Congestión

Una de las principales recomendaciones que hace el Colegio de Medicina de Urgencia del Reino Unido⁸ para abordar el problema de la congestión de los Servicios de Urgencia es implementar un sistema que permita monitorear en tiempo real el nivel de congestión (7).

Sin embargo, no existen muchos modelos que permitan medir de manera efectiva la congestión de los Servicios de Urgencia. Esto se debe a lo multifactorial de este problema y al alto grado de incertidumbre que enfrentan estos servicios. A continuación se presentan los algoritmos que se encuentran disponibles en la literatura que permiten realizar esta tarea.

2.7.2.1. The National Emergency Department Overcrowding Scale (NEDOCS)

Este modelo es una regresión lineal que considera siete variables operacionales para determinar el grado de congestión en base a lo que perciben los médicos y enfermeras de la urgencia.

Las variables que considera este modelo y la regresión que utiliza son las siguientes:

- L_{ED} : número total de pacientes en el servicio, incluyendo la sala de espera, los pasillos, los pacientes en atención y los que están en espera de hospitalización.

⁸ College of Emergency Medicine: <http://www.collemergencymed.ac.uk/>

- b_{ED} : número total de box de atención.
- L_{admit} : número de pacientes en espera de cama de hospitalización.
- b_h : número total de camas de hospitalización en el hospital.
- W_{ED} : tiempo de espera a la atención médica del último paciente en ingresar a un box de atención.
- W_{admit} : máximo tiempo de espera por cama de hospitalización.
- L_{rp} : número de paciente críticos en el servicio, aquellos que requieren cuidado 1 a 1.

$$NEDOCS(t) = -20 + 85,8 \cdot \frac{L_{ED}(t)}{b_{ED}(t)} + 600 \cdot \frac{L_{admit}(t)}{b_h(t)} + 5,64 \cdot W_{ED}(t) + 0,93 \cdot W_{admit}(t) + 13,4 \cdot L_{rp}(t)$$

Con esta fórmula se calcula un *score* que tiene asociado un nivel de congestión, que va desde normal a un nivel de congestión considerado peligroso.



Ilustración 25: Niveles del Modelo NEDOCS

Una limitación de este modelo es que considera como variable dependiente, una variable subjetiva, que es la percepción de congestión de los médicos y enfermeras que trabajan en los servicios de urgencia.

Por otra parte, un estudio del *American Journal of Emergency Medicine* (3) demuestra que el modelo NEDOCS es inexacto midiendo grado de congestión en Servicios de Urgencia de alta demanda.

2.7.2.2. The Emergency Department Work Index (EDWIN)

Este modelo considera 4 variables asociadas principalmente al número de pacientes y a la complejidad de estos. Define tres niveles de congestión y al igual que la escala NEDOCS considera las percepciones del personal clínico como variable dependiente.

Las variables independientes y la fórmula de este modelo son las siguientes:

- n_i : número de pacientes con categoría triage i
- t_i : categoría triage i
- N_a : número de médicos atendiendo
- B_T : número total de camas de atención
- B_A : número de pacientes ingresados

$$EDWIN = \frac{\sum n_i t_i}{N_a (B_T - B_A)}$$

Los tres niveles de congestión que considera este modelo son:

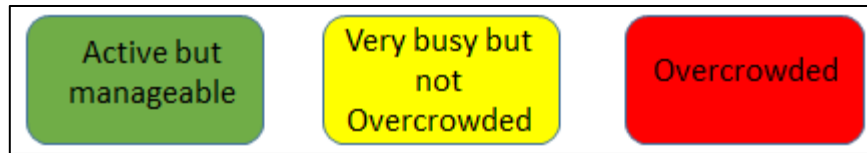


Ilustración 26: Niveles del Modelo EDWIN

2.7.2.3. Modelos Probabilísticos para Estimar Overcrowding

El departamento de Medicina de Urgencia en conjunto con el departamento de Informática Biomédica de la Universidad de Vanderbilt, en Nashville, Estados Unidos, elaboraron dos modelos probabilísticos para medir y predecir el nivel de congestión de los servicios de urgencia. Los modelos desarrollados son una regresión logística y una red neuronal.

Estos modelos consideran como variable dependiente si el servicio de emergencia presenta o no desvío de las ambulancias a hospitales cercanos (*ambulance diversion*). Cuando se presenta esta situación, es porque el servicio está con alta congestión y esto lo define cualquiera de estos tres escenarios:

1. Cuando todas los boxes de atención están siendo ocupados, pacientes están ocupando espacio de pasillos y al menos hay 10 personas en espera.
2. Cuando es nivel de gravedad de los pacientes es tal que ingresar nuevos pacientes es muy riesgoso
3. Cuando todas las camas con monitores están siendo ocupadas.

En relación a las variables explicativas o independientes que utilizan estos modelos, estas son:

- Número de registros en la última hora
- Número de salidas en la última hora
- Promedio del nivel de gravedad de los pacientes (considerando el nivel de triage)
- Porcentaje de ocupación del servicio
- Promedio de tiempo de atención
- Número de pacientes en espera
- Promedio de tiempo de atención
- Número de pacientes en espera de hospitalización
- Promedio del tiempo de espera de cama de hospitalización
- Número de médicos de turno
- Número de enfermeras de turno

Para reducir y agrupar las variables que están correlacionadas se realizó la técnica de análisis de componentes principales (ACP), que arrojó 6 componentes que explicaron más del 95% de la varianza de los datos.

Se consideró un periodo de 6 meses, de los cuales 4 meses fueron usados para entrenar los modelos y 2 meses para validarlo.

La regresión logística y la red neuronal fueron usadas para predecir el estado de desvío de ambulancias una hora en el futuro para cada observación en el período de validación. Además, se calcularon los valores de NEDOCS y EDWIN para el mismo período.

Para medir el grado de habilidad de estos modelos se utilizó como medida el área bajo la curva ROC, que entrega un valor de 1.0 cuando se discrimina de manera perfecta y 0.5 cuando no hay ninguna capacidad de discriminación. Los resultados usando este indicador fueron: 0.957 para la red neuronal, 0.954 para la regresión logística, 0.924 para NEDOCS y 0.879 para EDWIN.

Esta investigación concluye que modelos basados en datos operacionales históricos de los servicios de urgencia, pueden ser usados para diseñar un sistema de alerta temprana de congestión, con resultados incluso mejores que los modelos tradicionales de NEDOCS y EDWIN.

2.7.2.4. Modelo Propuesto por la Academic Emergency Medicine of United States

El año 2001, la Academia de Medicina de Urgencia de EE.UU. publicó un modelo que permite diagnosticar tempranamente situaciones de congestión en los servicios de urgencia.

El modelo se basa en el cálculo de cuatro indicadores usando información en tiempo real de los sistemas TI del servicio.

1. Indicador de Cama (BR)

Este indicador cuantifica la relación entre el número de paciente en la urgencia y la cantidad de box de atención. El BR considera el número actual de paciente, la predicción de arribos y salidas en la próxima hora y el número total de camas de atención.

$$BR = \frac{NA + NAP - NSP}{NE}$$

2. Indicador de Gravedad (AR)

Este indicador refleja el nivel de gravedad promedio de los pacientes en el servicio, usando el nivel de triage como referencia. Antes de hacer el cálculo de este indicador se debe hacer una pequeña transformación de los datos para que sea factible: los niveles de triage de los pacientes se deben invertir, es decir, un nivel de triage 1 se cambia a 5, un nivel 2 se cambia a 4 y de esta forma con todas las categorías.

$$AR = \frac{\sum \text{niveles de triage}}{\text{número de personas}}$$

3. Indicador de Personal (PR)

Este indicador expresa la relación entre el arribo de paciente a la urgencia y número de personal médico. Se debe estimar la cantidad promedio de pacientes dados de alta por los

médicos del servicio (PPH). Este valor también se calcula desde los sistemas TI de la organización.

$$PR = \frac{\text{arribos por hora}}{\sum PPH \text{ para cada médico}}$$

4. Indicador de Demanda (DV)

El indicador de demanda entrega una medida general del nivel de congestión del servicio de urgencia. Esta fórmula considera los tres indicadores previos.

$$DV = (BR + PR) \cdot AR$$

Cuando este indicador supera el valor de 7, el administrador del servicio debe evaluar específicamente las relaciones individuales con el fin de diagnosticar con precisión las causas del problema y tomar medidas a nivel institucional.

Capítulo 3: Planteamiento Estratégico y Modelo de Negocios

En este capítulo se presenta el contexto estratégico del negocio, desde la misión y visión de la institución, pasando por su posicionamiento estratégico, hasta la descripción del modelo de negocios. Además, se muestra la forma en que el presente proyecto apoya y fortalece a esta estrategia.

Los tópicos desarrollados en este capítulo representan las dos primeras etapas de la metodología de Ingeniería de Negocios presentada en la sección anterior (2.1).

3.1. Misión y Visión

A continuación se presentan las misiones y visiones tanto de la Universidad de Chile, como del Hospital Clínico de dicha universidad, institución donde se realizó el presente proyecto de tesis.

3.1.1. Universidad de Chile

La misión de la Universidad de Chile es:

- “La generación, desarrollo, integración y comunicación del saber en todas las áreas del conocimiento y dominios de la cultura, constituyen la misión y el fundamento de las actividades de la Universidad, conforman la complejidad de su quehacer y orientan la educación que ella imparte”.
- “La Universidad asume con vocación de excelencia la formación de personas y la contribución al desarrollo espiritual y material de la Nación. Cumple su misión a través de las funciones de docencia, investigación y creación en las ciencias y las tecnologías, las humanidades y las artes, y de extensión del conocimiento y la cultura en toda su amplitud. Procura ejercer estas funciones con el más alto nivel de exigencia”.
- “Es responsabilidad de la Universidad contribuir con el desarrollo del patrimonio cultural y la identidad nacionales y con el perfeccionamiento del sistema educacional del país”.

Y la visión de esta institución es:

- “Desarrollo consistente con la misión histórica, la naturaleza estatal y pública y el compromiso nacional de la universidad”.
- “Parámetros internacionales de excelencia académica”.
- “Respuesta creativa y eficaz a las condiciones y desafíos que plantea la globalización y la inserción del país en el orden mundial”.

3.1.2. Hospital Clínica de la Universidad de Chile

La misión del Hospital Clínico de la Universidad de Chile 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”

En relación a los principales objetivos estratégicos de la institución, estos son:

- Crear lealtad en nuestros pacientes
- Ser referentes de salud a nivel nacional
- Ser sustentables financieramente

3.2. Mapa y Planteamiento Estratégico

3.2.1. Mapa Estratégico

A continuación se presenta un mapa estratégico del HCUCH, basado en la herramienta de *Balance Scorecard (BSC)*. Este mapa fue desarrollado por el autor de esta tesis, luego de conversaciones con diferentes actores relevantes del hospital y del análisis de diferentes documentos de la institución.

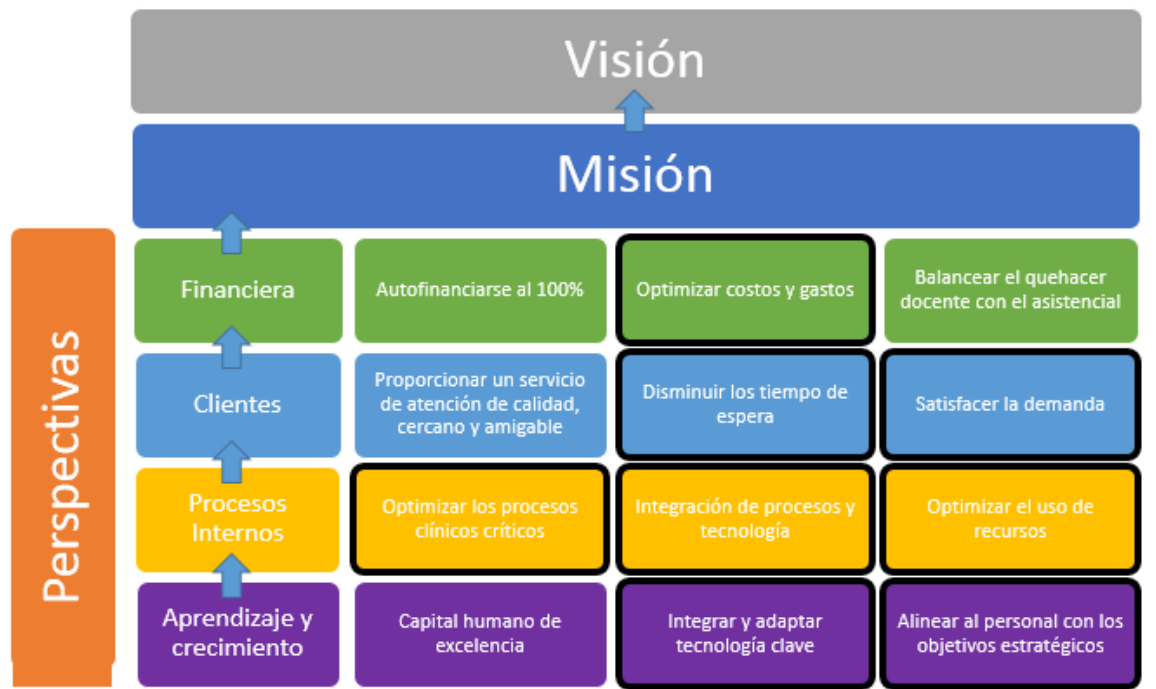


Ilustración 27: Mapa Estratégico del HCUCH (elaboración propia)

En este mapa se muestran los principales objetivos estratégicos del hospital, considerando cuatro perspectivas diferentes. Los objetivos con bordes ennegrecidos serán abordados desde

alguna arista en el desarrollo de este proyecto. Como se puede notar, la principal contribución a la institución se encuentra en la perspectiva de procesos internos.

3.2.2. Planteamiento Estratégico

El Hospital Clínico de la Universidad de Chile se encuentra en una situación en la cual aspira a un posicionamiento competitivo del tipo *Mejor Producto* (acorde al modelo Delta, de Hax). Esta estrategia busca la ventaja competitiva a través de una constante innovación tecnológica y de eficiencia en los procesos internos, de tal forma de generar una característica única entre los competidores que permita ser preferido por los clientes.

En el siguiente esquema se presenta el Modelo Delta, con énfasis en los componentes de la estrategia de mejor producto.

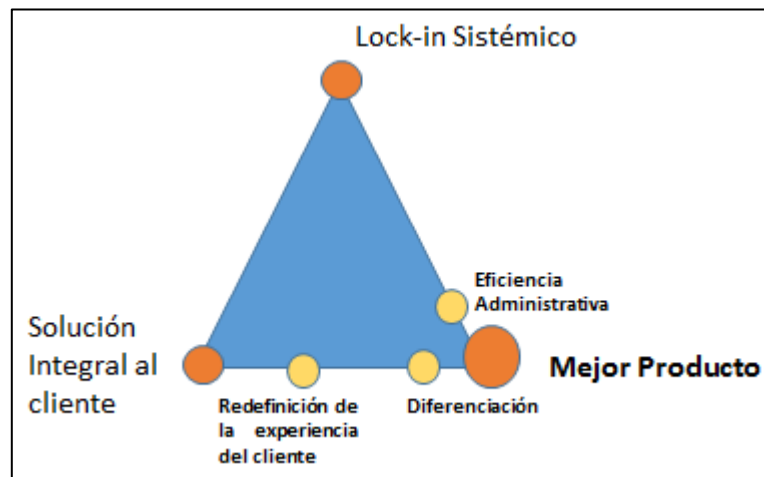


Ilustración 28: Modelo Delta de Hax

3.2.2.1. Eficiencia administrativa.

Este aspecto está relacionado principalmente con la estructura de costos, y con el fin de generar los servicios y productos al costo más bajo posible, lo que finalmente se vea reflejado en los precios.

Para el hospital llevar a cabo esta tarea no es para nada sencilla, considerando que sus costos son mayores que los de la competencia debido a las labores académicas y de investigación que realiza al ser un hospital universitario. Sin embargo, la institución ha realizado grandes esfuerzos en este ámbito, tratando de reducir los costos que sean necesarios lo que le ha permitido brindar servicios de una excelente calidad a precios competitivos.

3.2.2.2. Diferenciación.

La diferenciación consiste en la originalidad y la singularidad de los servicios y/o productos que se ofrecen.

Es en este aspecto donde el HCUCH presenta mayores ventajas, ya que tiene el prestigio de ser parte de la Universidad de Chile y contar con un cuerpo médico de excelencia, referente a nivel nacional, formado en su gran mayoría en la misma institución producto de la labor docente.

3.2.2.3. *Redefinición de la experiencia del cliente.*

Es en este sentido en que el hospital quiere avanzar, mejorando día a día en la experiencia que brinda a sus pacientes. Agilizando el proceso de atención, disminuyendo los tiempos de espera y eliminando los trámites innecesarios, se pretende mejorar en este ámbito.

El presente proyecto está alineado con la estrategia competitiva del hospital, y busca mejorar en dos de los tres aspectos descritos anteriormente, que son la Eficiencia Administrativa y la Redefinición de la Experiencia del Cliente. El cómo se pretende realizar esta propuesta se muestra en el siguiente esquema:

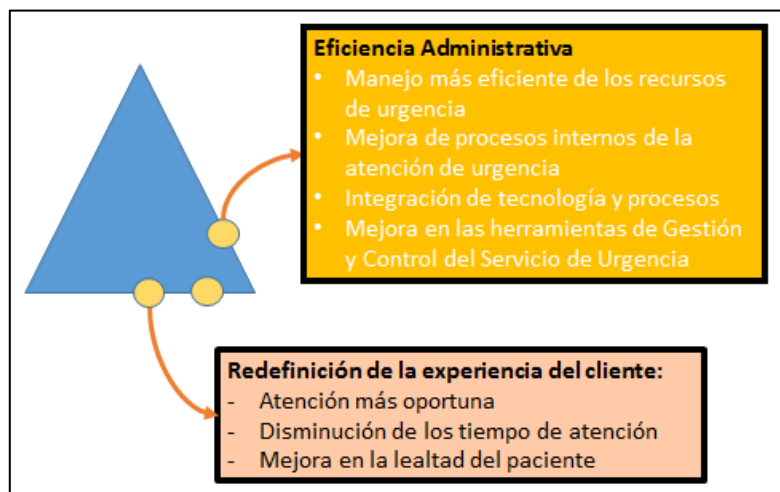


Ilustración 29: Contribución del Proyecto a la Estrategia Competitiva del Hospital

3.3. Modelo de Negocio

3.3.1. Modelo de Negocios del Hospital Clínico de la Universidad de Chile

El planteamiento estratégico de la institución, presentado en la sección anterior, debe materializarse a través de un modelo de negocios que garantice que los objetivos estratégicos definidos puedan cumplirse.

A continuación se presenta un esquema del modelo de negocios del hospital, que pretende reflejar la forma en que la institución busca entregar su propuesta de valor a los diferentes clientes.

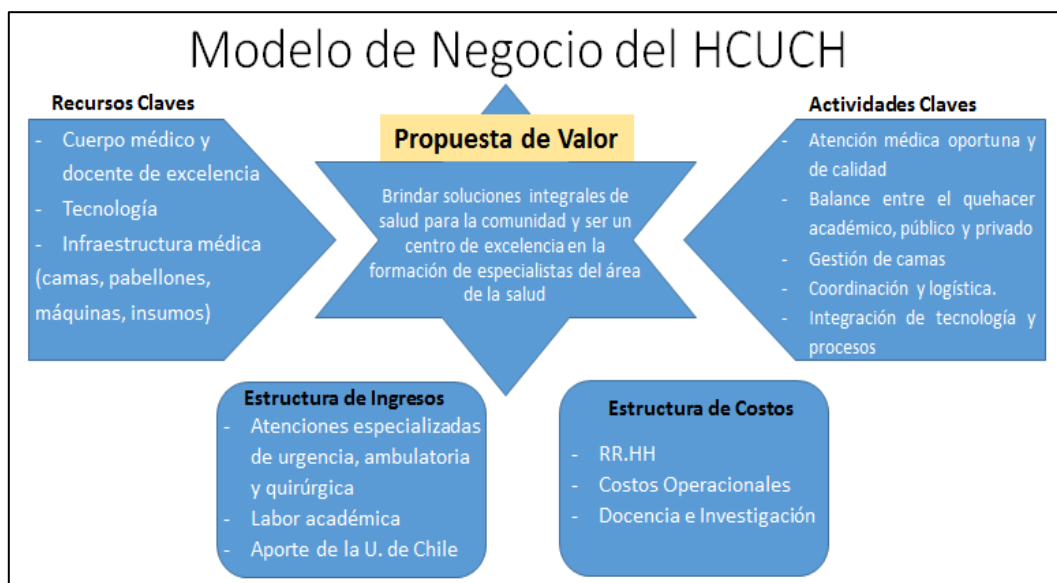


Ilustración 30: Esquema del Modelo de Negocios del HCUCH (elaboración propia)

Es importante destacar en relación al modelo de negocios de la institución, que éste cambió profundamente en el año 1994, cuando el hospital dejó de pertenecer a la red pública de salud, y comenzó a operar en una industria altamente competitiva como es la de prestaciones privadas de salud y con una modalidad de gestión altamente exigente, como es la de auto-financiamiento.

La sustentabilidad económica es una tarea extremadamente compleja en estas circunstancias, ya que la estructura de costos es más alta que la de sus competidores, debido a la labor académica, y debido al alto nivel de deuda que presenta el hospital. La situación es tan delicada que el año 2013 se analizaron diferentes alternativas para mejorar este escenario, inclusive se pensó en vender el hospital al sector privado para poder saldar la deuda, alternativa que finalmente fue descartada.

3.3.2. Modelo de Negocio del Proyecto

El presente proyecto se encuentra totalmente alineado con el modelo de negocios de la institución y busca apoyar en esta ardua y exigente misión desde la perspectiva de la eficiencia operacional y de la mejora en el uso de los recursos. Esto permitirá obtener diversos beneficios, tanto en el plano económico, como en el plano de funcionamiento interno y en el de satisfacción usuaria.

A continuación se presenta el modelo de negocios del proyecto, que muestra claramente el apoyo al modelo de negocios de la institución completa.



Ilustración 31: Modelo de Negocios del Proyecto

En los siguientes puntos se describen los 4 aspectos del modelo de negocios del proyecto.

3.3.2.1. *Propuesta de Valor*

Centrada 100% en el cliente, que en este caso son todos los pacientes que visitan el Servicio de Urgencia del HCUCH.

La propuesta de valor consiste en mejorar la calidad de atención brindada, haciéndola más oportuna (con menores tiempos de espera), más justa (en el orden adecuado según la gravedad de los pacientes), digna (que no exceda los límites aceptables), eficiente (optimizando el uso de recursos), lo que se refleje en mayor satisfacción de los pacientes.

3.3.2.2. *Beneficios*

La mejora en los procesos de atención, junto con la optimización del uso de recursos y la mejora en los mecanismo de monitoreo y control, se traducen en menores tiempos de atención, lo que permite aumentar el número de consultas y disminuir el número de pacientes que se retiran sin atención. Esto impacta directamente en los ingresos del servicio y por sobre todo, en un aumento en la satisfacción de los usuarios.

3.3.2.3. *Recursos Claves*

Para poder concretar la propuesta de valor del proyecto, hay ciertos recursos que son indispensables. En primer lugar, se necesita el apoyo y compromiso del recurso humano del servicio. Sin un convencimiento de parte ellos es imposible que el proyecto sea exitoso. La estrategia para abordar este delicado aspecto, es la elaboración adecuada de un plan de gestión del cambio.

Además, se requiere de otros recursos como son los sistemas de información, los servicios de apoyo (tanto de apoyo diagnóstico como de gestión de camas) y obviamente de equipamiento médico idóneo para el contexto del servicio.

3.3.2.4. *Actividades Claves*

Junto con los recursos, si no se llevan a cabo las actividades claves que usan estos recursos, la propuesta de valor difícilmente se puede alcanzar.

En este sentido son claves los mecanismos de colaboración y coordinación entre los diferentes actores del servicio, los procesos que involucran relaciones con otras unidades del hospital, el triage, que permite planificar y priorizar las atenciones, los sistemas de monitoreo y control, que permiten evaluar e identificar el desempeño de las diferentes actividades, y por último, el diagnóstico médico, que es la actividad clave que determina toda la atención de urgencia.

Capítulo 4: Arquitectura de Macroprocesos

La arquitectura de macroprocesos diseñada para el Hospital Clínico de la Universidad de Chile se basa en las publicaciones de Barros y Julio (Barros & Julio, 2011), respecto de los patrones de arquitectura de procesos. Estos patrones contienen los macroprocesos que todas las organizaciones deberían tener, ya que incorporan las mejores prácticas, y son el resultado de años de estudio y desarrollo de proyectos en diversas empresas de variadas industrias. Si los patrones son implementados de forma correcta, las organizaciones generan mayor eficiencia y eficacia a todo nivel, desde lo táctico-estratégico, hasta lo operacional.

A continuación se presenta la arquitectura de macroprocesos propuesta para el HCUCH.

4.1. Macroproceso 1: Cadena de Valor.

Conjunto de procesos que ejecutan la producción de los bienes y servicios del hospital, el cual involucra desde que se interactúa con el paciente para generar requerimientos (agendar horas médicas, admisión de urgencia, hospitalizaciones, etc.) hasta que éstos han sido satisfactoriamente resueltos.

4.2. Macroproceso 2: Desarrollo de nuevas capacidades.

Conjunto de procesos que desarrollan las nuevas capacidades que la empresa requiere para ser competitiva: los nuevos productos o servicios, incluyendo modelos de negocios, que una empresa requiere para mantenerse vigente en el mercado; la infraestructura necesaria para poder producir y operar los servicios, incluyendo la infraestructura TI; y los nuevos procesos de negocios que aseguran efectividad operacional y creación de valor para los clientes, estableciendo, como consecuencia, los sistemas basados en TI necesarios. Este macroproceso se encarga de la innovación que requiere toda empresa.

4.3. Macroproceso 3: Planificación del Hospital.

Involucra a un conjunto de procesos necesarios para definir el rumbo futuro de la organización en la forma de estrategias, que se materializan en planes y programas.

4.4. Macroproceso 4: Procesos de Apoyo.

Conjunto de procesos de apoyo que manejan los recursos necesarios para que los anteriores operen. Hay cuatro versiones que se pueden definir: recursos financieros, humanos, infraestructura y materiales.

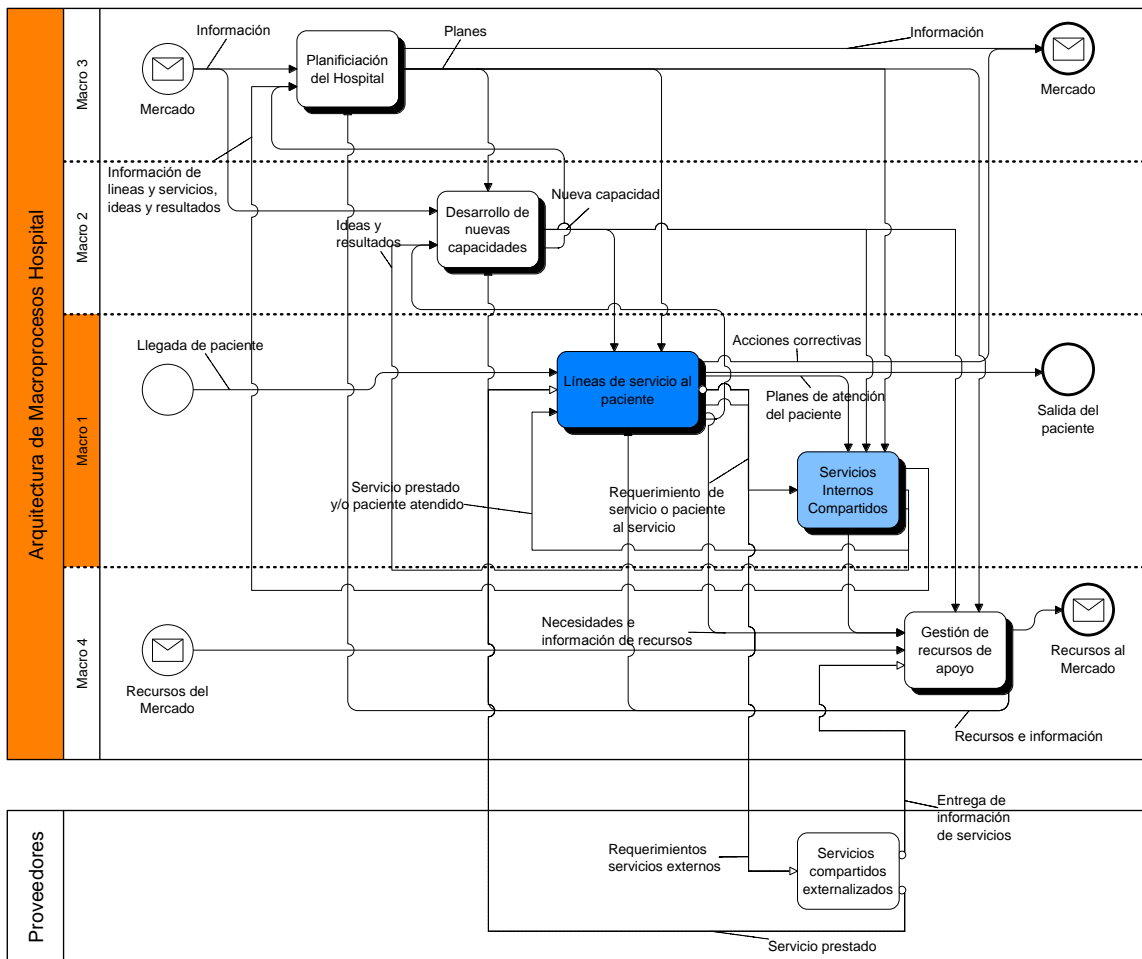


Ilustración 32: Arquitectura de Macroprocesos HCUCH

Esta arquitectura es bastante similar al patrón propuesta en (Barros & Julio, 2011), siendo la principal diferencia, la adaptación de la macro 1 para el caso de un hospital. En este caso, la macro 1 se divide en dos macroprocesos, que son las Líneas de Servicio al Paciente y los Servicio Internos Compartidos. Como el proyecto se centra en este macroproceso, a continuación se detallan todos los sub-procesos que este involucra.

4.5.Líneas de Servicio al Paciente

Las Líneas de Servicio al Paciente corresponden a los principales servicios que ofrece un hospital, es este caso sería Atención Ambulatoria, Atención de Urgencia, Atención Cerrada y Otros Servicios, como la venta de bonos de Isapres y Fonasa. Cada uno de estos servicios corresponde a una Cadena de Valor del hospital. El proyecto se centrará solamente en la Atención de Urgencia, sin embargo, se describen brevemente todas las líneas de servicio al paciente.

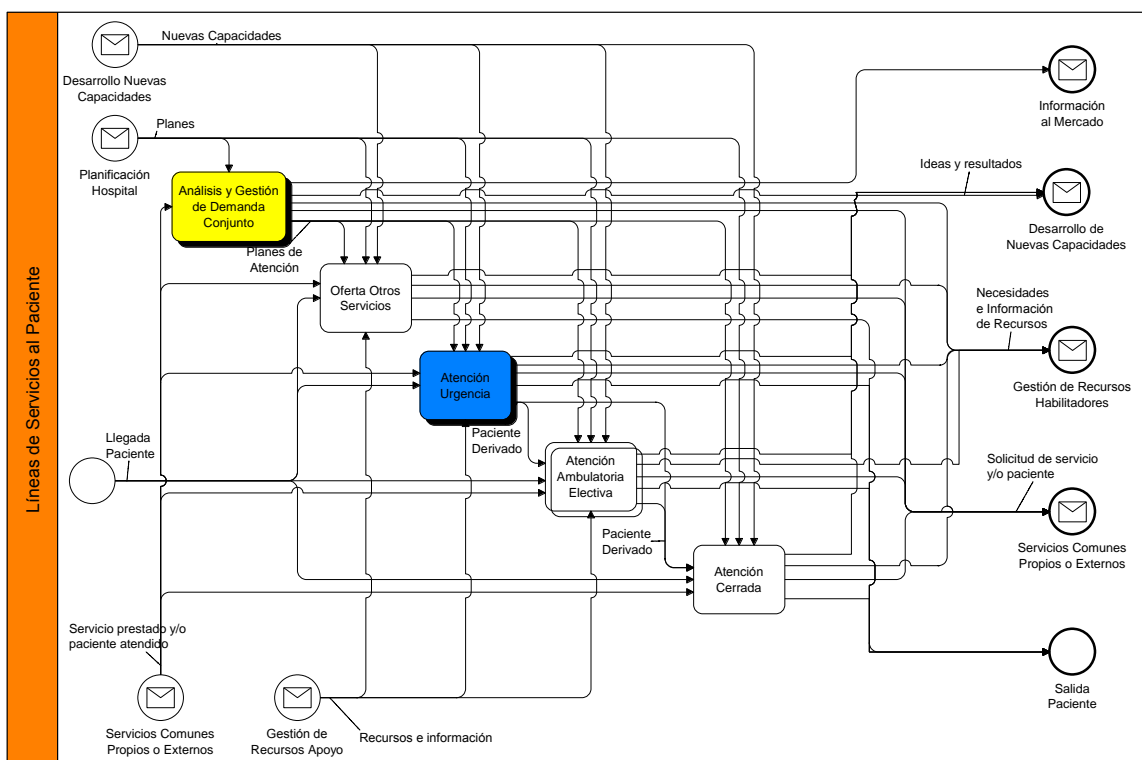


Ilustración 33: Líneas de Servicio al Paciente del HCUCH

4.5.1. Análisis y Gestión de Demanda Conjunta

Usualmente dentro de la cadena de valor se incorpora esta actividad, que se encarga de estimar, caracterizar y administrar la demanda total de la organización, de manera centralizada, identificando y haciéndose cargo de las interacciones entre las demandas de cada cadena de valor. Esta práctica también permite generar economías de escala en la realización de esta actividad. Sin embargo, en el caso del HCUCH este proceso no existe como tal, sino que cada línea de atención lo hace de manera independiente.

4.5.2. Oferta de Otros Servicios

Dentro de este procesos se encuentran los servicios de venta de bonos, tanto de Isapres como de Fonasa, además de venta de seguros de vida, entre otros.

4.5.3. Atención de Urgencia

Atiende a pacientes no electivos que necesitan atención médica urgente y, en consecuencia, que no pueden ser programados con anticipación. El HCUCH ofrece atención de urgencia para adultos, niños y de maternidad.

Cada paciente que llega a esta línea de servicio se clasifica de acuerdo con la gravedad de la enfermedad, de tal manera que los pacientes más urgentes sean atendidos primero. Aquí, el paciente también puede ser transferido a cualquiera de las otras líneas de servicio, en caso de que necesite ser hospitalizado o requiera de una atención médica con un especialista.

4.5.4. Atención Ambulatoria

En esta línea se atienden a los pacientes electivos, es decir, aquellos que se le puede programar su atención, y en la cual los pacientes no pernoctan en la institución. La atención ambulatoria del HCUCH es altamente especializada, con la presencia de prácticamente todas las especialidades de la medicina.

Dado el personal de excelencia de esta línea de atención, existe una alta demanda en todas las especialidades, lo que se ve reflejado en la poca disponibilidad de horas médicas en el corto plazo.

4.5.5. Atención Cerrada u Hospitalaria

Esta línea atiende a pacientes electivos y no electivos que deben ser hospitalizados, para tratar tanto problemas médicos como quirúrgicos. El hospital cuenta con camas de hospitalización básicas, intermedias y de cuidados intensivos.

En relación a este tipo de atención, esta puede ser considerada una de las más fuertes del hospital, junto con la atención quirúrgica, ya que cuenta con un staff de médicos altamente especializados y con vasta experiencia.

4.6. Servicios Internos Compartidos

Los servicios internos compartidos, como su nombre lo dice, son aquellos servicios internos de un hospital que son compartidos entre las diferentes líneas de atención y que permiten el íntegro funcionamiento de estas.

Los servicios internos compartidos son fundamentalmente nueve, y se muestran en la ilustración número 34.

A continuación se describen dos de estos servicios, que son los que interactúan directamente con la atención de urgencia, cadena de valor donde se desarrolla el proyecto.

4.6.1. Servicios de Apoyo Diagnóstico

Los servicios de apoyo diagnóstico del HCUCH son fundamentalmente los servicios de Imagenología y de Laboratorio. Ambos servicios son altamente demandados y deben funcionar en un ambiente de alta incertidumbre producto de las solicitudes electivas como no electivas. Además, estos servicios cuentan con recursos escasos, los cuales se utilizan al máximo de sus capacidades, no obstante, en ciertos momentos se ven sobrepasados y la calidad del servicio se va comprometida.

Un gran porcentaje de los pacientes que se atienden en el servicio de urgencia requieren de este tipo de servicio de apoyo, lo que involucra un tiempo considerable en todo el proceso, desde la solicitud hasta la disponibilidad de los resultados.

4.6.2. Servicio de Camas

Este servicio se encarga de la gestión de todas las camas de hospitalización de la institución. Debe coordinar las camas necesarias para pre y post operatorio, las camas de estudio y

tratamiento médico, y las camas que requieren los pacientes atendidos en la urgencia y que tienen criterios de hospitalización.

Esta labor es sumamente compleja, ya que se deben considerar muchas variables y condiciones distintas, las características de las camas, las necesidades de los pacientes, la disponibilidad de personal, los turnos, las visitas, las limpiezas, entre otras. Esto sumado a la alta tasa de utilización de las camas, que en el primer semestre del 2013, bordeó el 80%.

Actualmente esta labor recae en una enfermera dependiente de la jefatura de enfermería del hospital, sin embargo, se recomienda que esta labor dependa directamente de la dirección, para que tenga un poder realmente efectivo en la toma de decisiones.

Alrededor del 20% de los pacientes que se atienden en el servicio de urgencia del HCUCH se hospitalizan, lo que involucra en la gran mayoría de las veces una larga espera por disponibilidad de cama.

Considerando el alto impacto de estos servicios internos compartidos en la atención de urgencia, se hace necesario trabajar de manera colaborativa con las jefaturas de estas unidades de apoyo, para mejorar la calidad del servicio brindado.

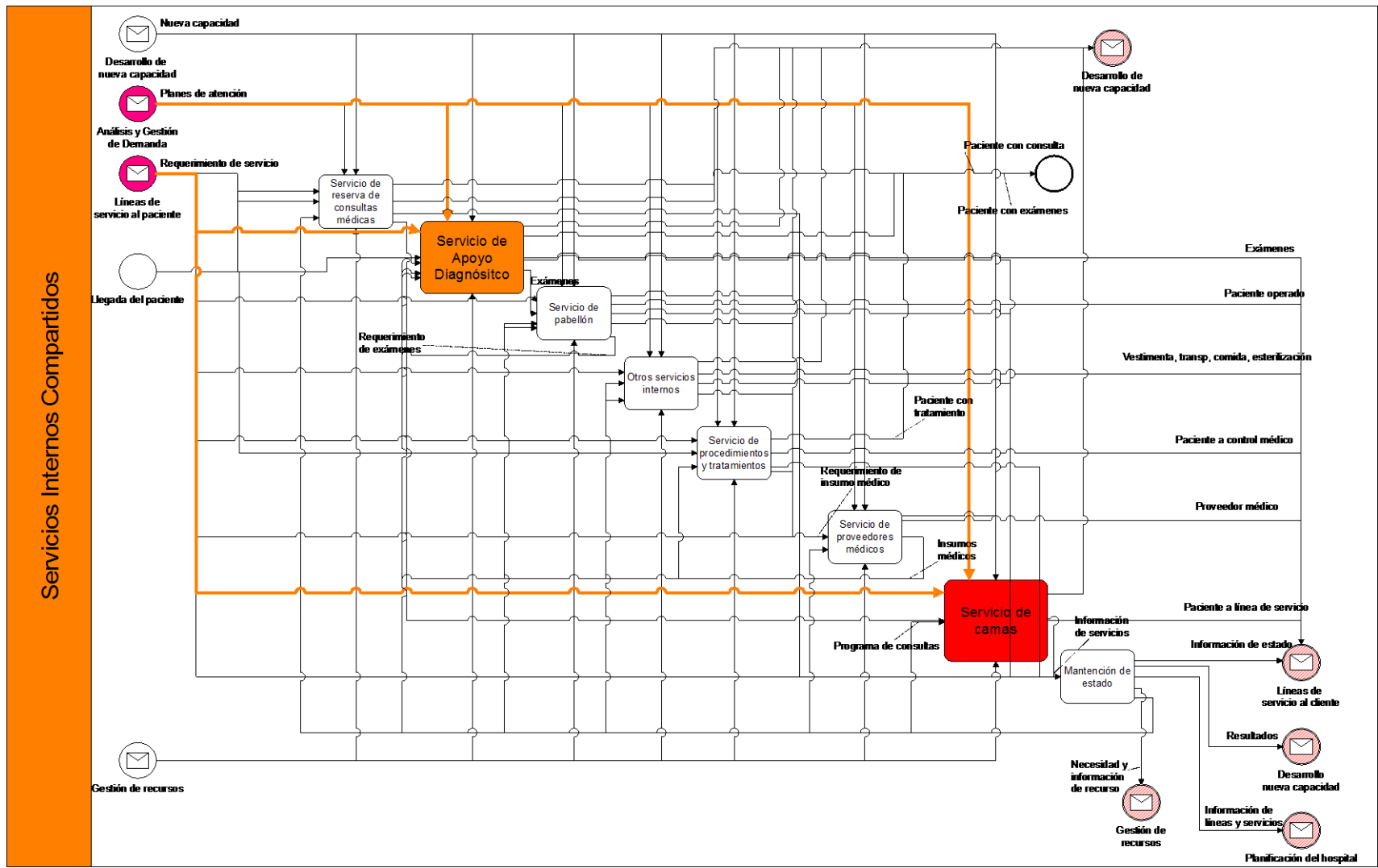


Ilustración 34: Servicios Internos Compartidos del HCUCH

Capítulo 5: Rediseño de Procesos

Para alcanzar los objetivos planteados en este proyecto y mejorar la delicada situación que vive el Servicio de Urgencia, es fundamental realizar un rediseño de ciertos procesos claves de la atención, que se traduzcan en una mejor utilización de los recursos, tanto humanos como de infraestructura.

En este capítulo se presenta el rediseño propuesto, que representa el corazón del proyecto. Comienza con la definición del alcance, seguido de las variables que direccionan el rediseño y finalmente, el detalle del rediseño propiamente tal.

5.1. Alcance del Rediseño

El rediseño propuesto en este proyecto abarca ciertos procesos de la atención de urgencia. Estos procesos son: Planificación y Control del Servicio; dentro del proceso de Gestión del Servicio de Urgencia, y Monitoreo de las Actividades; dentro del proceso de Entrega de la Atención de Urgencia.

Para comprender mejor donde se encuentran los procesos rediseñados en relación a todos los procesos de la atención de urgencia, a continuación se muestra el árbol de procesos de todo el servicio:

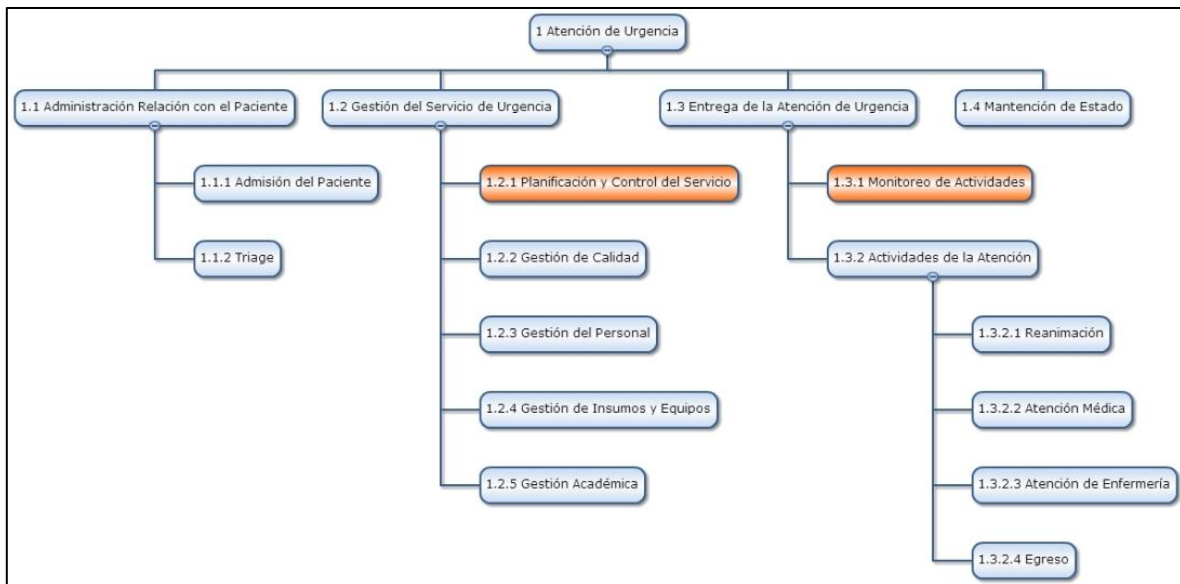


Ilustración 35: Árbol de Procesos Atención de Urgencia

5.2. Dirección de Cambio del Rediseño

En esta sección se presentan las variables de diseño que permiten identificar qué aspectos serán evaluados y afectados por el diseño y rediseño de procesos que involucra el proyecto, de acuerdo a 6 dimensiones relevantes.

A continuación se proceden a detallar cada uno de estos aspectos:

5.2.1. Estructura empresa y mercado

Variable de Diseño		
Estructura empresa y mercado	Actual	Propuesto
Servicio integral al cliente	No	No
Lock-in sistémico	No	No
Integración con proveedores	No	No
Estructura Interna: centralizada o descentralizada	Descentralizada, pero con servicios internos compartidos	Sin variación
Toma de Decisiones: centralizada o descentralizada	Centralizada	Descentralizar ciertas decisiones en base a lógicas de negocio centralizadas

Tabla 5: Variable de Diseño 1: Estructura empresa y mercado

5.2.2. Anticipación

Variable de Diseño		
Anticipación	Actual	Propuesto
Planificación de la capacidad y de recursos	No	Uso de modelos de simulación para estimar requerimientos de recursos críticos
Modelo predictivo de congestión	No	Sí, modelo predictivo de minería de datos

Tabla 6: Variable de Diseño 2: Anticipación

5.2.3. Coordinación

Variable de Diseño		
Coordinación	Actual	Propuesto
Reglas	Informales, no documentadas y abuso de actividades tácitas	Reglas formales con apoyo computacional para coordinar el flujo de atención. Reglas formales para coordinar la Gestión del Servicio con la Entrega de la Atención mediante ayuda computacional
Jerarquía	Presente y activa gran parte del tiempo	Sin variación
Colaboración	Escasa entre el Servicio de Urgencia y los Servicios Internos Compartidos (S.I.C.)	Mejorar la fluidez y el oportunismo entre la Urgencia y los S.I.C.
Partición	Por servicios	Disminuir la partición y aumentar el trabajo colaborativo

Tabla 7: Variable de Diseño 3: Coordinación

5.2.4. Prácticas de Trabajo

Variable de Diseño		
Prácticas de Trabajo	Actual	Propuesto
Lógica de apoyo a actividades tácitas	No	Apoyo de sistema de información para estimar el nivel de congestión general del servicio
Procedimientos de Comunicación e Integración	No	Apoyo de sistema de información para mejorar la comunicación y coordinación entre los actores relevantes
Lógica y Procedimientos de Desempeño y Control	No	Apoyo de sistema de información para el análisis del desempeño del servicio, mediante reportes periódicos semi-automatizados

Tabla 8: Variable de Diseño 4: Prácticas de Trabajo

5.2.5. Integración de Procesos Conexos

Variable de Diseño		
Integración de Procesos Conexos	Actual	Propuesto
Proceso Aislado	No	No
Todos o la mayor parte de los procesos de un macroproceso	No	Aumentar la interacción entre los procesos de Gestión del Servicio y Entrega de la Atención, dentro del macroproceso de Atención de Urgencia
Dos o más macroprocesos que interactúan	No	No

Tabla 9: Variable de Diseño 5: Integración de Procesos Conexos

5.2.6. Mantención Consolidada de Estado

Variable de Diseño		
Mantención Consolidada de Estado	Actual	Propuesto
Datos propios	Sí	El sistema de apoyo a la gestión diseñado, utiliza los datos del sistema de apoyo clínico.
Integración de datos con otros sistemas de la empresa	No	Además, el sistema se integra con los sistemas de Laboratorio e Imagenología.
Integración de datos con sistemas de empresas externas	No	No

Tabla 10: Variable de Diseño 6: Mantención Consolidada de Estado

5.3. Diseño y Rediseño de Procesos

En esta sección se presentan todos los procesos de la Atención de Urgencia, destacando aquellos procesos que son parte del rediseño propuesto, los cuales serán detallados en profundidad. En la siguiente sección (5.4.) se presenta el detalle de las lógicas de negocios complejas que hay detrás del este rediseño.

Primero que todo, recordar que el proyecto se centra en una de las cadenas de valor del hospital, la Atención de Urgencia, sin embargo, la relación que se establece con ciertos servicios internos compartidos del hospital es clave para entender el funcionamiento y desempeño de la atención. Específicamente las relaciones con los Servicios de Apoyo al Diagnóstico, que corresponde a Laboratorio e Imagenología, y con el Servicio de Cama, son importantísimas debido a la gran cantidad de pacientes que requiere de este tipo de servicios y al elevado tiempo de respuesta que estos conllevan.

Teniendo claro el contexto y alcance del rediseño, se procede a detallar los procesos diseñados y rediseñados de la Atención de Urgencia.

5.3.1. Atención de Urgencia

El diseño del proceso de atención de urgencia del HCUCH se realizó en base al patrón de negocio característico de una macro 1 (esquema 36), pero adaptándolo a la característica de este tipo de servicio. Una diferencia evidente, es la falta del proceso de Gestión de Relación con los Proveedores, que para el caso de los hospitales se realiza en los Servicio Internos Compartidos.

El proceso de Atención de Urgencia consta de 4 sub-procesos principales (esquema 37). En primer lugar está la “Administración Relación con el Paciente”, que involucra todas las actividades que buscan identificar y caracterizar al paciente (esquema 38). En segundo lugar está la “Gestión del Servicio de Urgencia”, que involucra todas las actividades de planificación y programación de la producción y de los recursos del servicio, incluida la Gestión Académica (esquema 39). En tercer lugar está el proceso de “Entrega de la Atención de Urgencia”, que abarca todas las actividades realizadas durante la atención médica del paciente (procedimientos, traslados, exámenes, etc.) y las actividades docentes tanto para alumnos de pregrado como de postgrado (clases, internados, pruebas, exámenes, etc.) (esquema 40). Y por último, se encuentra el proceso llamado “Mantenimiento de Estado” que incorpora todas las actividades que implican guardar o modificar datos en los sistemas informáticos.

Dentro de los 4 macroprocesos de la Atención de Urgencia, el proyecto se centra en la Gestión del Servicio de Urgencia y en la Entrega de la Atención de Urgencia (cajistas naranja y amarilla de la ilustración 37, respectivamente):

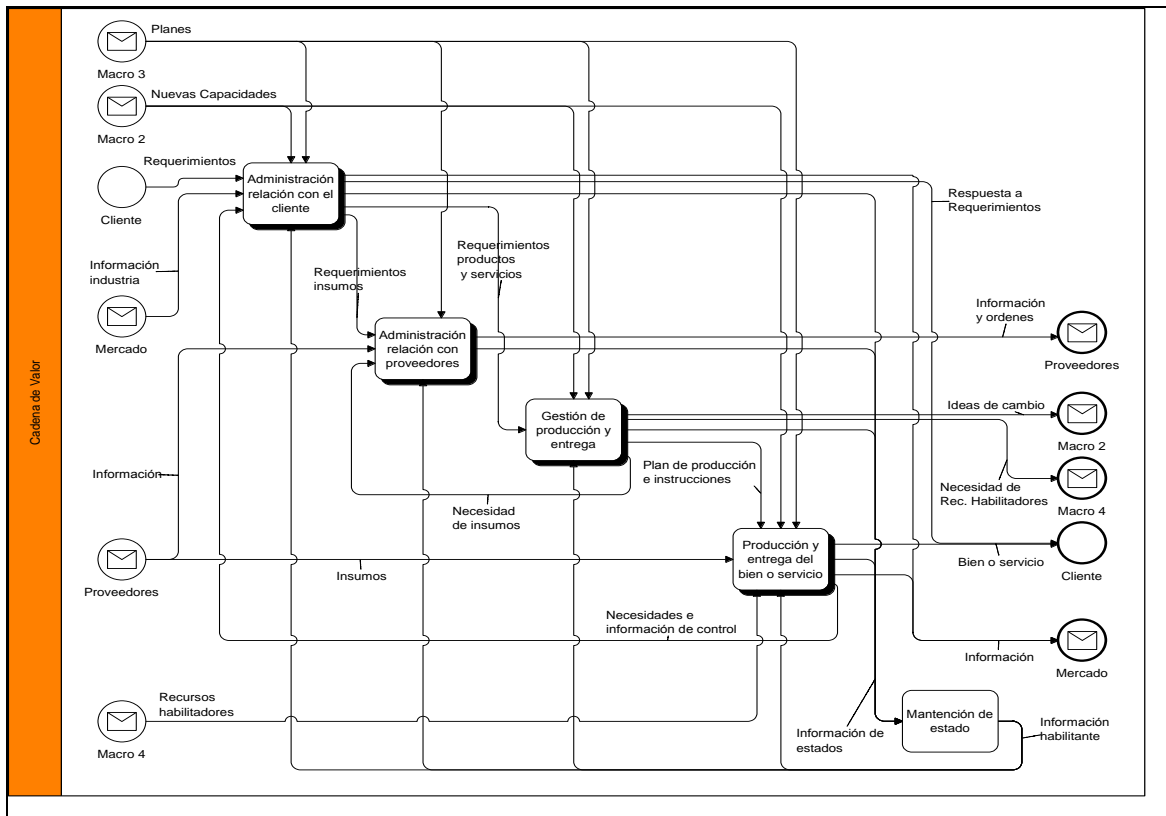


Ilustración 36: Patrón de la Cadena de Valor (Macro 1)

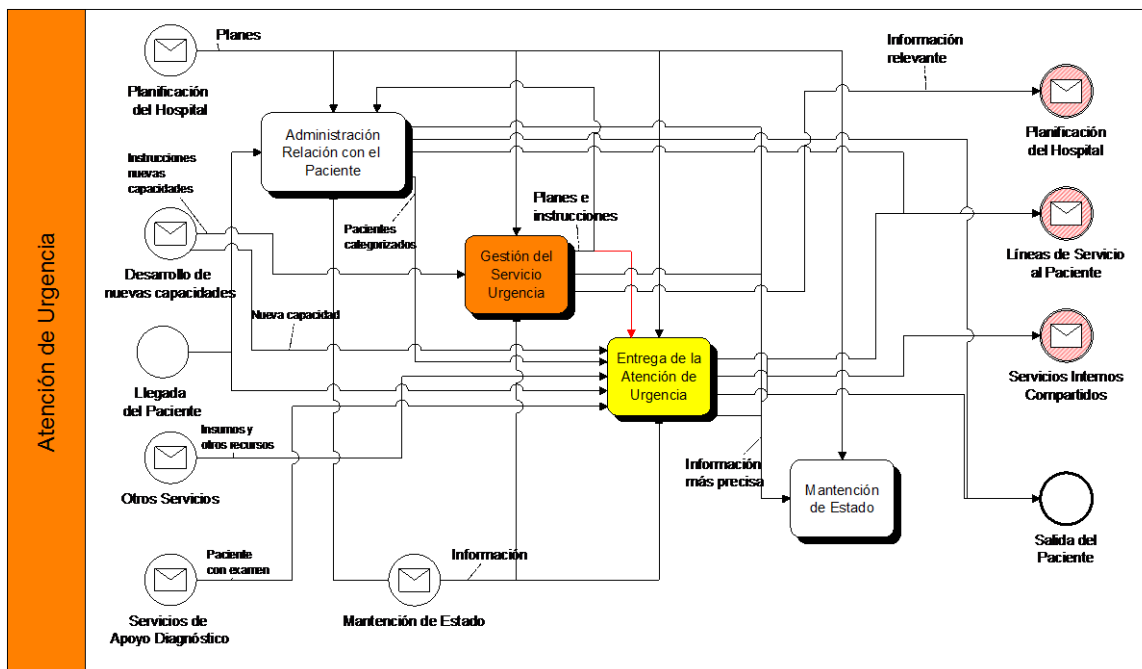


Ilustración 37: Macroproceso de la Atención de Urgencia (Macro 1)

A continuación se describen todos los procesos pertenecientes a la Atención de Urgencia.

5.3.1.1. Administración Relación con el Paciente

La entrada de este proceso es la llegada del paciente al Servicio de Urgencia. Dependiendo de la condición de gravedad del paciente, el orden de atención es diferente. Por una parte los pacientes sin riesgo vital, pasan por una actividad de admisión y luego a una sala especial para realizar el triage. En cambio, los pacientes con riesgo vital pasan directamente a ser atendidos en el reanimador, y es el personal de enfermería el encargado de recuperar los datos para registrar al paciente.

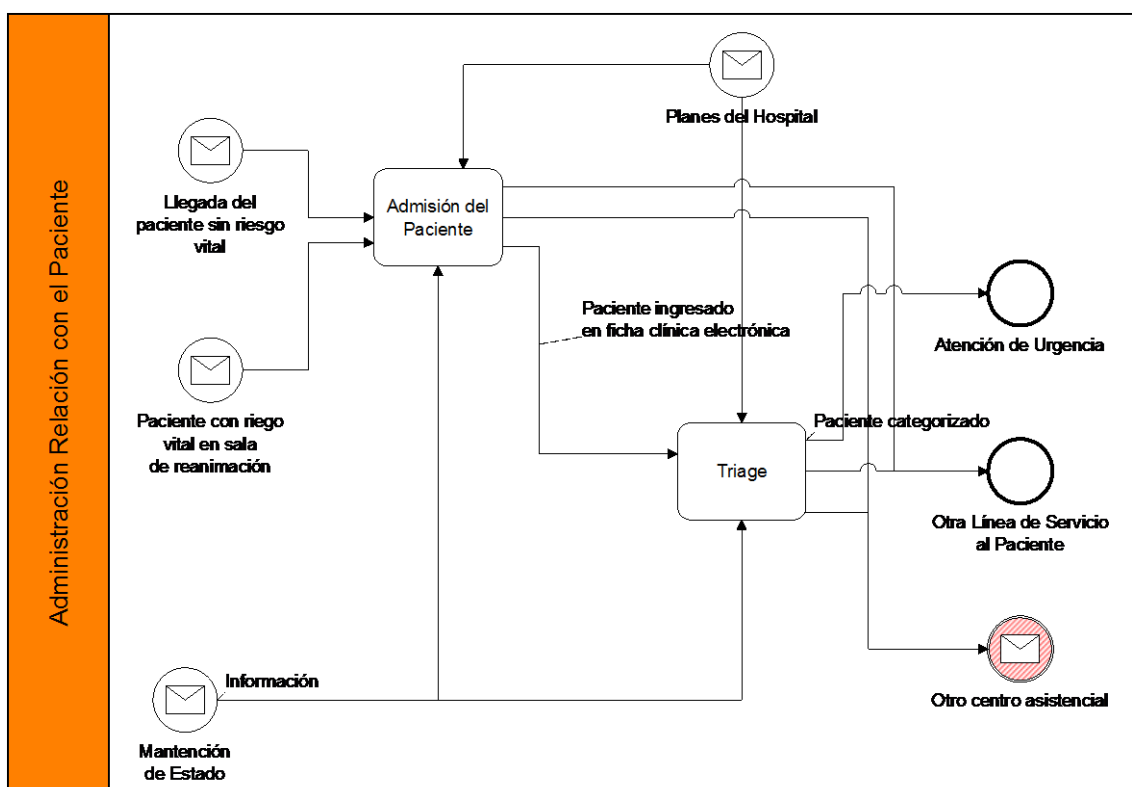


Ilustración 38: Proceso de Administración Relación con el Paciente

5.3.1.1.1. Admisión del Paciente

Esta actividad tiene como objetivo identificar los datos del paciente y asegurar que presenta las condiciones para pagar por la atención. Para identificar los datos del paciente se crea una ficha médica en el sistema electrónico, que contiene información como el nombre, lugar de residencia, teléfonos de contacto, previsión, entre otros. En caso que el paciente ya tenga ficha en el sistema, se verifica que los datos más importantes estén actualizados.

Una vez que el paciente tiene su ficha disponible y actualizada, él o algún acompañante debe firmar un pagaré para poder ser atendido⁹.

5.3.1.1.2. Triage

Esta actividad tiene como objetivos segmentar a los pacientes que llegan al servicio de urgencia según su grado de complejidad, con el propósito de priorizar la atención médica y de asignar tiempos máximo de espera razonables en cada situación particular. La idea es atender primero a los pacientes más graves, en desmedro de los pacientes menos complicados.

El triage consiste en recolectar información del estado de salud del paciente, tomando los signos vitales, preguntado por antecedentes médicos (enfermedades, uso de medicamentos, etc.) y el motivo de consulta. En base a esta información la enfermera a cargo del triage le asigna una categoría al paciente.

El Triage que se utiliza en el HCUCH es de 4 categorías, donde el C1 es un paciente con riesgo vital que requiere atención inmediata, el C2 es un paciente grave que tiene prioridad en caso de no haber un C1 y que debe ser atendido a la brevedad, el C3 es un paciente con poca gravedad que recibirá atención medica según el orden de categorización, y por último el C4 es un paciente sin gravedad que puede esperar para ser atendido (último nivel de prioridad).

Una limitación importante del sistema de triage que se utiliza, es su bajo poder de segmentación, ya que un 80% de los pacientes son categorizados como C3, lo que produce que la priorización sea más bien por orden de llegada que por nivel de gravedad.

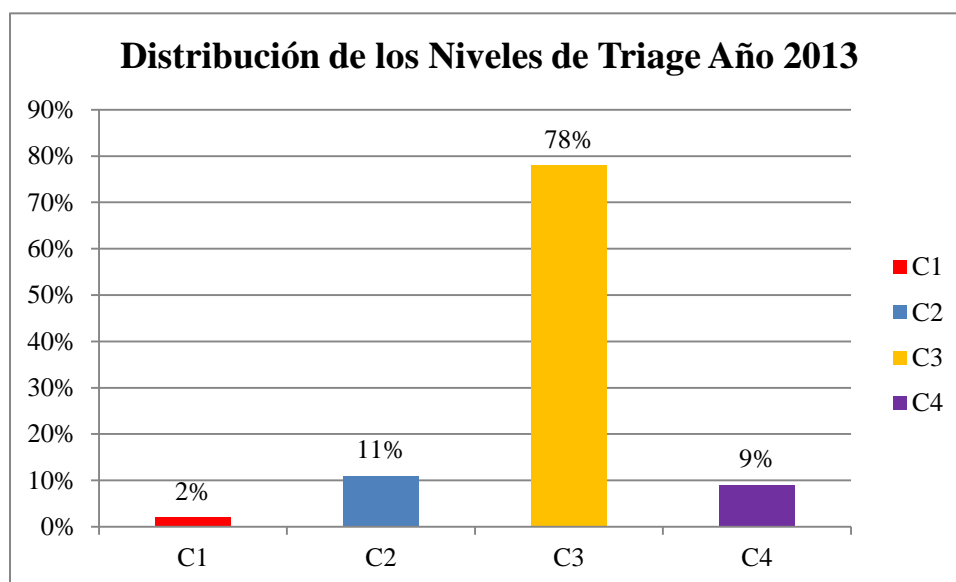


Ilustración 39: Distribución de Niveles e Triage Año 2013

⁹ Hay algunas excepciones en este punto, que son los pacientes que por su delicada condición de salud se les otorga la Ley de Urgencia y a quienes no se le puede pedir un respaldo económico para entregarle la atención.

La jefatura del Servicio está al tanto de esta situación y existe un consenso en que el sistema de triage debería ser cambiado a uno de 5 categorías con mayor poder de segmentación. No obstante, esta labor se escapa del alcance del proyecto.

5.3.1.2. Gestión del Servicio de Urgencia

El proceso de Gestión del Servicio de Urgencia consta de cinco grandes subprocesos los que se presentan en el siguiente esquema:

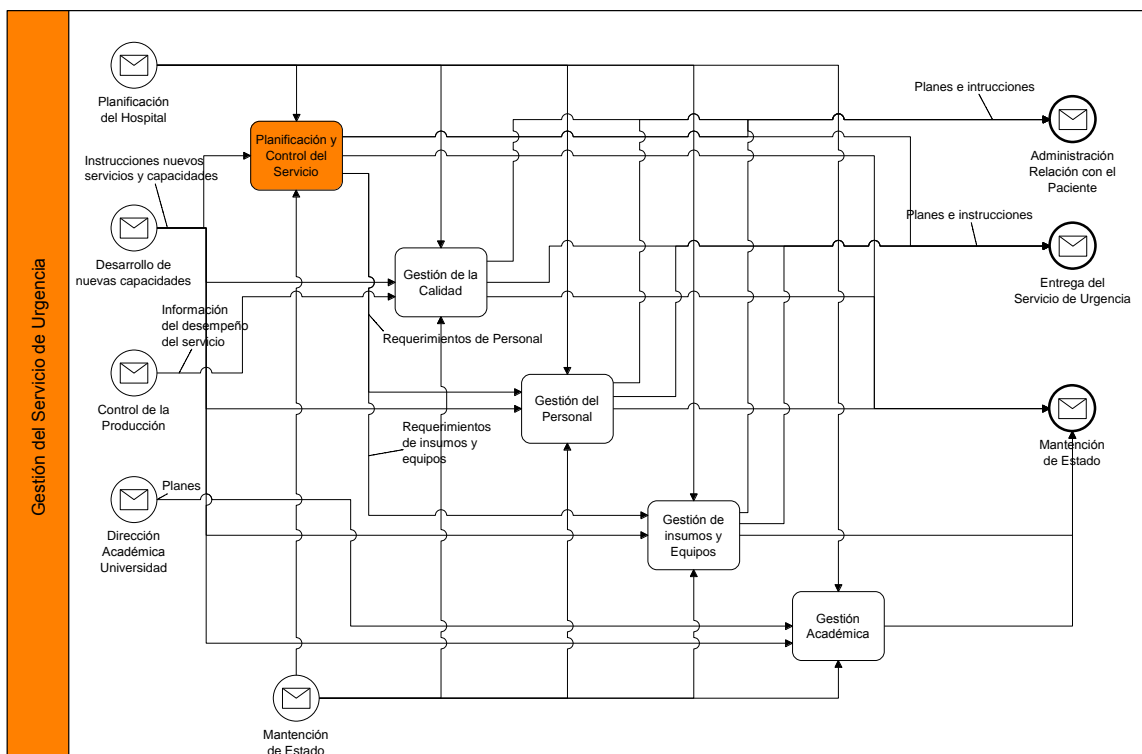


Ilustración 40: Procesos de la Gestión del Servicio de Urgencia

El proyecto abarca dentro de este proceso, fundamentalmente el subproceso de Planificación y Control del Servicio, siendo este una parte fundamental del rediseño propuesto y por ende, presentado en detalle en la sección (5.3.1.2.5.). Los demás subprocesos si bien no son rediseñados, se describen brevemente a continuación.

5.3.1.2.1. Gestión de la Calidad

En este proceso se desarrollan todas las actividades que buscan mejorar la calidad de la atención clínica brindada, fundamentalmente diseñando protocolos y pautas a seguir por el personal médico en ciertas circunstancias específicas.

Esta labor la realizan en conjunto las jefaturas médicas y de enfermería del servicio, y tienen como entrada la información recolectada en el proceso de *Control de la Producción* y el feed-back de los propios empleados con sus jefaturas.

El proyecto no abordará este proceso en particular.

5.3.1.2.2. Gestión del Personal

En este proceso se desarrollan todas las actividades relacionadas a la administración del personal, esto es, la programación de turnos, reemplazos, coberturas, vacaciones, etc. Esta labor recae en los jefes del servicio, lo que genera conflictos porque les demanda mucho tiempo y les impide realizar otras tareas más propias de sus cargos. Ellos plantean que es el área de recursos humanos del hospital el que debería hacerse cargo de esta actividad.

5.3.1.2.3. Gestión de Insumos y Equipos

En este proceso se realizan todas las actividades de gestión en relación a los insumos, medicamentos y equipos que se utilizan en el servicio. En esta labor se trabaja coordinadamente con el área de abastecimiento del hospital, quien recibe las solicitudes de material y las entrega en los tiempos acordados.

Periódicamente se van monitoreando los niveles de insumos y el estado de los equipos para determinar si se requieren más de estos recursos. Toda esta labor recae en sola una persona que es la Jefa de Enfermería, que dedica mucho tiempo a esta labor y pierde tiempo valiosísimo que podría ser utilizado en gestionar asuntos más relevantes.

El proyecto no pretende abordar este proceso en particular.

5.3.1.2.4. Gestión Académica

Este proceso involucra todas las actividades de programación, coordinación y control de las labores académicas que ofrece el servicio, que incluyen clases, seminarios, capacitaciones y pruebas, tanto para alumnos de pregrado (internos de la carrera de medicina de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile) como para los alumnos de postgrado (becados de la especialidad de Medicina de Urgencia).

Abordar este proceso no está dentro del alcance del proyecto.

5.3.1.2.5. Planificación y Control del Servicio

Como se mencionó anteriormente, este proceso es uno de los principales dentro del rediseño del proyecto y se escogió porque muy poco se había hecho en relación a las actividades que involucra, y porque si se logra desarrollar de manera adecuada, tiene un gran impacto en la calidad de la atención.

El rediseño propuesto para este proceso en términos de estructura se muestra en la siguiente figura:

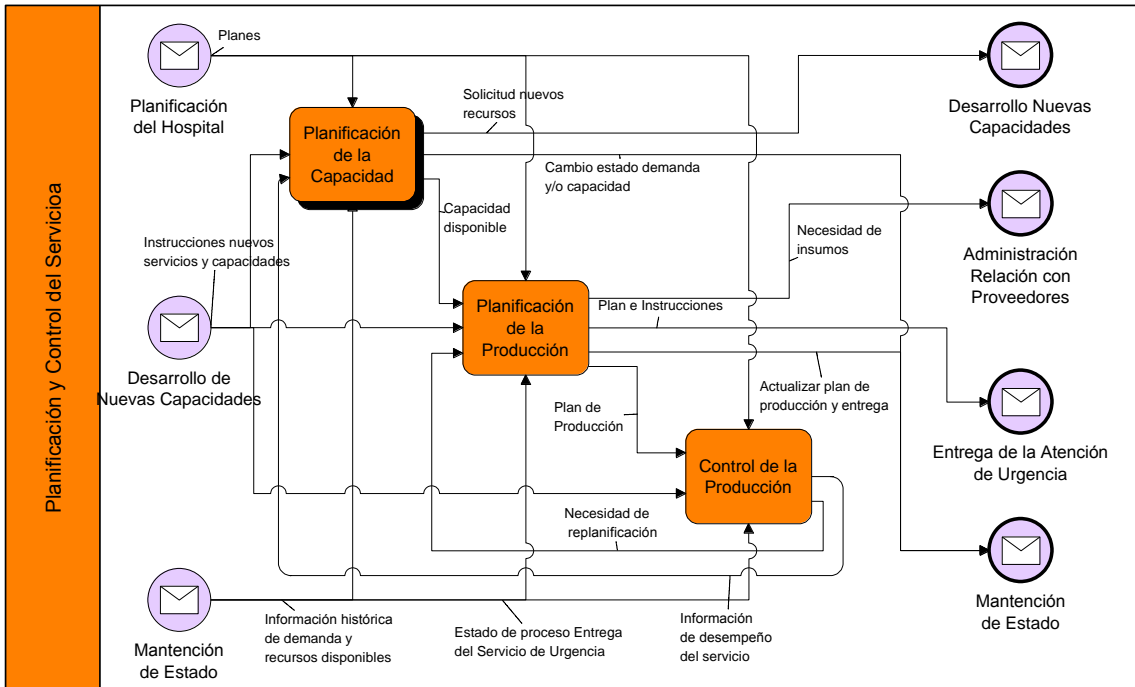


Ilustración 41: Rediseño del Proceso de Planificación y Control de la Producción

A continuación se detallan los tres subprocesos del proceso de Planificación y Control del Servicio.

5.3.1.2.5.1. Planificación de la Capacidad

Este proceso consiste en analizar la capacidad de los recursos del servicio y determinar si son suficientes en relación al nivel de demanda que recibe, para luego generar posibles cambios en los recursos críticos y finalmente analizar la factibilidad de estas propuestas.

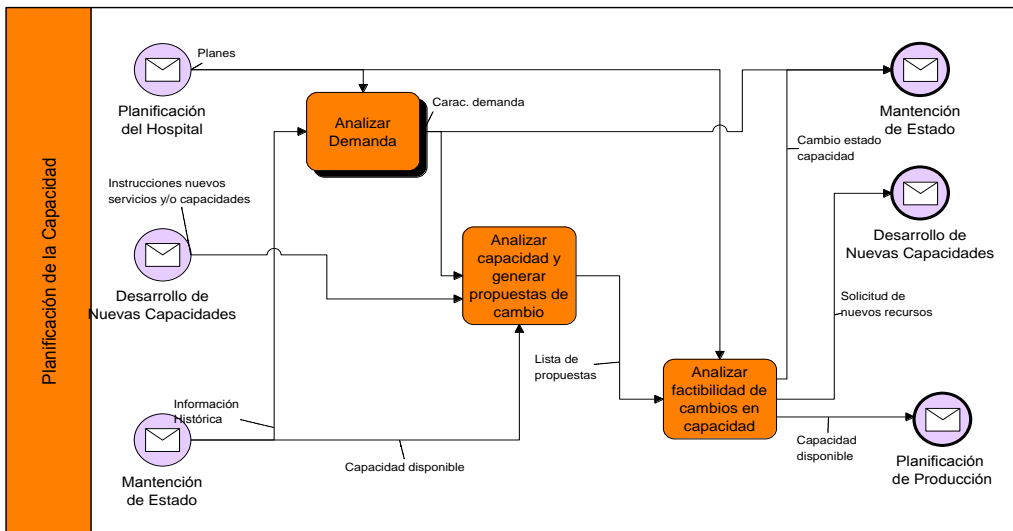


Ilustración 42: Procesos de la Planificación de la Capacidad

5.3.1.2.5.1.1. Análisis de la Demanda

La demanda que experimenta el Servicio de Urgencia no es del todo azarosa como se pensaría. Esta presenta patrones entre los días de la semana y en la distribución horaria dentro de cada día.

Los días lunes son generalmente los días de la semana en que se reciben mayor cantidad de consultas. Luego vienen los días martes, miércoles, jueves, sábado, viernes y domingo, respectivamente. El siguiente gráfico muestra el promedio diario de consultas de todo el año 2013.

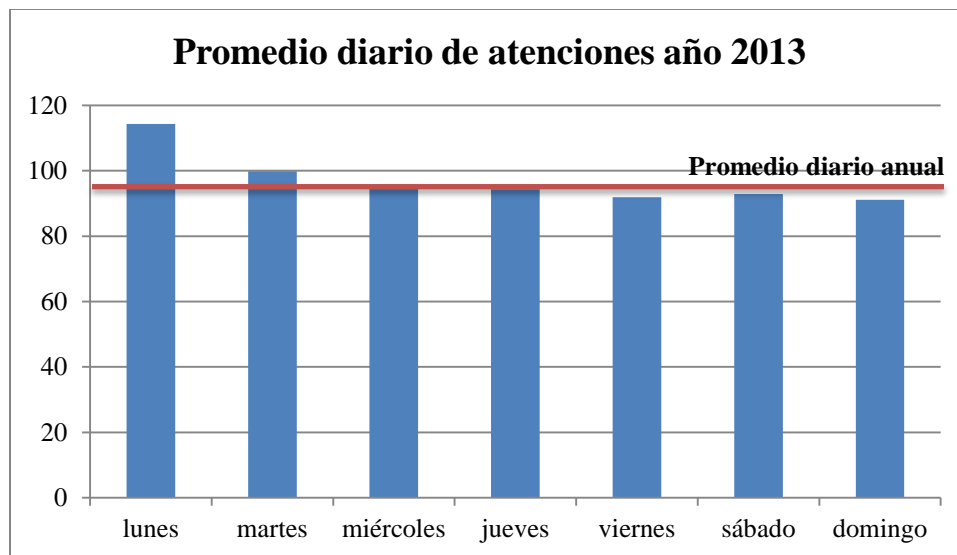


Ilustración 43: Patrón de Atenciones Diarias

En relación a la distribución de las atenciones por hora día, se observa un patrón en todos los días de la semana, con muy poca afluencia de pacientes en la madrugada, la cual comienza a subir alrededor de las 8 de la mañana, hasta alcanzar un peak de atención al medio día, manteniéndose alta durante la tarde y alrededor de las 20 hrs comienza a decaer paulatinamente.

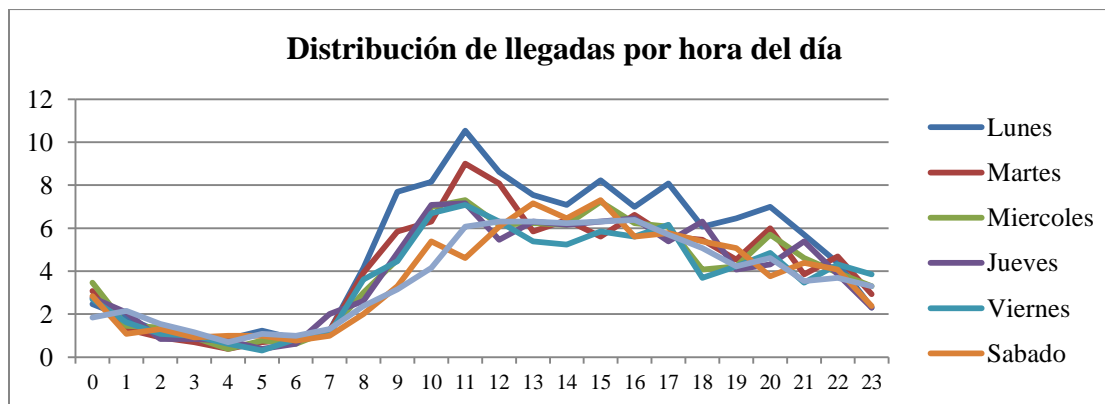


Ilustración 44: Patrón de llegadas por hora del día

Como se puede evidenciar en los gráficos anteriores, la demanda de corto plazo del servicio de urgencia parece que tener un patrón de comportamiento. En cambio, la demanda agregada del servicio tiene un comportamiento muy poco predecible:

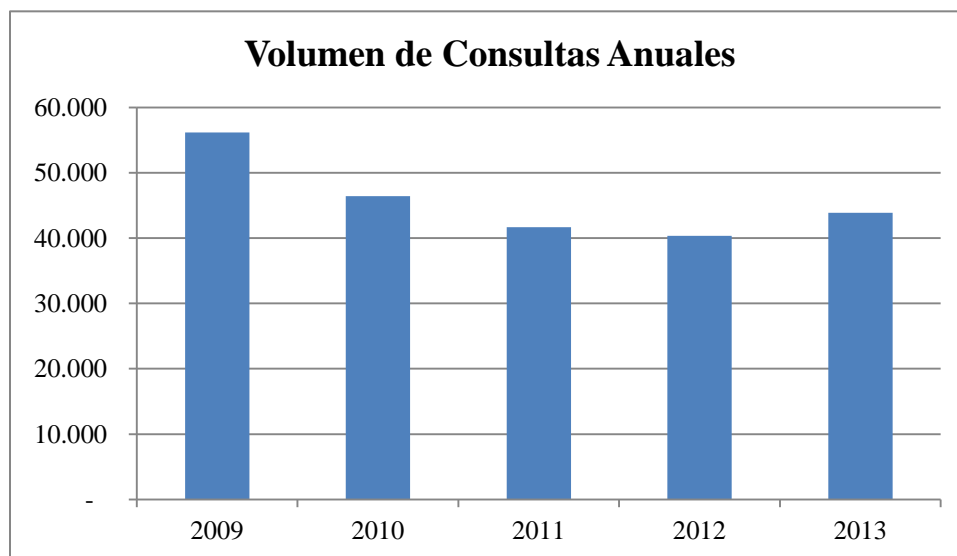


Ilustración 45: Número de consultas en los últimos 5 años

No obstante a que la demanda a largo plazo es difícil de estimar, con la información del comportamiento de corto plazo, más los criterios de los expertos en relación a las expectativas de crecimiento a nivel agregado, es suficiente para realizar una buena planificación de la capacidad de recursos que necesita el servicio.

5.3.1.2.5.1.2. Análisis de Capacidad, Propuestas de Cambio y Factibilidad

Este proceso consiste en estimar la cantidad de recursos óptimos que debería tener el servicio para entregar una atención con un nivel aceptable, para luego, contrastarla con la capacidad actual de recursos y en caso de existir diferencias considerables, generar un plan de acción que permita disminuir esta brecha.

La entrada de este proceso es la caracterización de la demanda que se realizó en el proceso de Análisis de la Demanda (sección 5.3.1.2.4.1.1.) y la salida, es una serie de propuestas de cambio a la capacidad de los recursos del servicio.

El análisis de capacidad realizado fue de los recursos críticos en la atención de urgencia, que son los médicos, las enfermeras y las camas de atención. La disponibilidad de estos recursos se muestra en la tabla 11.

Médicos	2 en turno día y 3 en turno noche
Enfermeras	4 en turno día y 4 en turno noche
Box de Atención	16 en todo momento

Tabla 11: Cantidad de Recursos Servicio de Urgencia HCUCH

El análisis comenzó estimando la tasa de utilización de los recursos en todos los horarios del día, ya que el comportamiento de la demanda varía considerablemente a lo largo de la jornada.

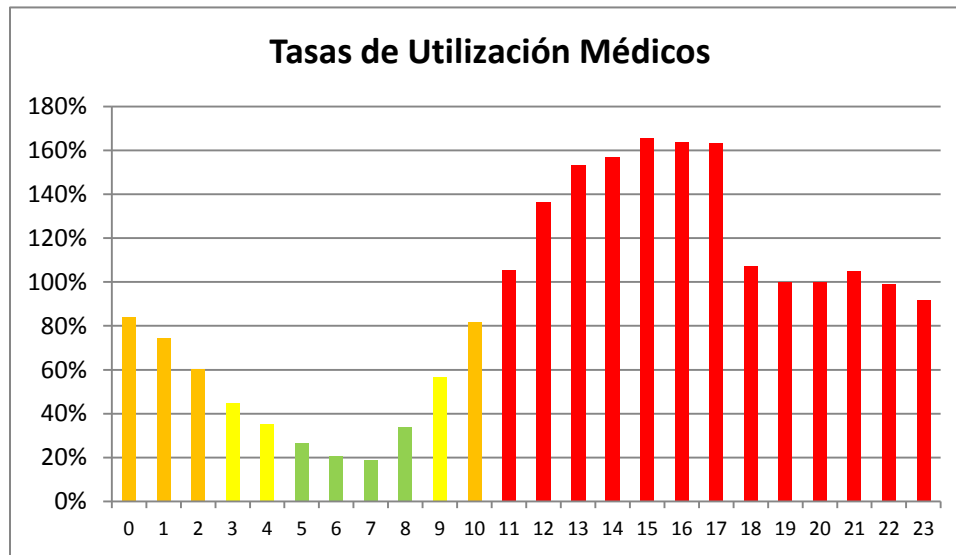


Ilustración 46: Utilización Médicos Período Marzo-Julio 2013

Como se puede observar en el gráfico superior, la tasa de utilización de los médicos es muy alta en gran parte del día, superando el 100% en el intervalo que va desde las 11 de la mañana hasta alrededor de las 10 de noche.

Cuando la tasa de utilización supera el 100% significa que la cantidad de trabajo demandada supera la capacidad de respuesta del recurso, lo que genera que cierta parte del trabajo quede en espera hasta que se finalice el trabajo previo.

La situación con los recursos de enfermería y camas es bastante similar, siendo este último recurso el que tiene mayor nivel de utilización dentro del Servicio de Urgencia. La única excepción en este punto, es la enfermera encargada del triage, que cuenta con una tasa de utilización razonable que le permite funcionar correctamente.

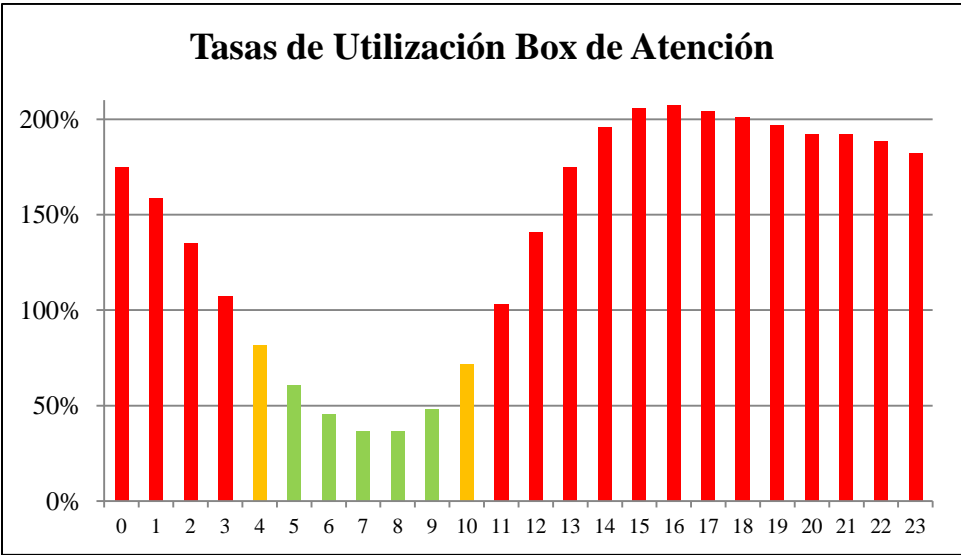


Ilustración 47: Utilización Box's Período Marzo-Julio 2013

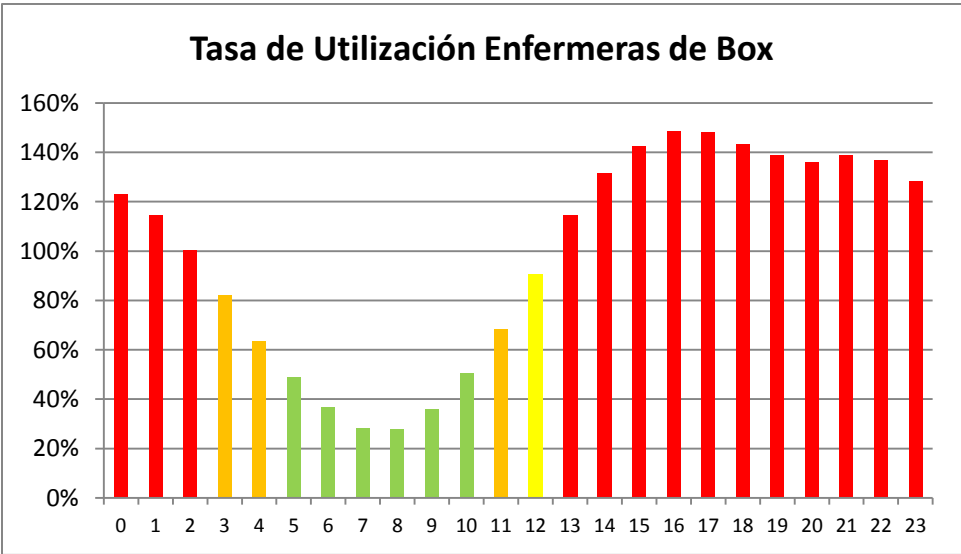


Ilustración 48: Utilización Enfermera Box Período Marzo-Julio 2013

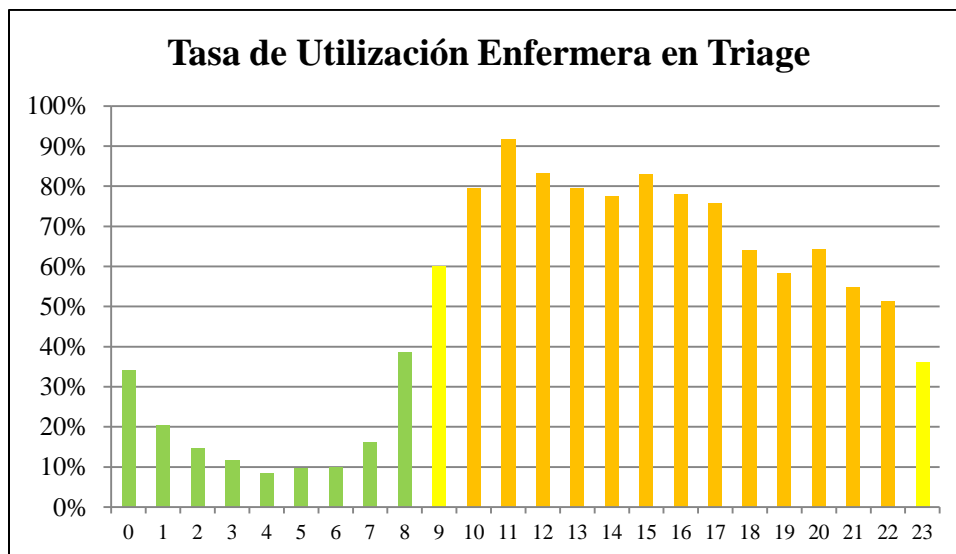


Ilustración 49: Utilización Enfermera Triage Período Marzo-Julio 2013

La siguiente tabla muestra un resumen de los promedios de las tasas de utilización de los distintos recursos:

Enfermera Triage	50%
Enfermera Box	85%
Médicos	84%
Box de atención	132%

Tabla 12: Tasas de Utilización Promedio

Con esta simple estimación se tiene una idea más certera del nivel de sobrecarga que tienen los recursos críticos del servicio y se justifica la elaboración de propuestas de cambio a la capacidad de recursos.

En relación al recurso que tiene mayor nivel de utilización, que son las camas, la jefatura del servicio ya ha tomado medidas al respecto, elaborando dos proyectos para aumentar su capacidad.

Un proyecto de largo plazo muy ambicioso, que pretende prácticamente duplicar el número de box's de atención, lo que implica ampliar la infraestructura actual y realizar obviamente todas las actividades necesarias asociadas a un proyecto de construcción, con una inversión estimada de 400 millones de pesos. Y otro proyecto de mediano plazo, que consiste en adaptar cierta parte de la infraestructura actual, para instalar una sala de observación, donde se ubiquen a los pacientes que están a la espera de ciertos procedimientos o esperando el resultados de exámenes. De esta manera se logra liberar tiempo de box's que es desperdiciado en las esperas de la realización de actividades.

Y en relación al recurso médico y de enfermería, se realizó una simulación del funcionamiento del servicio, que permite analizar el impacto de diferentes escenarios donde se modifica la capacidad de estos recursos.

El modelo de simulación se realizó en un software llamado Arena, que entrega todas las herramientas necesarias para simular la compleja dinámica de un servicio de urgencia. En la página siguiente se muestra el esquema del modelo realizado.

Luego de validar el modelo, mediante la comparación de ciertos indicadores entregados por la simulación y los datos reales obtenidos por el sistema de información, se procedió a estudiar diferentes escenarios de cambios en los recursos.

Los escenarios analizados fueron 3:

- Escenario 1: una enfermera más entre las 11 y las 19 hrs.
- Escenario 2: un médico más entre las 11 y las 19 hrs.
- Escenario 3: un médico y una enfermera más entre las 11 y las 19 hrs.

Estos escenarios fueron escogidos en conjunto con la jefatura del servicio y consideran criterios de factibilidad de implementación. El horario escogido entre las 11 y las 19 hrs, es porque en este intervalo del día es cuando hay mayor cantidad de consultas (horario peak).

Para analizar el impacto de estos hipotéticos escenarios, se calculó dos indicadores importantísimos en relación a la satisfacción usuaria, que es el tiempo total de atención y el tiempo de espera a la atención médica.

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

	Actual	1 enfermera más	1 médico más	1 médico y 1 enfermera más
Tiempo total de atención (promedio)	3,4 hrs.	- 14 minutos	- 21 minutos	- 31 minutos
Tiempo de espera atención médica (promedio)	1,1 hrs.	- 8 minutos	- 15 minutos	- 22 minutos

Tabla 13: Resultados de Modelo de Simulación

Como se observa en la tabla, es mayor el efecto al aumentar en una unidad el recurso médico que el de enfermería. En la situación 3, que se aumenta un médico y una enfermera, los resultados son lógicamente mejores que en los casos anteriores.

Con este análisis se adquiere información sumamente útil para poder priorizar el aumento en la capacidad de los recursos, considerando la escasez de capital con que cuenta el hospital.

Sin embargo, el aumento en los recursos de enfermería y médicos no generan el impacto suficiente para resolver el problema de fondo, que es el de overcrowding, lo que sugiere que también se deben revisar los procesos de negocios para obtener los resultados esperados.

Modelo de Simulación Servicio de Urgencia del HCUCH

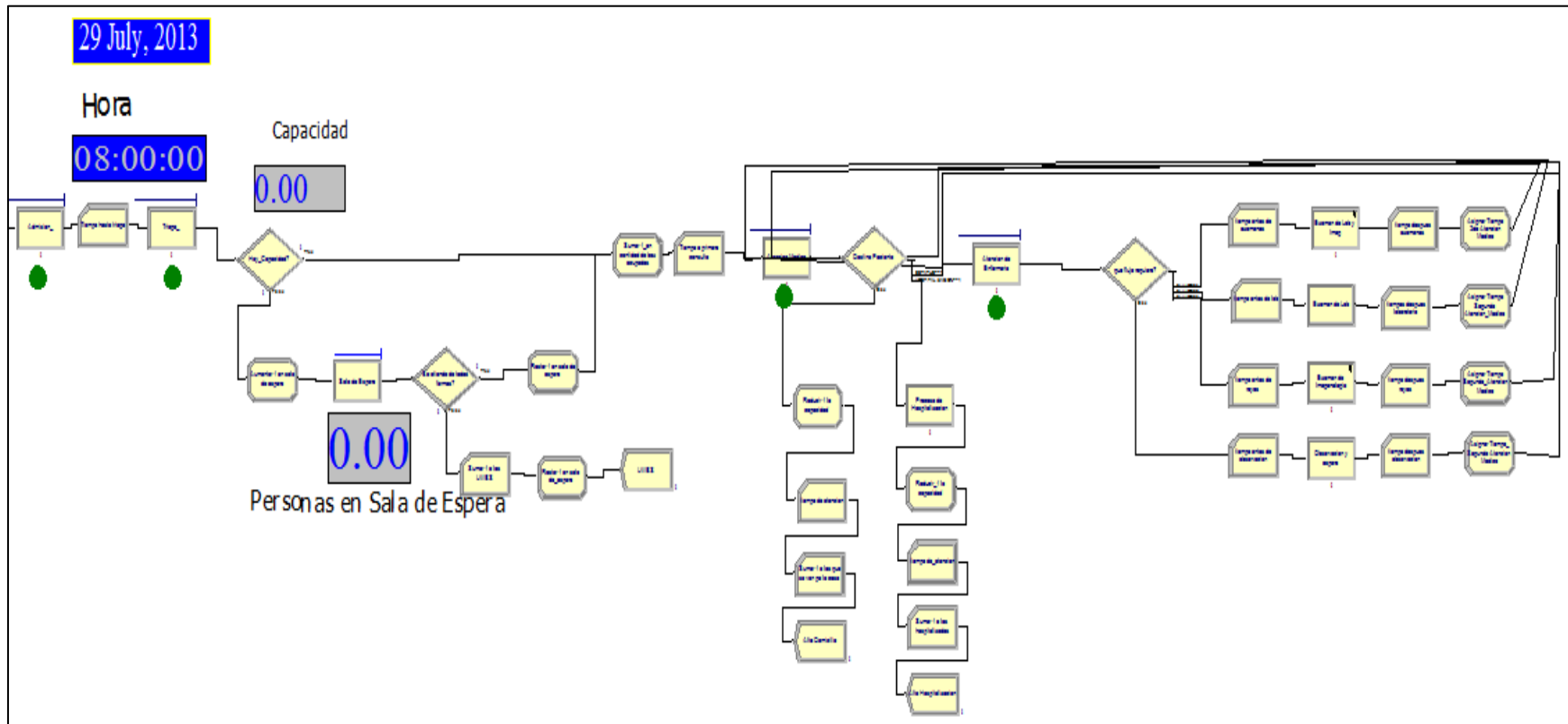


Ilustración 50: Modelo de Simulación Servicio de Urgencia

Value Stream Mapping Pacientes Hospitalizados

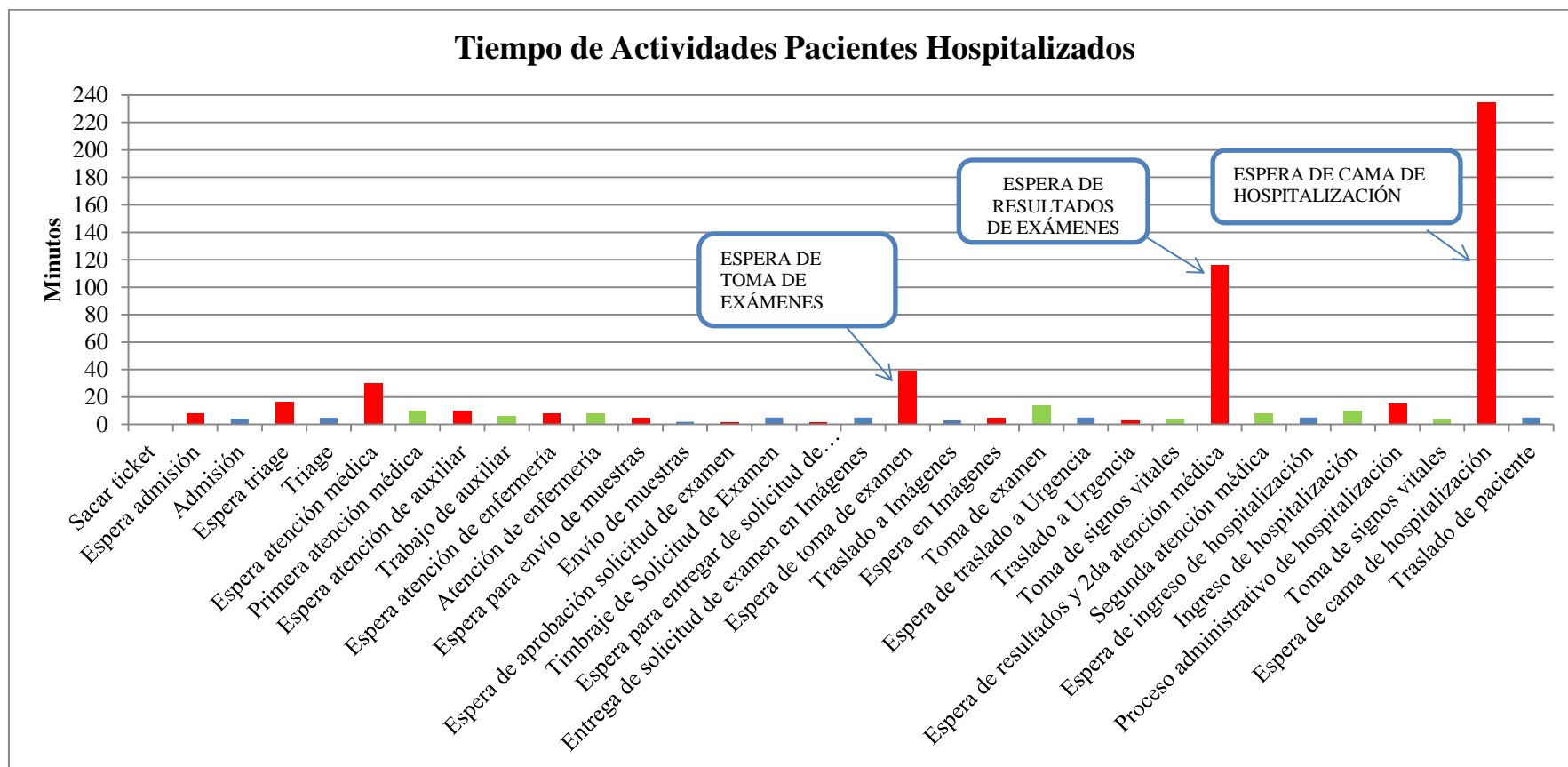


Ilustración 52: V.S.M. Pacientes hospitalizados

Value Stream Mapping Pacientes Dados de Alta

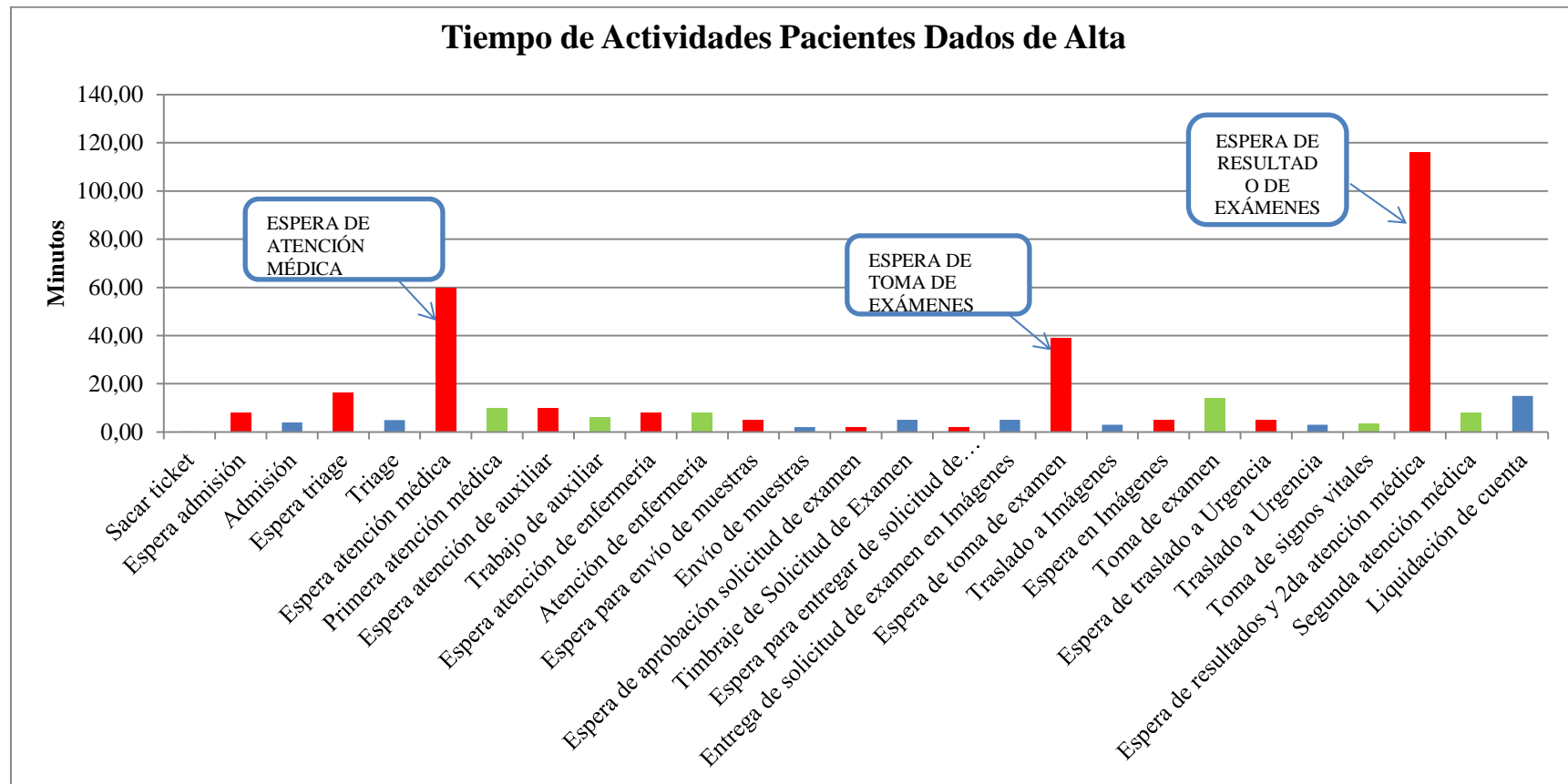


Ilustración 53: V.S.M. Pacientes dados de alta a domicilio

El resumen de las actividades según las tres categorías para ambos casos se muestra a continuación:

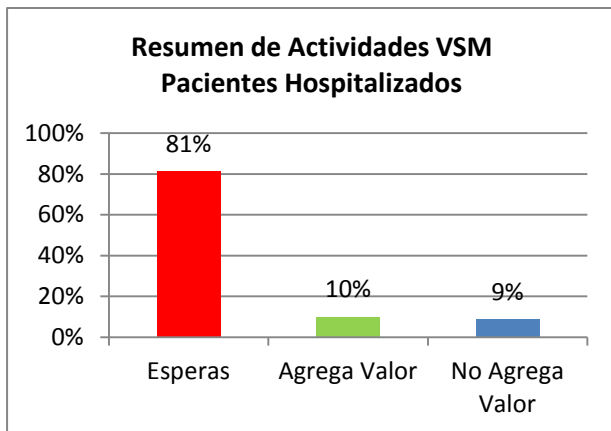


Ilustración 55: Gráfico Resumen VSM pacientes hospitalizados

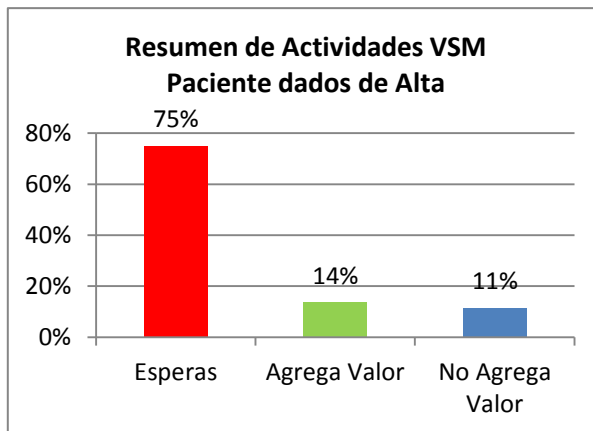


Ilustración 54: Gráfico Resumen VSM pacientes dados de alta

Como se aprecia claramente en los gráficos anteriores, llega a ser ridículo la proporción del tiempo de estadía de los pacientes que se pierde por esperas y a su vez, el bajo porcentaje del tiempo involucrado en las actividades que sí agregan valor para el paciente.

Esta información nos sugiere centrar todos los esfuerzos en buscar mecanismos que permitan disminuir los tiempos de espera que experimentan los pacientes y no enfocarse tanto en mejorar las actividades que agregan valor, ya que el impacto de mejorar estas últimas es mucho menor que el de mejorar las primeras.

A continuación se detalla la lista de las causas identificadas que explican la situación presentada anteriormente. El orden de presentación de los factores es de mayor a menor impacto en el problema. Además, para cada uno de ellos se presentan propuestas de mejoras.

- **Procesos de exámenes y hospitalización muy lento:** en conjunto representan más del 60% del tiempo de atención, y una fracción importante de los pacientes requiere de estos servicios: 39% requiere exámenes de laboratorio, 32% exámenes radiológicos y un 18% se hospitaliza.

Propuestas de mejora

- Diseñar los procesos involucrados en conjunto con los demás servicios, asignando responsabilidades a todas las tareas (aplicar herramienta de V.S.M).
- Definir protocolos para estandarizar la solicitud de estos servicios de alto impacto: esto motivado por la gran cantidad de exámenes que se están realizando.
- Implementar una herramienta tecnológica de apoyo que agilice la relación entre Urgencia y las Unidades de Apoyo.

- **Problemas de comunicación y coordinación dentro del Servicio de Urgencia y con los Servicios de Apoyo:** es muy frecuente que el flujo del proceso se vea interrumpido muchas veces por este tipo de problemas, lo que aumenta directamente los tiempos de atención y espera del servicio.

Propuestas de mejora

- Diseñar los procesos involucrados en conjunto con los demás servicios, asignando responsabilidades a todas las tareas (aplicar herramienta de V.S.M)
- Implementar una herramienta tecnológica de apoyo que logre darle continuidad al flujo de trabajo.
- **Ausencia de un sistema de control:** no existe un mecanismo que permita medir el desempeño del servicio desde otra perspectiva que no sea la económica. Es muy importante medir cómo se están haciendo las cosas y como van evolucionando, para tomar las acciones de gestión que correspondan.

Propuestas de mejora

- Implementar una herramienta tecnológica automatizada o semi-automatizada que genere reportes relevantes con la información del desempeño del servicio desde diferentes perspectivas: financiera, de procesos, del cliente, etc.
- Definir una serie de metas y KPI para cada perspectiva.
- **Capacidad insuficiente y mal distribuida:** tanto la cantidad de personal como la infraestructura física del servicio es insuficiente para atender de manera adecuada a la cantidad de pacientes que arriba a la Urgencia. Junto con una mejora en los procesos de negocio, se requiere un aumento en este ámbito (este punto se discute en mayor detalle en la sección de *Planificación de la Capacidad* presentada previamente).

Propuestas

- En base al análisis de los recursos, realizar una propuesta de aumento de personal (enfermeras, médicos y camas) acorde al nivel de demanda.
- **Poca información al paciente:** a lo largo de toda la atención en el servicio de urgencia la información que recibe el paciente es muy limitada, lo que genera confusión y molestias en ellos y sus familiares. Este problema no es menor, ya que es un aspecto que valora bastante el paciente y que de mejorarse, cambiaría mucho la percepción que se llevan del servicio.

Propuestas

- Diseñar una política de atención al clientes donde se defina claramente la información que se le dará a conocer, como también la forma y el momento en que dársele.

- **Tareas innecesarias y que no agregan valor:** hay una serie de actividades presentes en el proceso que no aportan valor desde la perspectiva del paciente y que perfectamente se podrían eliminar. Algunas ya se han eliminado, pero todavía falta hilar más fino en relación a este punto.

Propuestas

- Utilizar la herramienta de VSM para determinar en equipo que actividades se puede eliminar o reducir.
- Con la data histórica estimar el consumo de ciertos insumos y disponerlos en lugares lo más cercano posible a donde se van a utilizar (cerca de los box). Actualmente, tanto los insumos como medicamentos hay que prepararlos para cada intervención que se le realice a un paciente, lo que involucra muchos traslados del personal.
- **Desorden y ambigüedad en actividades:** ciertas tareas no están definidas claramente, lo que genera que nadie se haga responsable, lo que produce finalmente mayores tiempos de atención.

Propuestas de mejora

- Diseñar todos los procesos, asignando responsabilidades para cada actividad.

El presente proyecto aborda gran parte de esta lista de problemas y de sus respectivas propuestas de mejora.

5.3.1.2.5.3. Control de la Producción

Esta actividad tiene como objetivo realizar una supervisión del funcionamiento y desempeño del Servicio de Urgencia, a través de ciertos reportes e indicadores que entreguen información útil para poder tomar las acciones correctivas que correspondan.

Este proceso es uno de los más débiles dentro de la gestión del servicio, ya que los reportes e indicadores que se utilizan actualmente no abordan las variables más importantes que inciden en su desempeño. Además, el cálculo de los indicadores representa una tarea muy engorrosa y demandante de tiempo para los jefes del servicio, quienes son los responsables de esta actividad.

Es por ello que el presente proyecto desarrolla un mecanismo efectivo para el control de la producción, que permita medir y hacer un seguimiento del desempeño agregado del servicio.

El rediseño propuesto para este proceso es el siguiente:

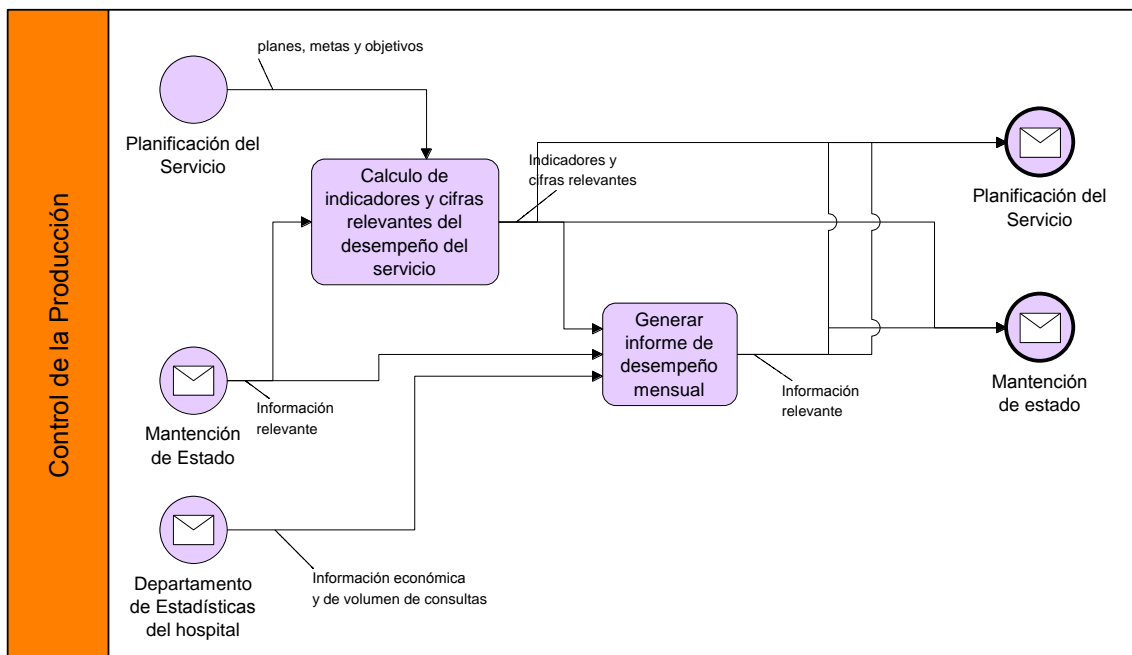


Ilustración 56: Actividades del Control de la Producción

Como se puede observar del diagrama superior, el mecanismo de control consiste en la elaboración de informes mensuales, que resuman las variables de productividad más importantes del servicio, principalmente las ligadas a los procesos internos y a la satisfacción de los usuarios. Para agilizar la realización del informe, el cálculo de los indicadores será automatizado por el sistema de apoyo a la gestión desarrollado para el servicio, lo que les permitirá también a los jefes del servicio consultar información relevante en cualquier momento que deseen.

Desde el mes de septiembre de 2013 ya se realiza un informe resumen de manera manual, el cual ha sido muy bien valorado por los jefes del servicio. La información que se presenta en este informe está ligada fundamentalmente a los tiempos de atención, característica de la demanda y a la tasa de retiro de pacientes. El reporte permite identificar las tendencias hacia el futuro de las variables más relevantes. Para conocer mayores detalles de este reporte, en el Anexo 1 se encuentra el reporte del mes de Septiembre 2013.

En relación al apoyo computacional para este proceso, el sistema desarrollado se conecta a la base de datos de la Ficha Clínica Electrónica para poder calcular los indicadores relevantes. En la siguiente figura se muestra las diferentes funcionalidades del sistema.



Ilustración 57: Módulo Estadístico Sistema de Apoyo a la Gestión

El detalle del funcionamiento del sistema de apoyo a la gestión se presenta en el capítulo 6.

5.3.1.3. Entrega de la Atención de Urgencia

El proceso de Entrega de la Atención de Urgencia es el segundo proceso que sufre mayores modificaciones producto del rediseño de procesos propuesto por el proyecto.

Este proceso consta de dos sub-procesos: las *Actividades de la Atención*, que son todas las actividades que puede realizarse un paciente durante la atención de urgencia, y el *Monitoreo Inteligente de Actividades*, que analiza los requerimientos de la demanda en tiempo real y tiene como principal salida una serie de acciones correctivas y preventivas que afectan directamente a las actividades de la atención. Es precisamente este último sub-proceso la base del rediseño del proyecto.

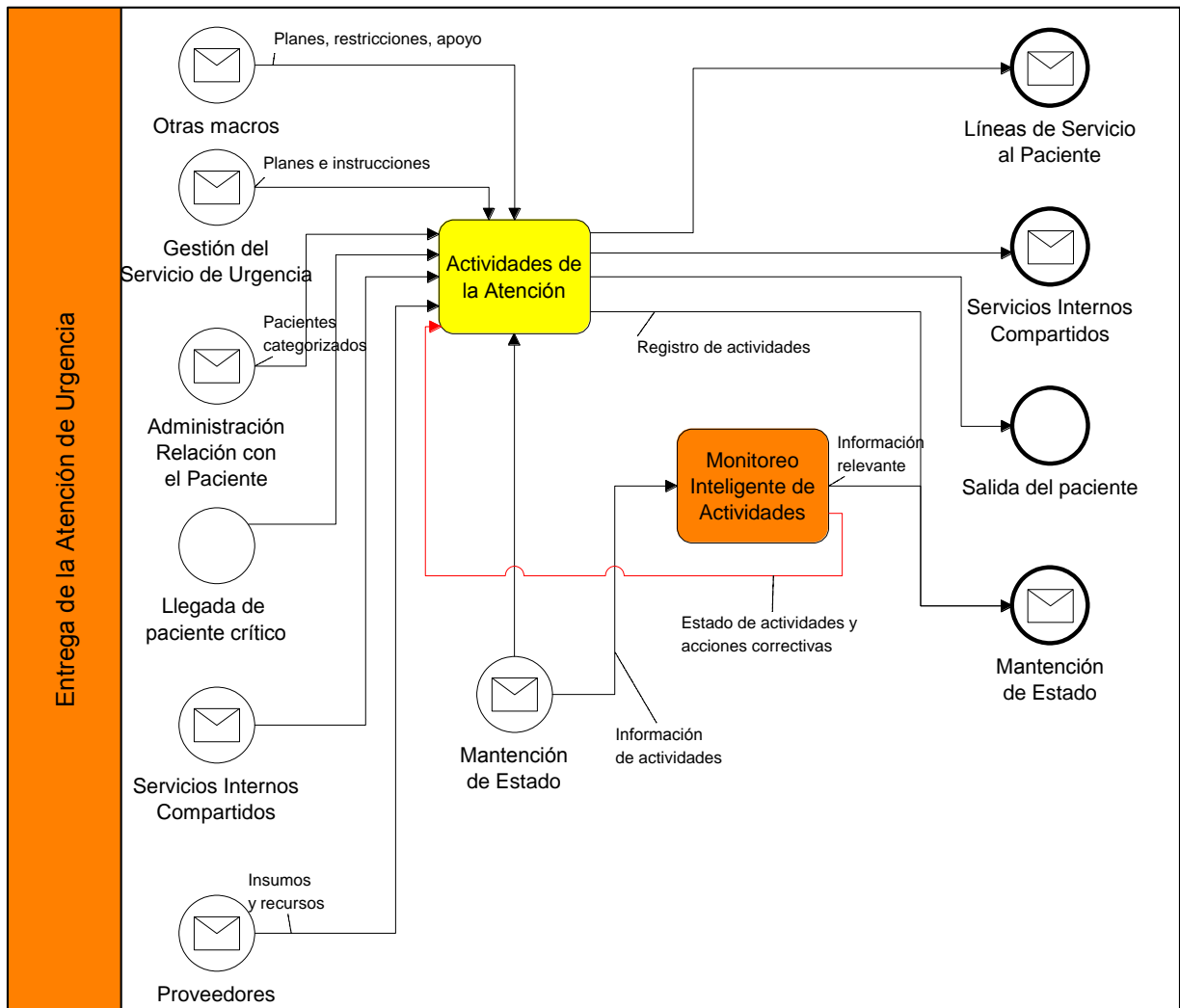


Ilustración 58: Procesos de Entrega de la Atención de Urgencia

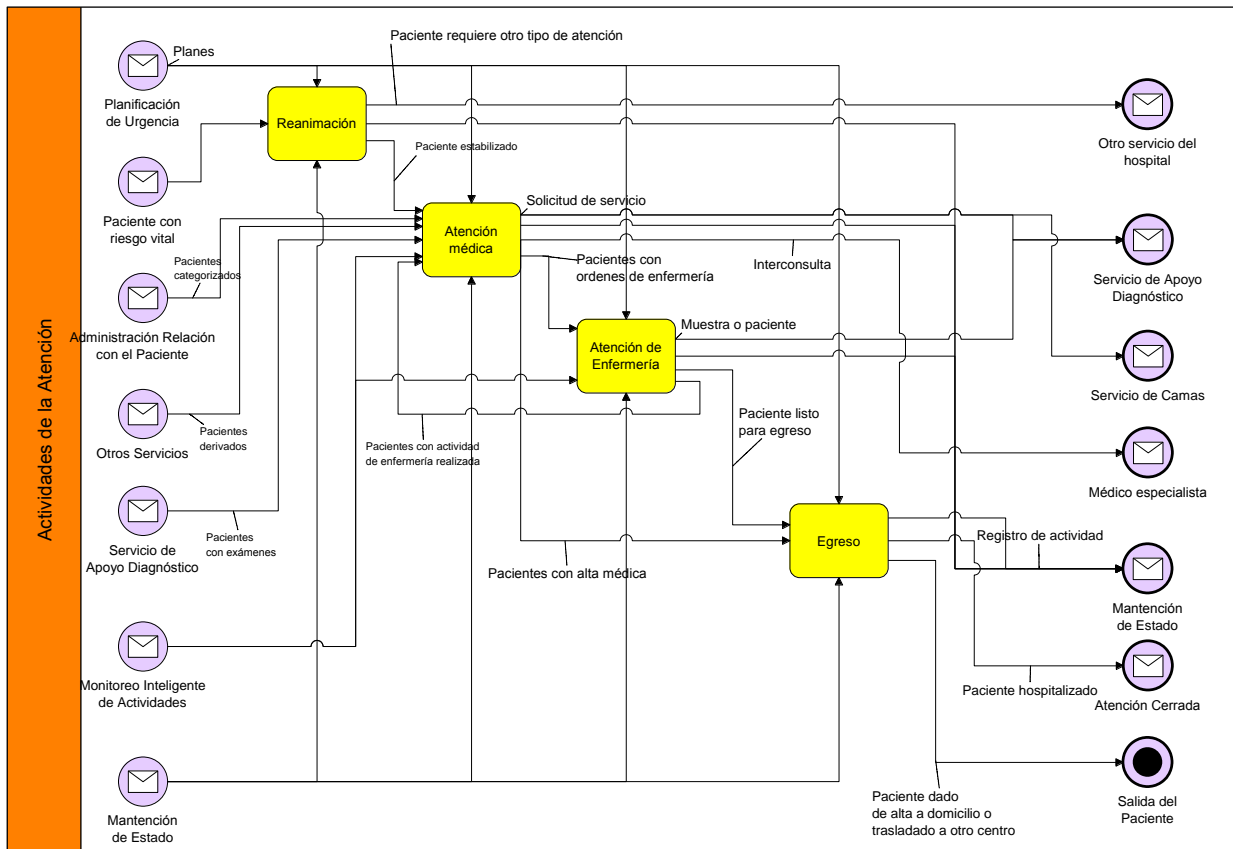


Ilustración 59: Actividades de la Atención de Urgencia

5.3.1.3.1. Actividades de la Atención

Las actividades de la Atención se pueden agrupar en 5 categorías, que son; Reanimación, Atención Médica, Atención de Enfermería, Exámenes y Egreso. La relación entre estos grupos de actividades se muestra en el siguiente esquema:

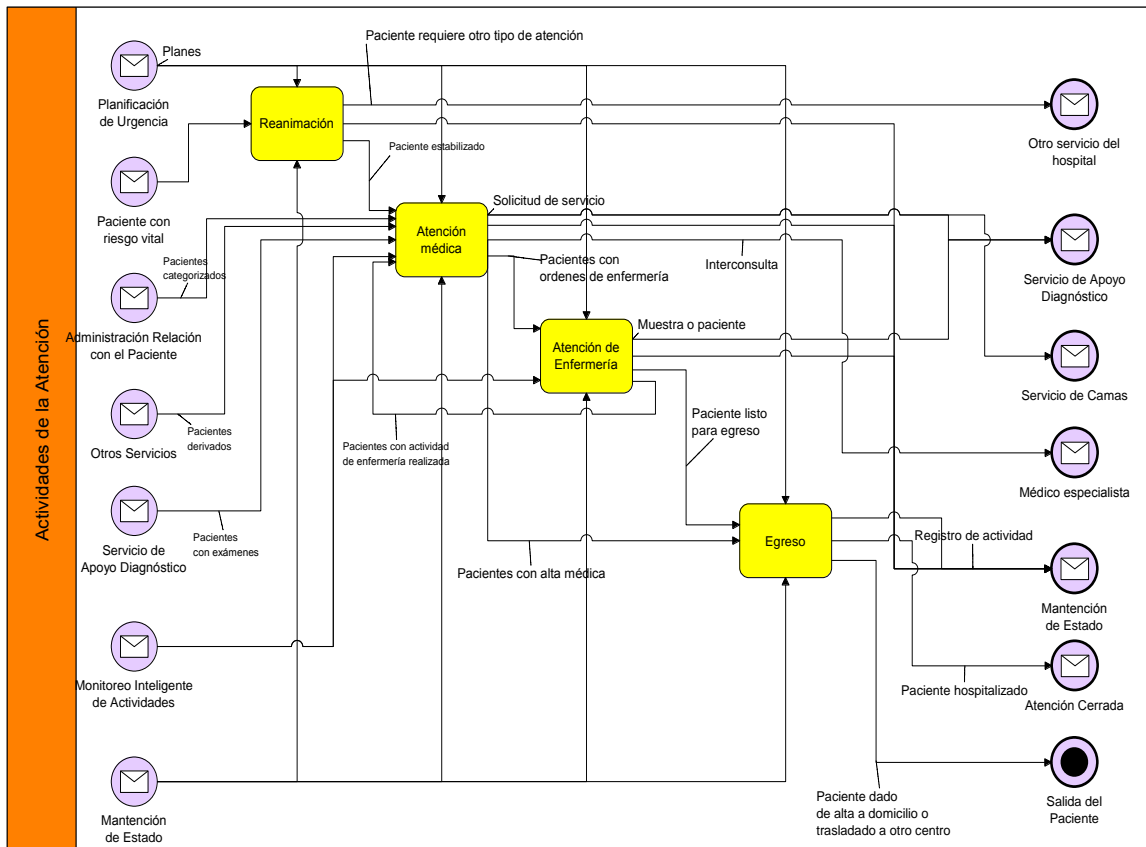


Ilustración 60: Actividades de la Atención de Urgencia

No a todos los pacientes se le realizan las cinco actividades, sino que esto depende de la condición y evolución específica de cada paciente. Sin embargo, todas las personas que pasan por Urgencia deberían a lo menos recibir la Atención Médica, la Atención de Enfermería y realizar el proceso de Egreso. Sin embargo, en la práctica hay algunos pacientes que se retiran sin recibir la atención, debido principalmente a los altos tiempos de espera que experimenta el servicio en algunos horarios.

Las entradas del proceso provienen a través de la Gestión de la Relación con el Paciente, de donde viene el paciente que ya está ingresado al sistema y además, categorizado por la enfermera de Triage. La otra entrada corresponde a los pacientes que llegan en riesgo vital o mediante ambulancias, que pasan directamente a la atención de reanimación o a la atención médica en box.

Respecto de las salidas de este proceso, los pacientes se pueden derivar a la atención de hospitalización que ofrece el hospital, ser trasladados a otro centro asistencial o ser dados de alta con destino a su domicilio. Además, la información de cada consulta queda almacenada en Mantenimiento de Estado.

La manera en que se aborda el funcionamiento de las actividades de la atención y se pretende mejorar su eficiencia, es mediante el análisis de los procesos presentado en la

sección de Planificación de la Producción (5.3.1.2.4.2.) y mediante un monitoreo inteligente de ellas que será detallado en la siguiente sección.

A continuación se describen las actividades de la atención, con sus diagramas de pistas (BPMN) respectivos.

5.3.1.3.1.1. Reanimación

Esta actividad se ejecuta cuando un paciente con evidente riesgo vital llega al Servicio. En este caso el paciente pasa directo a la sala de reanimación para ser controlado y atendido por el personal médico y de enfermería, de manera de estabilizarlo lo más rápido posible y que su estado de salud no siga dañando a su organismo. El ingreso administrativo de este tipo de paciente lo debe realizar el acompañante o si viene solo, esta labor recae en una de las enfermeras.

Los pacientes atendidos en la sala de reanimación requieren de una atención monitorizada de tiempo completo, con la presencia de una enfermera que deja su puesto en los box de atención, para atender en forma exclusiva al paciente en el reanimador. Además, la atención médica es más intensa (de mayor tiempo) en estos pacientes, lo que también se traduce en menor disponibilidad de los doctores en los demás box de atención.

Si el paciente logra ser estabilizado, se traslada a los box's de atención tradicionales, para que la sala de reanimación quede disponible para atender a un eventual otro paciente en riesgo vital.

5.3.1.3.1.2. Atención Médica

El proceso de atención médica involucra todas las actividades que realizan los doctores, estas son:

- **Primera atención del paciente:** cuando al paciente lo hacen pasar a un box, un médico lo atiende y trata de recopilar la mayor cantidad de datos de su estado de salud, preguntado por los síntomas y antecedentes médicos, y realizando un chequeo físico. El objetivo de este primer contacto con el paciente es hacer un primer diagnóstico de su estado y decidir el tratamiento a seguir. El médico usualmente determina administrar algún tipo de medicamento y solicitar la realización de exámenes de apoyo a su diagnóstico (de laboratorio y/o de imágenes). También puede solicitar la realización de algún procedimiento si lo considera pertinente.
- **Análisis de resultados de exámenes:** cuando los resultados de los exámenes ya se encuentran disponibles, los médicos los analizan y determinan que hacer con el paciente. Existen 3 opciones principalmente en esta situación: uno; que los resultados sean favorables por lo que el médico determina darle el alta al paciente, dos; los resultados son favorables pero el paciente requiere administrar algún medicamento o realizarle un procedimiento antes de darle el alta, y tres; que los resultados sean desfavorables y el médico decida hospitalizar al paciente.

- **Segunda atención médica:** cuando el médico ya analizó los resultados de los exámenes y/o la evolución de este después del tratamiento inicial, le comunica al paciente lo que determinó que es lo más adecuado realizar considerando su estado de salud.
- **Gestión de la hospitalización:** cuando se decide hospitalizar a un paciente, se debe realizar una gran cantidad de actividades para que se logre trasladar finalmente al paciente a una cama del hospital. Es de responsabilidad del médico a cargo del paciente, avisar lo antes posible a la gestora de cama que un paciente de urgencia requiere una cama, para que esta comience a gestionar la hospitalización. En caso que no se encuentre la gestora de camas, es el propio médico a cargo el encargado de gestionar el traslado del paciente con las diferentes unidades del hospital.

Cada médico tiene a cargo un grupo de pacientes, y cada uno de ellos tiene demandas diferentes, por lo que el doctor determina el orden en que satisface estos requerimientos según su propio criterio.

5.3.1.3.1.3. Atención de Enfermería

Por atención de Enfermería se considera a todas las actividades que realizan tanto las enfermeras como las auxiliares de enfermería.

Todos los pacientes que visitan la urgencia son atendidos en algún momento por el personal de enfermería. Lo más frecuente es que la enfermera tenga contacto con el paciente después que el médico realizó la primera visita y determinó el tratamiento a seguir. Sin embargo, las enfermeras están en todo momento atentas por si los pacientes requieren de su ayuda.

Las actividades que realiza el personal de enfermería se pueden segmentar en 4 grupos:

1. Tomar muestras de exámenes
2. Administrar medicamentos
3. Realizar procedimientos
4. Categorizar a los pacientes según su gravedad (triage)

Al igual que los médicos, cada enfermera se encarga de un grupo de paciente y el orden en que satisfacen los requerimientos es según su propio criterio.

Teniendo en consideración que la Urgencia de Adultos tiene 16 camas, y que habitualmente hay solo 3 médicos y 3 enfermeras a cargo, uno puede imaginar la gran cantidad de actividades que son demandadas a cada momento y lo fácil que resulta que el sistema se desordena y se produzcan situaciones algo caóticas.

A continuación se muestra el diagrama BPMN para la actividad *Administrar Medicamentos* y *Realizar Procedimientos*. El diagrama del proceso *Toma de muestras de exámenes*, al ser parte de otro proceso, que es el de *Exámenes* se presenta más adelante. Y por último, el proceso de *Categorizar a los pacientes*, ya se presentó en la sección de *Administración Relación con el Paciente* (5.3.1.1.)

5.3.1.3.1.3.1. Proceso de Administración de Medicamentos

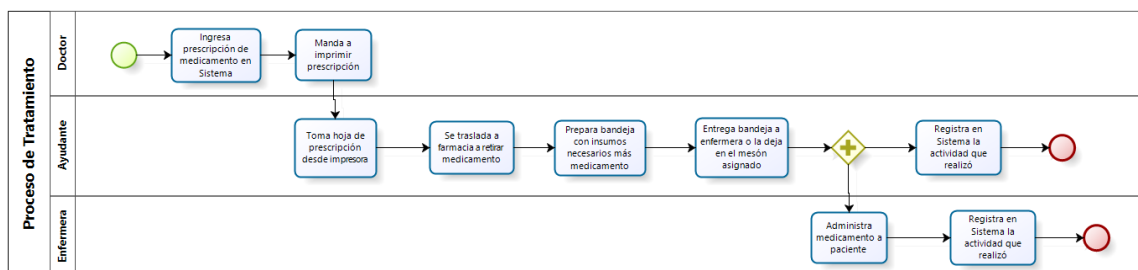


Ilustración 61: Diagrama del Proceso de Administración de Medicamentos

5.3.1.3.1.3.2. Proceso de Procedimientos de Enfermería

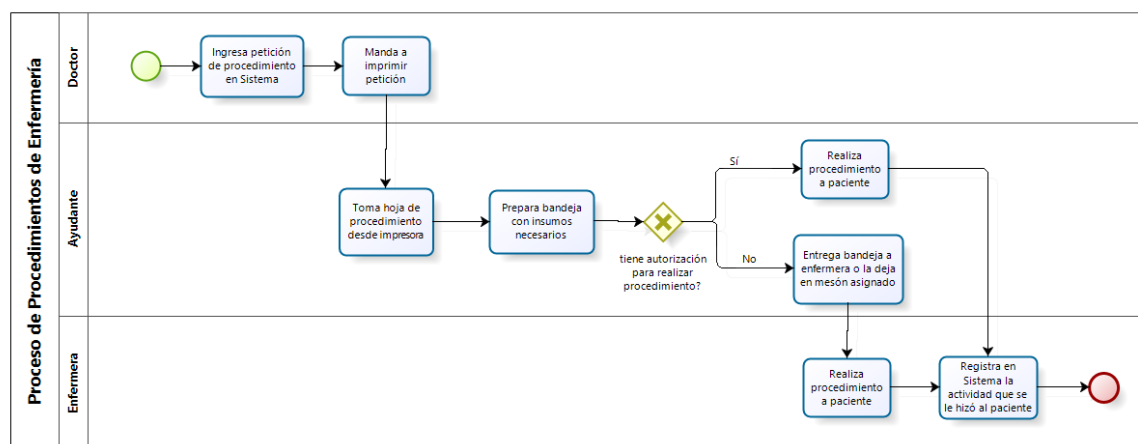


Ilustración 62: Diagrama del Proceso de Procedimientos de Enfermería

5.3.1.3.1.3.3. Exámenes

Si bien la mayoría de los exámenes de apoyo diagnóstico no se realizan en el servicio de urgencia, la gestión de estos recae principalmente en el personal de enfermería, es por ello que se detalla en esta sección.

Un gran número de pacientes que se atienden en el servicio de urgencia del HCUCH, requieren realizarse exámenes para apoyar el diagnóstico que hace el médico. De los pacientes adultos, 32% requiere exámenes de Imagenología y 39% requiere exámenes de Laboratorio.

La responsabilidad de estos procesos es compartida entre el Servicio de Urgencia y los Servicios de Apoyo Diagnóstico, ya que ambas partes realizan algunas actividades del proceso.

En el caso de los exámenes de Laboratorio, la parte del proceso que se realiza en Urgencia es tomar la muestra de sangre y enviarla a Laboratorio Central. Por su parte, la

labor del laboratorio es procesar las muestras, realizar el informe correspondiente y subirlo a su sistema, al cual tienen acceso los médicos de urgencia.

Desde agosto del 2013 se incorporaron al servicio test rápidos de sangre, que permiten procesar algunas muestras de sangre en la misma urgencia, evitando la intervención de laboratorio central. De esta forma se agiliza el proceso de exámenes y se tienen los resultados mucho más rápido. Actualmente son 4 tipos de exámenes los que se procesan en urgencia y se está analizando la posibilidad de incorporar más.

El diagrama BPMN del proceso de exámenes de laboratorio se muestra en el diagrama número 63.

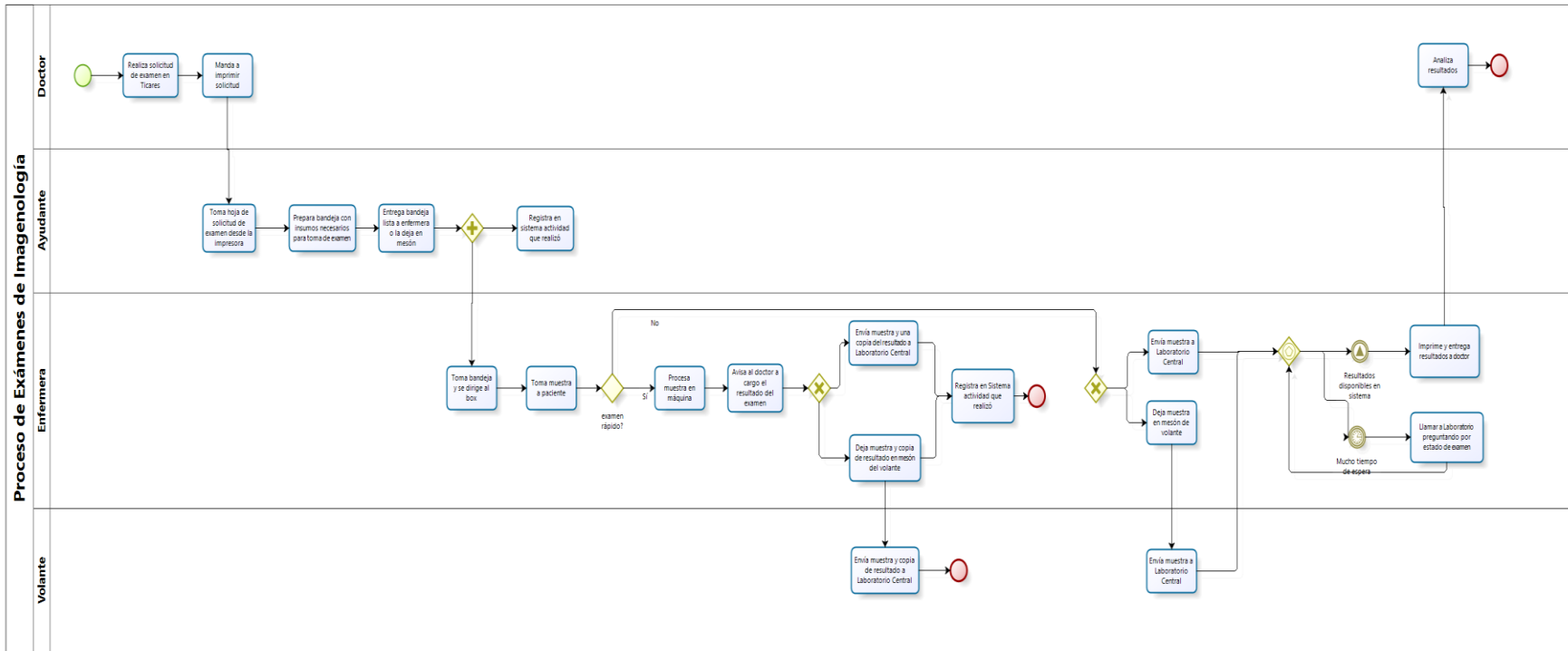
En relación a los exámenes de Imagenología, existen cuatro grupos o área de exámenes de Imágenes: Scanner, Rayos X, Resonancias Magnéticas y Ecografías. Las tareas que les corresponden a Urgencia en este proceso, son las de enviar la solicitud de los exámenes a la unidad de Imagenología, a través del Sistema de Ficha Clínica Electrónica, y posteriormente, trasladar al paciente cuando exista disponibilidad. Solo en el caso de los Rayos X, los pacientes se trasladan inmediatamente y no requiere enviar la solicitud previamente.

El diagrama BPMN del proceso de exámenes de Imagenología se muestra en el diagrama número 64.

El proceso de exámenes es un punto crítico en el funcionamiento del Servicio de Urgencia, debido a la alta frecuencia y al gran tiempo involucrado en todo el proceso. En promedio, los exámenes de laboratorio se demoran alrededor de 120 minutos, y los de Imagenología, alrededor de 180 minutos.

El proyecto aborda este nudo crítico, primero que todo a través del análisis de los tiempos de atención, lo que justificó que se realizará un equipo de trabajo colaborativo entre las jefaturas de los servicios, que de manera continua va a ir controlando el desempeño de estos procesos. Y en segundo lugar, a través del monitoreo en tiempo real del flujo de estas actividades, con mecanismos de alerta en caso de no cumplimiento de estándares. El detalle del monitoreo y del sistema de apoyo a la gestión se presenta en el capítulo 6.

Proceso de Exámenes de Laboratorio



Proceso de Exámenes de Imagenología

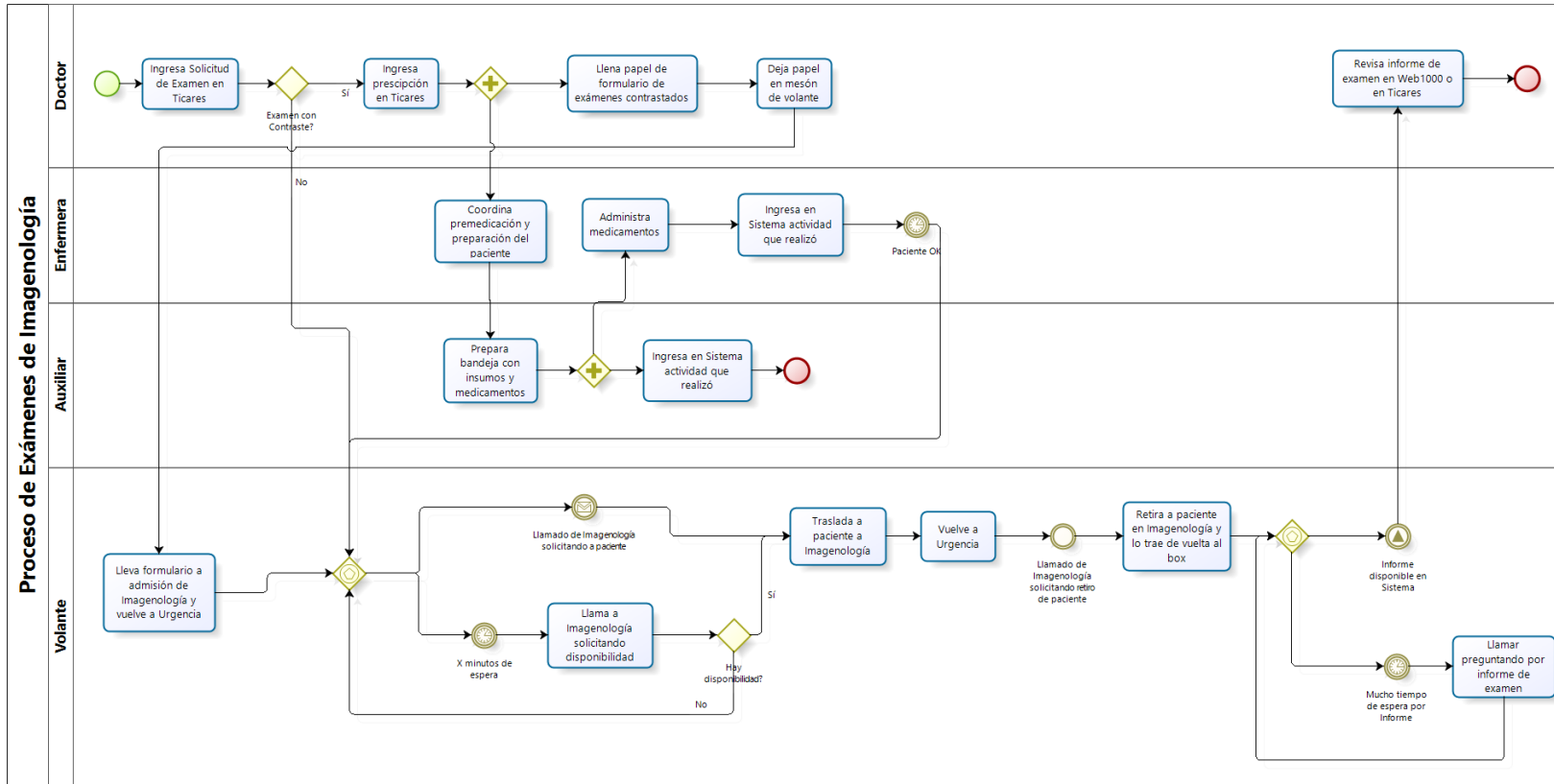


Ilustración 64: Diagrama de Proceso Exámenes de Imagenología

5.3.1.3.1.4. Egreso

Este proceso va desde que el médico decide el destino del paciente, que puede ser una alta médica con destino a domicilio, o una alta médica con indicación de hospitalización.

En el caso del alta a domicilio, el paciente se retira del box con las indicaciones entregadas por el médico, y debe pasar por la admisión del servicio a liquidar su cuenta. Este proceso suele ser rápido, salvo en horarios de alta congestión cuando los admisionistas están sobrecargados de trabajo.

En el caso del alta con indicación de hospitalización, el proceso de egreso es mucho más tedioso e ineficiente.

En primer lugar, un acompañante del paciente debe dirigirse a admisión y realizar el ingreso administrativo de hospitalización. En esta actividad, si el paciente tiene cobertura de salud FONASA, debe cancelar un copago por la atención de hospitalización que asciende a un monto cercano al millón de pesos. En cambio, los pacientes con ISAPRE no deben cancelar este copago. Esta situación hace que en la mayoría de los casos los pacientes con FONASA, no puedan hospitalizarse por la falta de recursos y tengan que ser trasladados a un recinto del sector público.

En caso que el paciente pueda hospitalizarse en la institución, comienzan las gestiones para encontrar una cama de las características que requiere el cuidado del paciente. En esta actividad, es de responsabilidad del médico a cargo del paciente avisar a la gestora de cama para que agilice la disponibilidad de cama.

El tiempo de espera por cama de hospitalización es el principal cuello de botella de la atención de urgencia, y afecta no solo a los pacientes que se hospitalizan, sino que también a todos los demás, ya que todo el tiempo que se espera por la disponibilidad de cama, se mantiene al paciente en el box de atención, sin poder usar estos recursos en atender a otros pacientes. Esta situación se vuelve cada vez más preocupante, debido al aumento en los pacientes que llegan con criterios de hospitalización y al aumento de las tasas de utilización de las camas del hospital.

Cuando se juntan varios pacientes en espera de hospitalización en el servicio, prácticamente la totalidad del personal médico está dedicado a atender a estos paciente, ya que demandan muchos recursos y cuidado. En casos extremos, cuando hay muchos pacientes graves en estas condiciones, sumado a muchos pacientes en espera de atención, los jefes del servicio han tomado la decisión de cerrar transitoriamente la vía de acceso, para no poner en riesgo la seguridad de los pacientes y de los trabajadores.

Este problema es abordado de dos formas por el proyecto. En primer lugar, a través de la creación de un modelo predictivo de situaciones de alta congestión, que permitirá tomar medidas de manera anticipada para poder disminuir el impacto de la alta demanda. Y en segundo lugar, mediante un sistema de monitoreo de actividades que permita agilizar los procesos de atención y que mejore los mecanismos de comunicación y coordinación entre

los diferentes actores involucrados, incluyendo a la gestora de camas del hospital que tendrá acceso al sistema.

El detalle del modelo de pronóstico se presenta en la siguiente sección, mientras que el detalle del sistema de monitoreo se muestra en el capítulo siguiente.

5.3.1.3.2. Monitoreo Inteligente de Actividades

El monitoreo inteligente de actividades consisten en analizar en tiempo real las principales actividades y variables del servicio, mediante el seguimiento del estado de estas y a través de la generación de alertas cuando existan atrasos en su realización.

Este proceso no existe actualmente en el servicio de urgencia, siendo que es un proceso muy importante y necesario considerando lo dinámico y caótico de este tipo de servicios. Con el diseño y la implementación de este proceso se espera generar un alto impacto positivo, principalmente en la eficiencia de la atención.

La idea principal del monitoreo es que los distintos especialistas clínicos tengan conocimiento en todo momento del estado del servicio y de las actividades que deben realizar, de forma que puedan ejecutar las acciones que correspondan en momento oportuno, evitando atrasos y esperas innecesarias. Además, una de las variables que serán monitorizadas es el nivel general de congestión, que mediante un modelo de minería de datos predice el valor de esta variable, lo que permite tomar acciones preventivas para evitar situaciones de crisis. Una explicación en detalle de cómo funciona este modelo se presenta en la sección de Lógica de Negocios Compleja de este informe.

El siguiente esquema muestra las actividades del proceso de monitoreo:

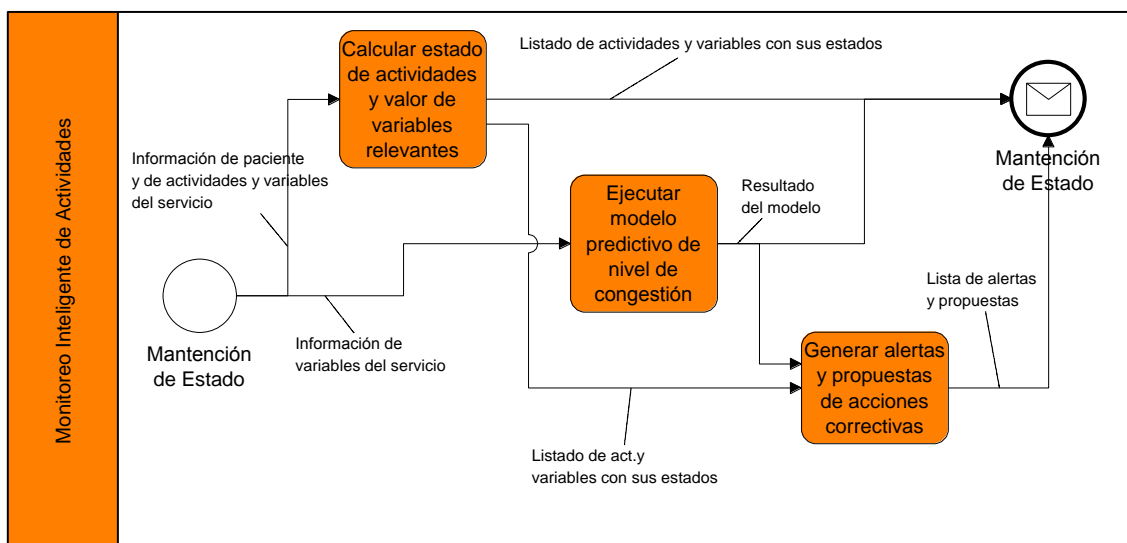


Ilustración 65: Proceso de Monitoreo Inteligente de Actividades

A continuación se muestran dos diagramas BPMN que reflejan el proceso anterior. El primer diagrama llamado “Monitoreo de Actividades” muestra el detalle de la primera

actividad y la relación con la última, mientras que el segundo diagrama llamado “Monitoreo del Nivel de Congestión” muestra el detalle de la segunda actividad y su relación con la última.

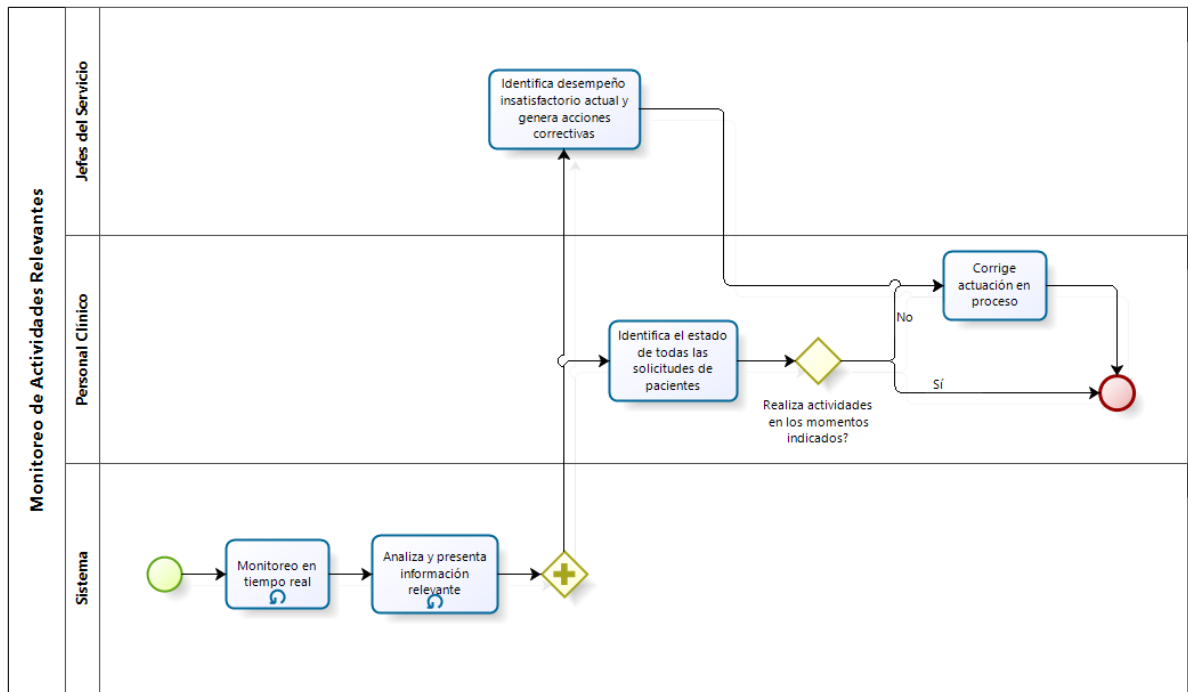


Ilustración 66: Diagrama BPMN del Monitoreo de Actividades

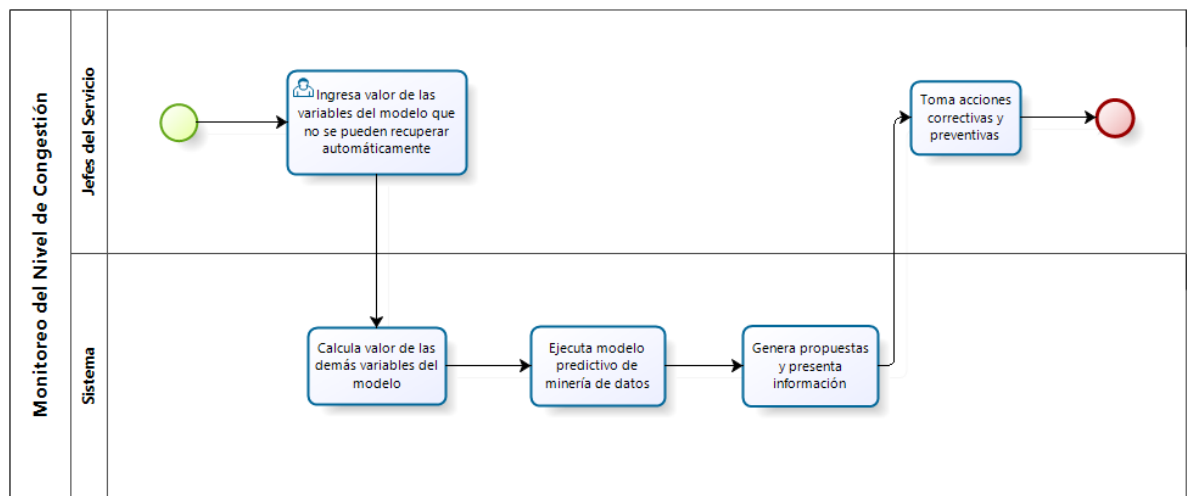


Ilustración 67: Diagrama BPMN del Monitoreo del Nivel de Congestión

Las actividades y variables que serán monitorizadas son:

- Exámenes de Laboratorio
- Exámenes de Imagenología
- Administración de Medicamentos
- Tiempos de atención y espera
- Número de personas en atención y espera
- Mix de pacientes: cantidad de pacientes según nivel de triage
- Nivel de Congestión General

Mientras que los resultados esperados de este proceso son:

- Ordenar y priorizar la realización de las actividades que serán monitorizadas.
- Disminuir el tiempo de atención.
- Evitar o manejar de mejor manera los episodios de alta congestión.

El monitoreo será realizado a través de un sistema informático web y la información se mostrará en televisores con conexión wi-fi que estarán ubicados en lugares estratégicos para que los miembros del personal clínico puedan verla de manera fácil y clara.

Cada monitor desplegará información relevante para cierto tipo de especialista. En total serán 4 televisores y la información de cada una de ellas se detalla a continuación:

- Monitor 1: este monitor estará dirigido para los médicos, por lo tanto, para ellos la información relevante son los tiempo de atención de cada paciente, si los exámenes solicitados están disponibles, el mix de pacientes (esto se refiere a la cantidad de pacientes según la categoría de triage), el tiempo y número de pacientes en espera, entre otras.
- Monitor 2: dirigido a las enfermeras, mostrará información sobre las solicitudes de medicamentos y exámenes de laboratorio.
- Monitor 3: dirigido a los ayudantes, mostrará información sobre las solicitudes de exámenes de imagenología.

Estos tres monitores se ubicarán en el pasillo principal del servicio, justo al frente del lugar de trabajo del personal médico y de enfermería.

- Monitor 4: dirigido para los médicos y jefes técnicos del servicio. Este monitor estará ubicado en la sala de reuniones, lugar donde frecuentan estar los especialistas. La información que se desplegará será la misma del monitor 1, más el dato del nivel de congestión general del servicio y las propuestas de acciones correctivas y preventivas.

A continuación se presentan algunas vistas de cada uno de los monitores. Cada una de estas vistas contiene información real, reflejando la situación del servicio en el momento que se consultó.

Bienvenido al Sistema de Monitoreo del Servicio de Urgencia



Ilustración 68: Página de Inicio Sistema de Monitoreo en Tiempo Real

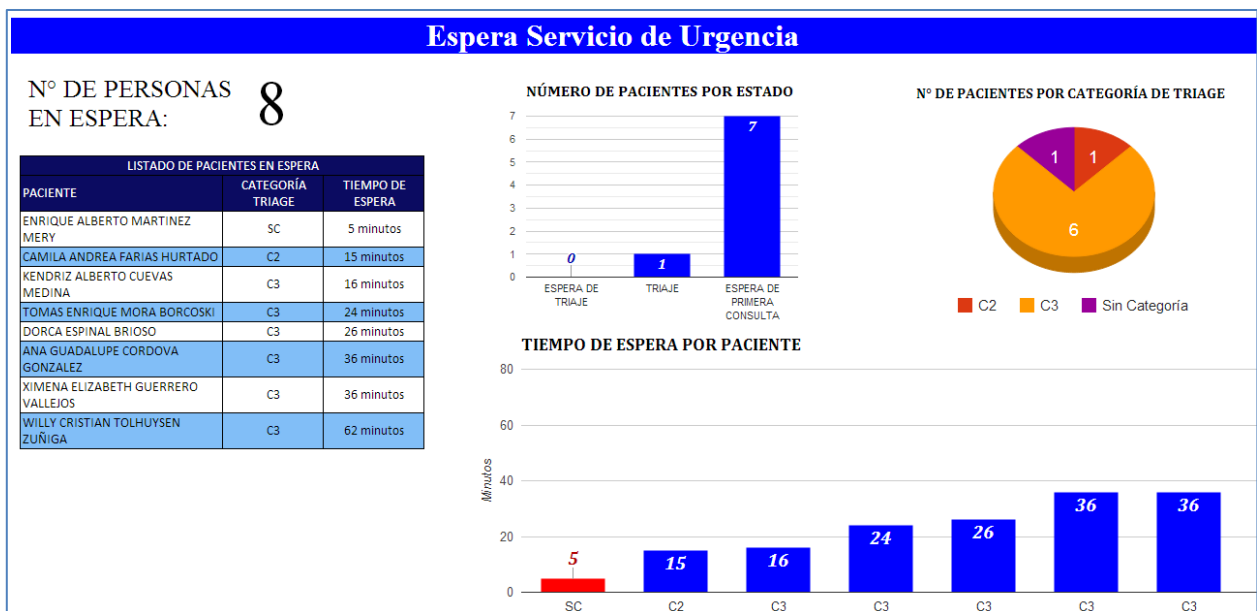


Ilustración 69: Vista 1 Monitor 1 - Situación de Espera

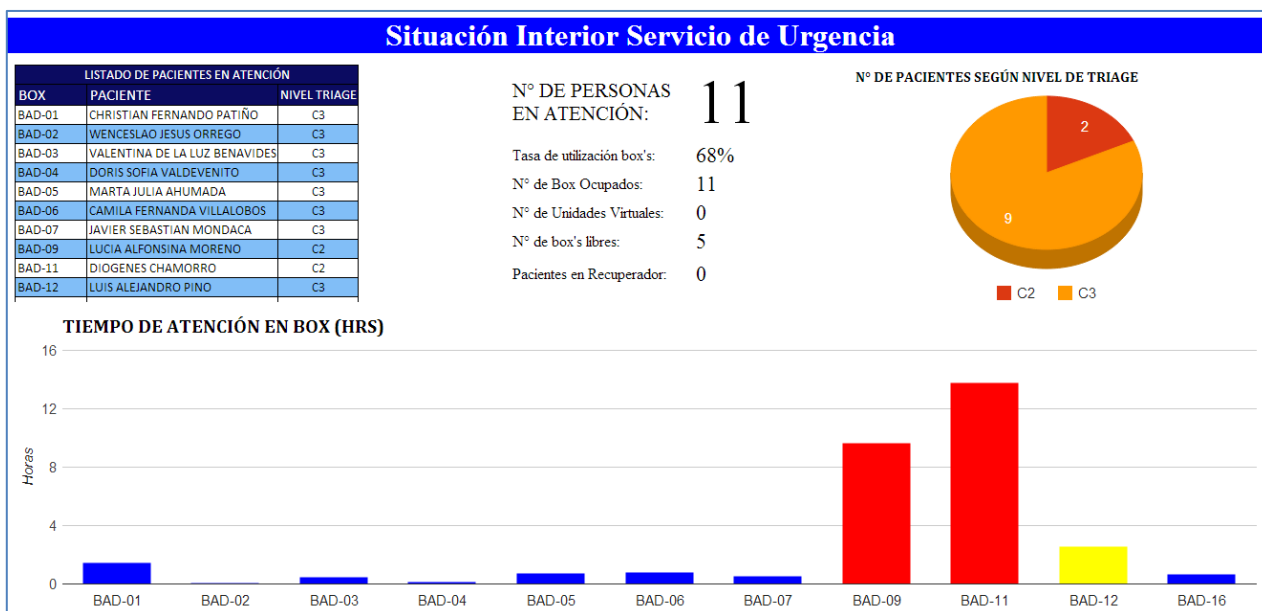


Ilustración 70: Vista 2 Monitor 1 - Situación Interior del Servicio

Exámenes de Laboratorio				
PACIENTE	BOX	EXAMEN	LAB	ESTADO
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	ORINA COMPLETA	LAB CENTRAL	CURSADO hace 106 min
BENAVIDES RUMINOT VALENTINA DE LA LUZ	BAD-03	UROCULTIVO, AMBULATORIO (RECUENTO DE COLONIAS Y ANTIBIOGRAMA) (CUALQUIER)	LAB CENTRAL	CURSADO hace 14 min
MORENO MENESES LUCIA ALFONSINA	BAD-09	TROPONINA	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 66 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	LIPASA	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 64 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	PERFIL HEPÁTICO	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 64 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	TIEMPO DE PROTROMBINA	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 62 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	PROTEÍNA C REACTIVA CUANTITATIVA	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 64 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	CREATININA	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 64 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	UROCULTIVO, AMBULATORIO (RECUENTO DE COLONIAS Y ANTIBIOGRAMA) (CUALQUIER)	LAB CENTRAL	CURSADO hace 106 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	ELECTROLITOS	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 64 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	HEMOGRAMA	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 10 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	TIEMPO PARCIAL DE TROMBOPLASTINA (TTPA)	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 62 min
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	PERFIL BIOQUÍMICO	LAB CENTRAL	VALIDADO hace 64 min

Ilustración 71: Vista 3 Monitor 2 - Exámenes de Laboratorio

Órdenes de Medicamentos Pendientes			
PACIENTE	BOX	DESCRIPCIÓN MEDICAMENTO	TIEMPO DESDE SOLICITUD
FRANCISCA MARCELA SALINAS GONZALEZ	BAD-02	Fisiológico solución 0.9% 500 ml	83 minutos
DORIS SOFIA VALDEVENITO GALLARDO	BAD-04	Ketoprofeno 100 mg ev	122 minutos
GABRIELA CASTRO VERA	BAD-05	Ondansetron 4 mg 2 ml	55 minutos
GABRIELA CASTRO VERA	BAD-05	Fisiológico solución 0.9% 500 ml	41 minutos
GABRIELA CASTRO VERA	BAD-05	Famotidina 20 mg 2 ml	54 minutos
GABRIELA CASTRO VERA	BAD-05	Dipirona 1 gr 2 ml	54 minutos
CLAUDIA RIQUELME CASTILLO	BAD-06	Famotidina 20 mg 2 ml	56 minutos
CLAUDIA RIQUELME CASTILLO	BAD-06	Metoclopramida 10 mg 2 ml	56 minutos
CLAUDIA RIQUELME CASTILLO	BAD-06	Ranitidina 50 mg 5 ml	56 minutos
LUCIA ALFONSINA MORENO MENESES	BAD-09	Captopril 25 mg	83 minutos
DIóGENES CHAMORRO BAHAMONDES	BAD-11	Enoxaparina 80 mg (CLEXANE 80)	102 minutos
DIóGENES CHAMORRO BAHAMONDES	BAD-11	Captopril 25 mg	85 minutos
CLAUDIA RIQUELME CASTILLO	BAD-06	Famotidina 20 mg 2 ml	22 minutos
CLAUDIA RIQUELME CASTILLO	BAD-06	Metoclopramida 10 mg 2 ml	20 minutos
PATRICIO ORLANDO SANTA ANA BUSTOS	BAD-08	Ondansetron 8 mg 4 ml	28 minutos
PATRICIO ORLANDO SANTA ANA BUSTOS	BAD-08	Ketoprofeno 100 mg ev	29 minutos

Ilustración 72: Vista 4 Monitor 2 - Órdenes de Medicamentos Pendientes

Exámenes de Imagenología			
PACIENTE	BOX	EXAMEN	ESTADO
VILLALOBOS ZAMORA CAMILA FERNANDA	BAD-06	Rx Torax Frontal y Lateral	FINALIZADO hace 36 minutos
BENAVIDES RUMINOT VALENTINA DE LA LUZ	BAD-03	TOMOGRAFIA COMPUTADA ABDOMEN Y PELVIS	SOLICITADO hace 6 minutos
VILLALOBOS ZAMORA CAMILA FERNANDA	BAD-06	Rx Torax Frontal y Lateral	FINALIZADO hace 36 minutos
MORENO MENESES LUCIA ALFONSINA	BAD-09	ANGIO TAC DE TORAX	VALIDADO hace 518 minutos
CHAMORRO BAHAMONDES DIóGENES	BAD-11	Rx Torax Portatil	VALIDADO hace 807 minutos
PINO LAGOS LUIS ALEJANDRO	BAD-12	TOMOGRAFIA COMPUTADA DE ABDOMEN Y PELVIS CON PROTOCOLO PIELOTAC	FINALIZADO hace 120 minutos
GALVEZ GALAZ DIEGO ANTONIO	BAD-16	Rx Dedo Derecho Frontal-Lateral-Oblicuo	FINALIZADO hace 24 minutos

Ilustración 73: Vista 5 Monitor 3 - Exámenes de Imagenología

Los resultados del modelo muestran que:

El Servicio está: Saturado

Score de Congestión: 105.0

Nivel de Congestión: 3

Propuestas de acciones a tomar:

1. Hacer doble triage
2. Trasladar pacientes de box a sillas si sus condiciones lo permiten
3. Activar Team Triage
4. Realizar Fast Track

Niveles del Modelo:

1: Normal
Menor a 50

2: Ocupado
51-100

3: Saturado
101-140

4: Preocupante
141-180

5: Peligroso
Sobre 180

Ilustración 74: Vista 6 Monitor 4 - Modelo Predictivo

El detalle del funcionamiento del sistema se encuentra en el capítulo 6, llamado *Diseño de la Aplicación de Apoyo*.

5.4. Lógica de Negocios Complejas

Hay una actividad no trivial que vale la pena explicar detalladamente, ya que involucra un cambio importante en la forma de funcionar del servicio, esta es “*Ejecutar Modelo Predictivo del Nivel de Congestión General*”, dentro del proceso de Monitoreo Inteligente de Actividades.

Para realizar la predicción del nivel de congestión general se utilizaron modelos de Inteligencia de Negocios, específicamente de Minería de Datos. Algunos de los modelos que se probaron fueron Redes Neuronales, Support Vector Machine y Árboles de Decisión. Todos estos modelos son del tipo supervisado, es decir, que requieren de una variable dependiente que se desea predecir. Dentro del grupo de modelos supervisados, son del tipo *clasificación*, ya que buscan predecir en que clase o categoría se encontrará la variable dependiente, y no predecir un valor continuo, en cuyo caso serían del tipo *regresión*.

Los modelos fueron construidos utilizando la metodología KDD (Knowledge Discovery Data), especial para problemas de Inteligencia de Negocios (más detalles respecto de los modelos de minería de datos y del proceso KDD, ver sección 2.5 del capítulo de Marco Teórico).

A continuación se detalla cada uno de los pasos del proceso KDD realizado para el problema de predecir el nivel de congestión.

5.4.1. Proceso KDD

5.4.1.1. Selección

La primera etapa de selección consiste en buscar las variables explicativas y la variable dependiente del problema. Para encontrar el grupo de variables correctas es primordial entender la dinámica del negocio, ya que a partir de este conocimiento se puede deducir que variables son las que potencialmente podrían explicar el problema. En este caso particular se consideró las opiniones de los expertos en el tema, que son los médicos jefes del servicio, quienes propusieron una serie de variables para el modelo. Además, se sacaron ideas de otros modelos predictivos realizados en el magister de Ingeniería de Negocios y modelos encontrados en la literatura relacionada.

5.4.1.1.1. Selección de Variable Dependiente

Para la selección de la variable dependiente había un gran inconveniente, no habían registros de la variable que se quería predecir, ya que el nivel de congestión general no es una variable que se mida o que tenga una fórmula definida, por lo tanto, no se tenían datos históricos de esta variable, y por ende, parecía imposible construir un modelo predictivo.

No obstante, se evaluó si existía alguna variable que pudiera explicar por sí sola el nivel de congestión general del servicio. El resultado fue que ninguna variable podía hacerlo perfectamente, sin embargo, algunas se podían aproximar: como el tiempo de espera o el número de pacientes que se retiran sin atención. La lógica detrás fue la siguiente: si hay un alto tiempo de espera, esto implica que el servicio está congestionado, y viceversa. Lo mismo pasa con el número de pacientes que se retiran sin atención, ya que este también es un indicador que el servicio está congestionado.

Sin embargo, también existe la opción de construir esta variable objetivo, utilizando el criterio experto. La idea consiste en preguntarle a los médicos y enfermeras del servicio (expertos), que nivel de congestión piensan ellos se encuentra el servicio en ese momento. Luego, se saca un promedio de estas opiniones y se obtiene el nivel de congestión para esa hora en particular.

Finalmente se decidió construir dos modelos que predican el grado de congestión del servicio. Uno que lo hace directamente, a través de la opinión de los expertos, pero que tiene como limitación que utiliza esta variable dependiente que es subjetiva. Y otro, que mide el nivel de congestión de manera no tan directa, pero que usa una variable dependiente objetiva, que es el número de pacientes que se retiran sin recibir atención¹¹.

5.4.1.1.1. Modelo 1: Congestión según Juicio Experto

- Variable dependiente: Nivel de congestión que se encontrará el servicio de urgencia en una hora más. Esta es una variable numérica con 5 alternativas.

La recolección de datos para este modelo se realizó durante los meses de febrero y marzo del 2014, registrando para cada hora del día la opinión del nivel de congestión de diferentes médicos y enfermeras en una escala de 1 a 5. Para incorporar más datos, se agregó la información de aquellos días durante el año en que hubo momentos de crisis severas, que terminaron en cierres del servicio. Para estos casos se consideró que el nivel de congestión que debió tener el servicio era el máximo, nivel 5.

5.4.1.1.2. Modelo 2: Congestión según Fuga de Pacientes

- Variable dependiente: si la cantidad de pacientes fugados en la próxima hora superará las 3 personas. Esta es una variable binaria: 1 o 0.

La recolección de datos en este caso fue más sencilla, ya que en la base de datos de la ficha clínica electrónica del hospital queda registrado que pacientes se retiran sin recibir la atención. Por lo tanto, solo bastaba recuperar esta información para el período de estudio.

5.4.1.1.2. Selección de Variables Explicativas

Para la selección de las variables explicativas de los dos modelos se recurrió nuevamente a las opiniones de los médicos del servicio y también se sacaron ideas de la literatura relacionada al tema, obteniendo una lista de posibles variables explicativas. Para

¹¹ A los pacientes que se retiran sin atención se les conoce como LWBS, que son las siglas en inglés: left without being seen.

determinar si dichas variables eran las adecuadas se calculó la matriz de correlación y se dejaron solo aquellas que tenían una correlación significativa con la variable dependiente. En total sobrevivieron 12 variables, las que se presentan a continuación:

- Día de la semana
- Hora del día
- Tasa de utilización box
- Edad promedio de los pacientes
- Número de pacientes FONASA
- Número de pacientes ISAPRE
- Número de pacientes por categoría de triage
- Número de pacientes hospitalizados
- Número de pacientes en espera
- Máxima espera pacientes C2
- Máxima espera pacientes C3
- Máxima espera pacientes C4

Los valores de estas variables fueron obtenidos de la base de datos de la ficha clínica electrónica. La calidad de estos datos no era la óptima, por ende se realizó una fase de limpieza, la que se detalla en la siguiente sección.

5.4.1.2. Pre-procesamiento

El pre-procesamiento de los datos consiste principalmente en realizar una limpieza de ellos, de manera de garantizar su calidad. Calidad en este contexto significa que los datos representan fielmente lo que ocurre en la realidad.

Los principales problemas que presentaban los datos fueron los valores fuera de rango (outliers) y los valores perdidos (en blanco).

El tratamiento que se hizo de los outliers, como eran una cantidad mínima, 2%, se decidió eliminar estos registros para simplificar el proceso. En relación a los valores perdidos, su cantidad también era despreciable, alcanzando un 4% del total, sin embargo, en este caso se decidió imputar estos valores por el promedio de la variable correspondientes. Como eran un porcentaje menor, la estrategia utilizada no afecta la distribución de las variables.

5.4.1.3. Transformación

Algunas de las variables seleccionadas tuvieron que ser transformadas para poder ser utilizadas en los modelos de minería de datos. A continuación se explica que se hizo en cada caso:

- Hora del día: esta variable se transformó en 4 variables dicotómicas (1 o 0) que corresponderían a intervalos del día. Por lo tanto, para cada registro de la base, solo una de estas cuatro variables debe tener valor 1 y el resto 0. Los intervalos fueron; intervalo 1: es de 8 am a 14 pm, intervalo 2: es de 14 pm a 20 pm, intervalo 3: es de 20 pm a 2 am, e intervalo 4: de 2 am a 8 am.
- Día de la semana: esta variable fue transformada en 7 variables dicotómicas, donde cada variable corresponde a un día de la semana. Por ende, para cada registro de la base, solo una de estas 7 variables debe tener valor 1 y el resto 0.

Además, se decidió normalizar todas las variables numéricas para evitar problemas de escala.

5.4.1.4. Minería de Datos

Los modelos de minería de datos que se probaron fueron: Redes Neuronales, Support Vector Machine y Árboles de Decisión. Para cada uno de estos modelos se probó con distintos valores de sus parámetros, hasta encontrar los mejores resultados.

Para estimar el nivel de precisión se utilizó la *Validación Cruzada*, que divide la base de datos en n partes iguales, y genera n cálculos de la precisión del modelo, utilizando cada vez una parte como base de validación y las $(n-1)$ partes restantes como base de entrenamiento. Luego, la precisión total del modelo se calcula como el promedio de las n estimaciones. De esta forma se encuentra un valor de la precisión más consistente y cercano al real.

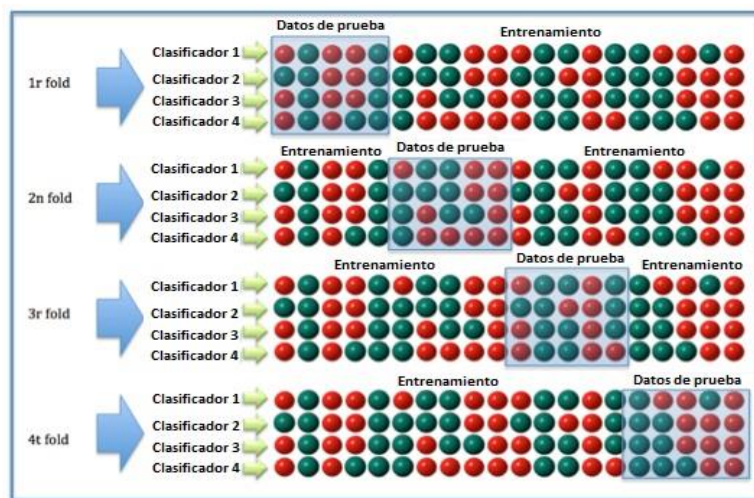


Ilustración 75: Esquema de Funcionamiento de la Validación Cruzada

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los dos modelos.

5.4.1.4.1. Modelo 1: Congestión según Juicio Experto

Herramienta:	Precisión
Árbol de Decisión	70,17%
Red Neuronal	78,62%
Support Vector Machine	55,04%

Tabla 14: Resultados Modelo 1

Como se observa en la tabla anterior, los mejores resultados se obtienen con las Redes Neuronales, seguido por los Árboles de Decisión.

Los parámetros de estos modelos se presentan a continuación:

- Red Neuronal: se alcanzó los mejores resultados con 900 ciclos de entrenamiento, un valor de 0.1 de tasa de aprendizaje, 0.2 de momentum y con una sola capa intermedia.
- Árbol de decisión: los mejores resultados se obtuvieron utilizando el criterio *gini_index*, con un valor 4 para el tamaño mínimo del nodo, minimal gain de 0.0, profundidad máxima de 20 y una confianza de 0.25.

Las siguientes figuras muestran las salidas de estos modelos.

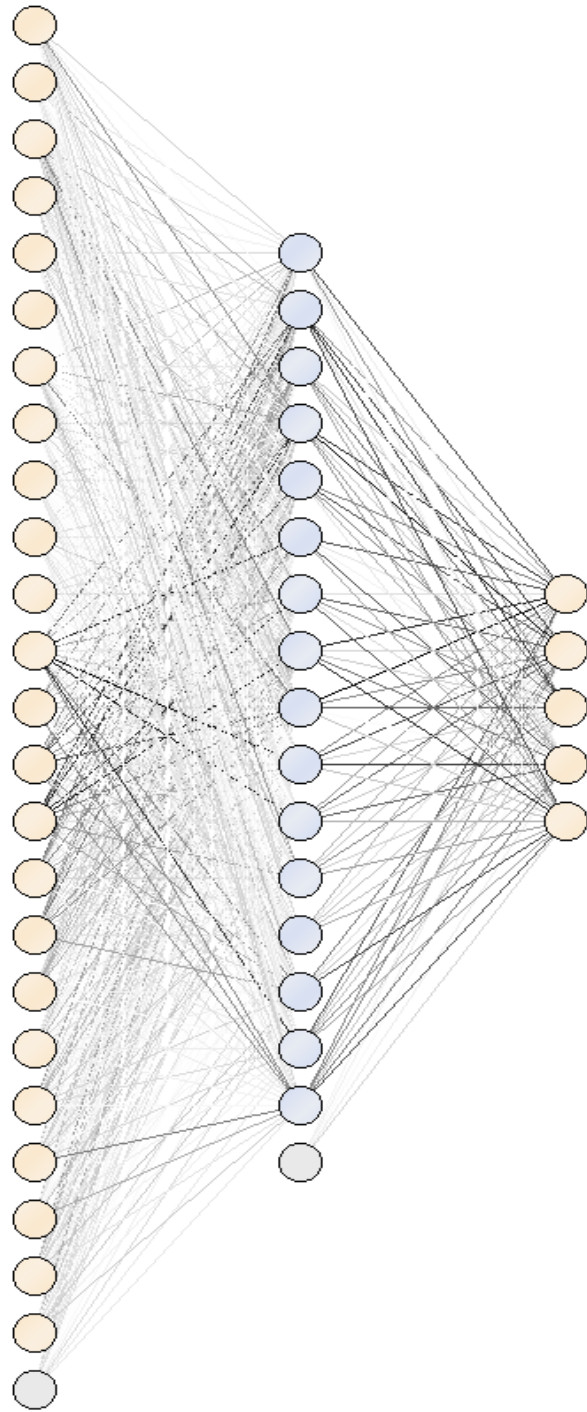


Ilustración 76: Salida Red Neuronal Modelo 1

5.4.1.4.2. Modelo 2: Congestión según Fuga de Pacientes

Modelo	Precisión
Árbol de Decisión	86,17%
Red Neuronal	87,65%
Support Vector Machine	87,01%

Tabla 15: Resultados Modelo 2

En este caso coincide las Redes Neuronales como el modelo con mejor precisión, en cambio, en segundo lugar aparece los Support Vector Machine.

Los parámetros de estos dos modelos se presentan a continuación:

- Red Neuronal: se alcanzó los mejores resultados con 600 ciclos de entrenamiento, un valor de 0.1 de tasa de aprendizaje, 0.2 de momentum y con una sola capa intermedia.
- Support Vector Machine: los mejores resultados se obtuvieron con una función kernel del tipo rbf, un valor de C igual a 0, épsilon igual a 0.1 y gamma igual a 0.05.

La figura 79 muestra la salida de la red neuronal y para el Support Vector Machine se muestra una figura genérica de estos modelos, debido a que no hay una representación gráfica del modelo real, ya que genera hiperplanos en varias dimensiones¹².

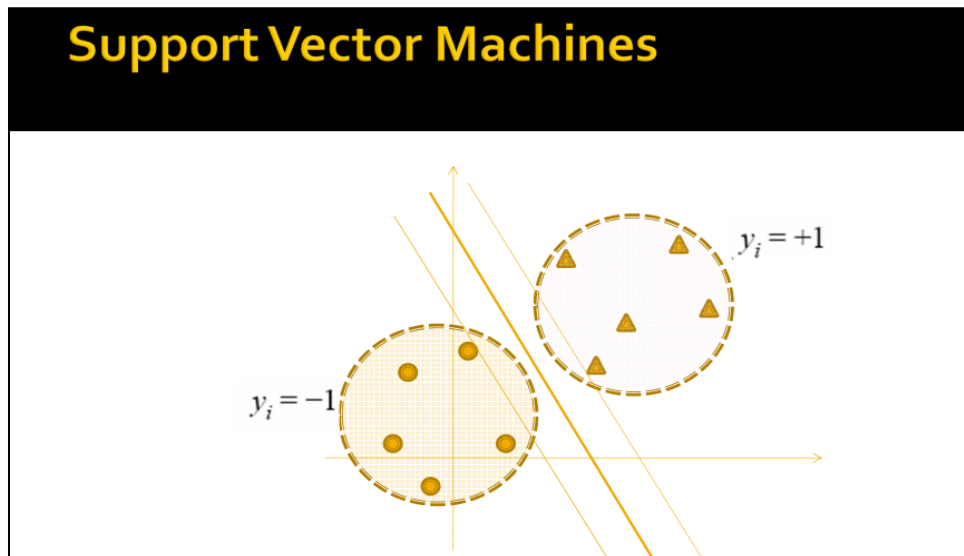


Ilustración 78: Representación Modelo S.V.M.

¹² Para más detalles de los modelos Support Vector Machines, ver sección 2.5, del capítulo de Marco Teórico.

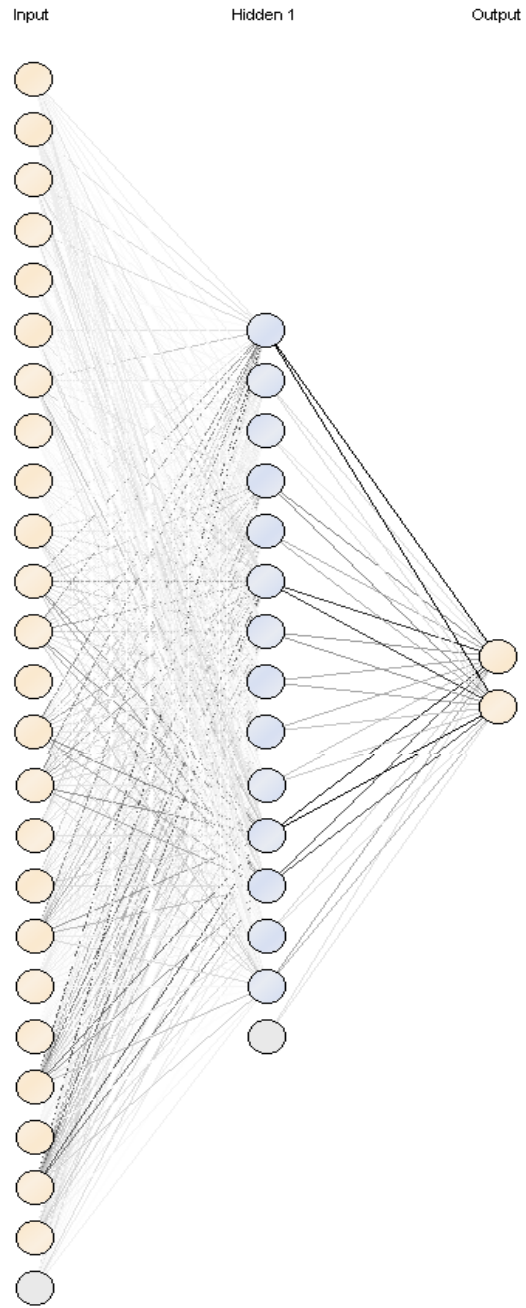


Ilustración 79: Salida Red Neuronal Modelo 2

Comparando ambos modelos, el segundo modelo de congestión basado en fuga de pacientes, entrega mejores resultados en las 3 técnicas probadas.

5.4.1.4. Interpretación y Análisis

5.4.1.4.1. Modelo 1: Congestión según Juicio Experto

Para este modelo las herramientas que permitieron obtener mejores resultados fueron las Redes Neuronales y los Árboles de Decisión.

En el caso de las redes neuronales, existe un problema con la interpretación de los resultados, ya que debido a lo complejo de los algoritmos matemáticos que utiliza, resulta prácticamente imposible analizar las relaciones que se forman entre las variables para obtener los resultados. Sin embargo, tienen un poder predictor muy alto y son muy usadas a pesar de este inconveniente. Debido a esto son conocidas como verdaderas “*cajas negras*”.

En el caso del Árbol de decisión es distinto ya que su interpretación es mucho más sencilla. Observando la figura n° 60, de la salida de este modelo, se puede identificar que variables tienen mayor poder de discriminar el nivel de congestión, que serían aquellas que se encuentran en la parte superior del árbol. En este caso, aparece en primer lugar el número de personas, seguido por el número de personas con categoría C3 de triage y el número de pacientes hospitalizados en el segundo nivel. Luego, en el tercer nivel aparece la variable asociada al día miércoles, el número de pacientes con categoría C2, el intervalo del día y el tiempo de espera. Todas estas variables coinciden con la intuición de los expertos respecto de las variables que más impactan en el problema de congestión.

En resumen, las redes neuronales entregan mejores resultados que los árboles de decisión, pero su interpretación y análisis es mucho más complejo que estas últimas. La decisión de que modelo ocupar finalmente debe considerar estos aspectos.

5.4.1.4.2. Modelo 2: Congestión según Fuga de Pacientes

Para este modelo las herramientas que entregaron mejores resultados fueron la Red Neuronal, seguido muy de cerca por los Support Vector Machine.

En el caso de las redes neuronales, existe el problema de la interpretación de los resultados explicado en la sección anterior. En cambio, los Support Vector Machine (SVM) entregan mucha mayor información.

Los SVM asignan pesos a cada una de las variables explicativas lo que permite ordenarlas según su grado de discriminación del problema. La siguiente tabla muestra esta información.

Variable	Peso	Variable	Peso
Tasa de Utilización box	143,23	Jueves	26,76
Intervalo 2 del día	68,99	Lunes	20,43
N° de pacientes C3	63,16	Miércoles	19,00
Edad promedio	63,09	Sábado	18,70
N° de pacientes con ISAPRE	62,38	Viernes	15,70
N° de pacientes con FONASA	60,43	Intervalo 1 del día	14,00
Intervalo 3 del día	55,40	Domingo	13,60
N° de hospitalizados	43,60	N° de pacientes C1	12,61
N° de personas en espera	34,98	Tiempo de espera C4	9,43
Martes	30,70	N° de pacientes C4	6,84
Tiempo de espera C3	30,68	Intervalo 4 del día	6,50
N° de pacientes C2	30,62		

Ilustración 80: Peso de variables explicativas modelo SVM

En este caso, las variables consideradas por el modelo que tienen mayor poder de predicción de fuga de pacientes también coinciden con el criterio experto, destacando la variable *Intervalo 2 del día*, ya que en este intervalo (de 14:00 a 20:00 hrs.) es cuando llegan más pacientes y por ende, es cuando hay mayor retiro de pacientes también, la variable *Edad Promedio*, porque el último tiempo ha aumentado el número de pacientes de edad avanzada que generalmente tienen muchas complicaciones y demandan muchos recursos, el *N° de pacientes hospitalizados*, que es uno de los factores que más influye en las situaciones de alta congestión.

Este modelo predictivo de fuga de pacientes, se puede utilizar como modelo predictivo del nivel de congestión, haciendo una transformación en los resultados, que consiste en asociar la probabilidad de salida del modelo (probabilidad de fuga masiva de pacientes) con un nivel de congestión.

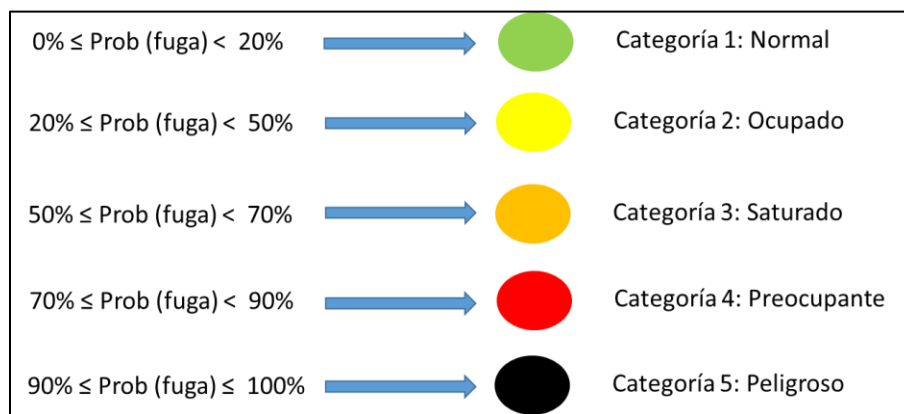


Ilustración 81: Niveles de Congestión según Probabilidad de Fuga

Una vez que los modelos están contruidos y validados, el siguiente paso es asociar medidas correctivas y preventivas concretas para cada uno de los resultados del modelo. Para ello se diseñó un protocolo de acción de situaciones de alta congestión, que en la literatura es conocido como *Full Capacity Protocol* o *Protocolo de Full Capacidad* y que se presenta en la siguiente sección.

5.4.2. Protocolo de Full Capacidad

El siguiente protocolo tiene el objetivo de presentar las acciones que se recomiendan tomar de acuerdo al nivel de congestión del servicio de urgencia, estimado por los modelos predictivos de minería de datos presentados en la sección anterior. Las acciones propuestas buscan evitar situaciones de crisis severas o al menos, permitir afrontarlas de mejor manera.

El uso de los modelos también sirve como respaldo para quienes toman las decisiones, ya que actualmente no tienen ninguna herramienta que les ayude a estimar el grado de congestión y por ende, tienen que actuar en base a su experiencia e intuición.

El protocolo diseñado tiene tres áreas de acción: medidas a nivel servicio de urgencia, información al usuario y medidas a nivel hospital.

Las acciones propuestas para cada nivel de congestión son:

PROTOCOLO DE FULL CAPACIDAD			
Nivel de Congestión	Medidas a nivel servicio de urgencia	Información al Usuario	Medidas a nivel hospital
Nivel 1: Normal			
Nivel 2: Ocupado	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer triage doble • Trasladar pacientes de box a sillas si sus condiciones lo permiten 		<ul style="list-style-type: none"> • Avisar a gestora de cama si hay pacientes hospitalizados
Nivel 3: Saturado	<ul style="list-style-type: none"> • Activar <i>team triage</i> • Realizar <i>fast track</i> 	- Explicar a los pacientes que llegan y a los que están en la sala de espera la delicada situación de congestión	

PROTOCOLO DE FULL CAPACIDAD			
Nivel de Congestión	Medidas a nivel servicio de urgencia	Información al Usuario	Medidas a nivel hospital
Nivel 4: Preocupante	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar box de pediatría si hay disponibilidad • Solicitar enfermera y/o médico de refuerzo 	<ul style="list-style-type: none"> • Avisar en sala de espera situación crítica 	<ul style="list-style-type: none"> • Informar a Dirección del hospital situación de urgencia
Nivel 5: Peligroso	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar acceso a Urgencia transitoriamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Avisar medida de cierre a pacientes y familiares 	<ul style="list-style-type: none"> • Informar a Dirección del hospital medida de cierre adoptada

Tabla 16: Protocolo de Full Capacidad

Capítulo 6: Diseño del Apoyo Tecnológico

En este capítulo se presenta el detalle de la aplicación tecnológica que apoya al rediseño de procesos propuesto. En primer lugar se presentan los procesos y las actividades que serán apoyadas computacionalmente, para luego pasar al detalle de la arquitectura del sistema, los casos de uso y finalmente, los diagramas de secuencia y de clases.

6.1. Procesos y Actividades que Presentan Apoyo Tecnológico

Los procesos y actividades del negocio que presentan apoyo tecnológico son:

1. Monitoreo Inteligente del Servicio:

1.1. Monitoreo de Actividades

1.2. Monitoreo del Nivel de Congestión

2. Control de la Producción:

2.1. Cálculo de indicadores y cifras relevantes del desempeño del servicio

El apoyo tecnológico consiste en una aplicación web que ayuda en la gestión de estos dos procesos fundamentales.

A continuación se detalla el funcionamiento del sistema en cada proceso.

6.1.1. Monitoreo Inteligente del Servicio

Respecto de la justificación de la intervención tecnológica de este proceso, está basada en el desorden que se genera en el servicio producto de la falta de estructuración de los procesos, lo que genera ineficiencias en la ejecución de las actividades, que se reflejan principalmente en elevados tiempos de espera entre una tarea y otra. Por otra parte, la falta de un sistema de medición en tiempo real del nivel de congestión, se traduce en una actitud reactiva ante situaciones de crisis.

Con el sistema de apoyo a la gestión se pretende agilizar la toma de acción, y tener una capacidad anticipativa de episodios de congestión severa.

6.1.1.1. *Monitoreo de Actividades*

Este proceso consiste en analizar en tiempo real las actividades y variables más relevantes del servicio. Para ello el sistema de apoyo a la gestión se conecta cada un minuto a la base de datos del principal sistema del hospital (Ficha Clínica Electrónica) y con estos datos, calcula el estado de las actividades y el valor de las variables importantes. Luego, la información se despliega de manera gráfica y clara en los televisores que serán instalados en el servicio.

El diagrama BPMN de este proceso es el siguiente:

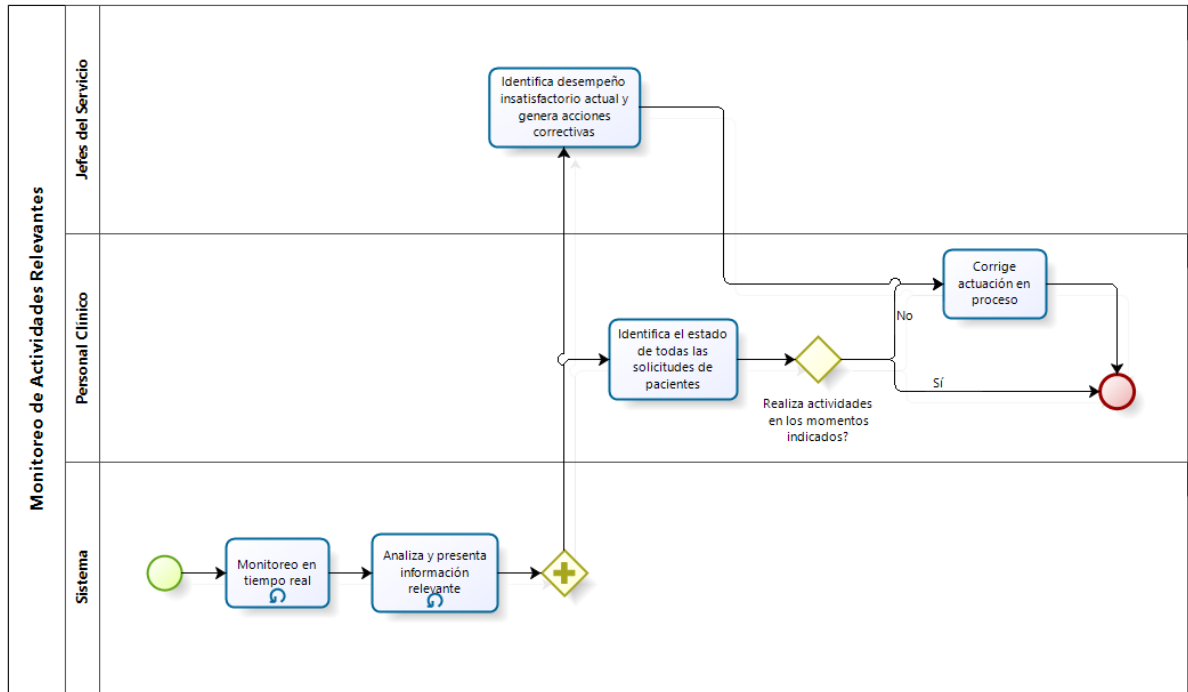


Ilustración 82: Diagrama BPMN del Monitoreo de Actividades

6.1.1.2. Monitoreo del Nivel de Congestión

Este proceso consiste en estimar el nivel de congestión general que presenta el servicio mediante la ejecución de un modelo de minería de datos que forma parte del sistema de apoyo a la gestión.

Para ello, un miembro del personal médico autorizado debe entrar al sistema e ingresar aquellos datos que necesita el modelo y que no se pueden recuperar de forma automática. Luego, el sistema calcula el resto de las variables que el modelo necesita y procede a ejecutar el modelo analítico. Por último, se generan las propuestas y se despliega toda la información.

El diagrama BPMN de este proceso se muestra a continuación:

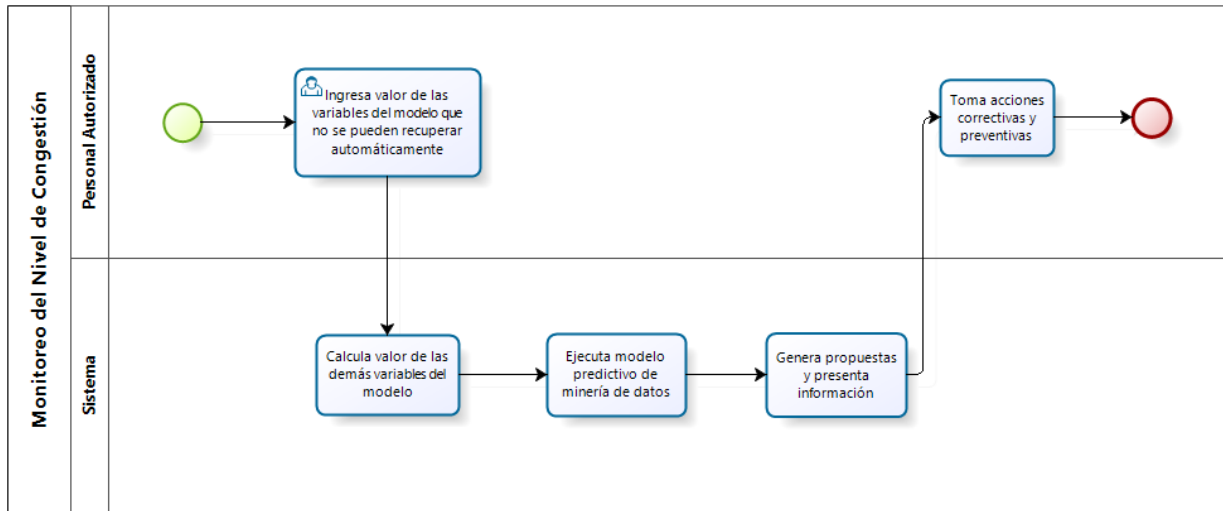


Ilustración 83: Diagrama BPMN del Monitoreo del Nivel de Congestión

6.1.2. Control de la Producción

Respecto de la justificación de la intervención tecnológica de este proceso, la razón principal es para agilizar el cálculo y análisis de algunos aspectos relacionados al desempeño del servicio a nivel táctico.

6.1.2.1. *Calculo de indicadores y cifras relevantes del desempeño del servicio*

Actualmente, el servicio recibe mensualmente 2 informes ligados a la productividad, uno sobre el resultado económico y otro sobre el volumen y crecimiento en las consultas. Sin embargo, también existen otras variables que son importantes medir para analizar el desempeño y evolución del servicio. Algunos ejemplos son: tiempos de atención y espera, tasa de retiro de paciente, % de pacientes hospitalizados, entre otros. Además, no hay una persona encargada de realizar esta actividad, porque todos están sobrecargados de trabajo y no tienen tiempo para hacerlo.

Es por esto que el sistema de apoyo a la gestión se hace cargo de esta situación y automatiza el cálculo de cifras e indicadores claves para apoyar la gestión táctica del servicio. En la siguiente ilustración se muestra una vista del sistema donde se aprecian las diferentes alternativas de cálculo.

**Bienvenido al Módulo Estadístico
del Servicio de Urgencia**



Ilustración 84: Opciones del Módulo Estadístico del Sistema de Apoyo a la Gestión

El diagrama BPMN de este proceso es el siguiente:

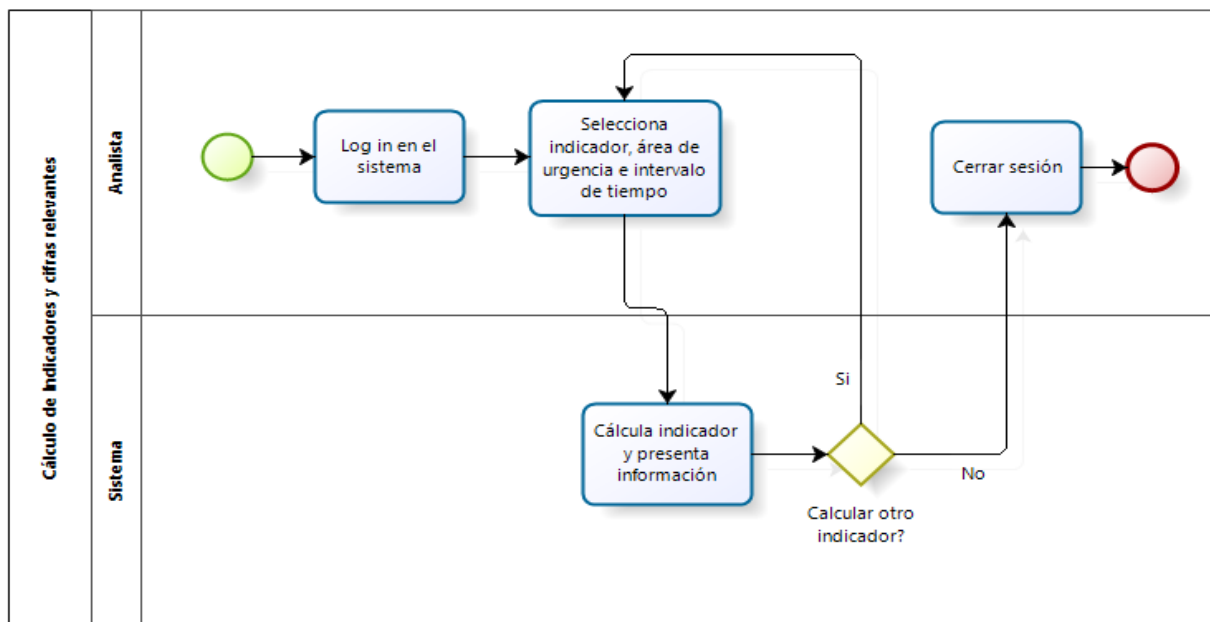


Ilustración 85: Diagrama BPMN del proceso Cálculo de Indicadores y Cifras Relevantes

6.2. Arquitectura del Sistema de Apoyo

La arquitectura del sistema de apoyo a la gestión es del tipo *Web*. Por su parte, la estructura utilizada para esta arquitectura, es la propuesta por el Dr. Oscar Barros (Barros, 2012), la que se presenta en la siguiente ilustración.

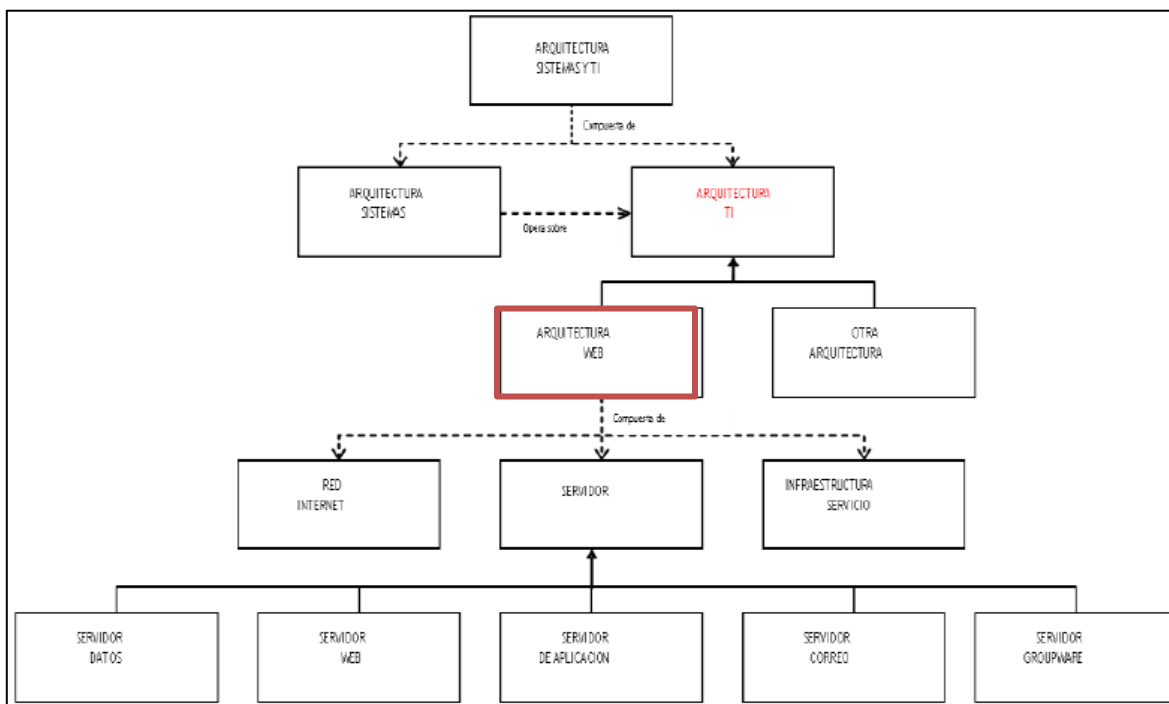


Ilustración 86: Arquitectura Genérica del Sistema de Apoyo

Esta propuesta define 4 capas para la arquitectura web:

- **Capa de Interfaz:** es la capa que permite la interacción al usuario con el sistema. Presenta una serie de formularios asociados a la atención del paciente, además de módulos que permiten la administración del sistema y la visualización de indicadores y otra información que permitirá tomar decisiones.
- **Capa de Aplicación:** Esta capa se encarga de realizar la coordinación de las diferentes capas existentes en la arquitectura.
- **Capa de Servicios:** aquí reside la lógica y reglas de negocio involucrada. Dentro de esta capa se encuentran empaquetadas las lógicas de predicción del nivel de congestión, del monitoreo de actividades y del control de la producción.
- **Capa de Datos:** es la capa donde se almacenan los datos del sistema y los que son exportados del sistema central del hospital.

6.3. Casos de Uso

Los casos de uso son la unidad fundamental del diseño computacional tradicional. Estos muestran las funcionalidades del sistema y las relaciones que existen entre ellas. Además, se identifican quienes son los usuarios de la aplicación y los sistemas externos que interactúan.

A continuación se presentan los casos de uso asociados a las diferentes actividades con apoyo tecnológico.

6.3.1. Monitoreo Inteligente de Actividades

6.3.1.1. Monitoreo de Actividades

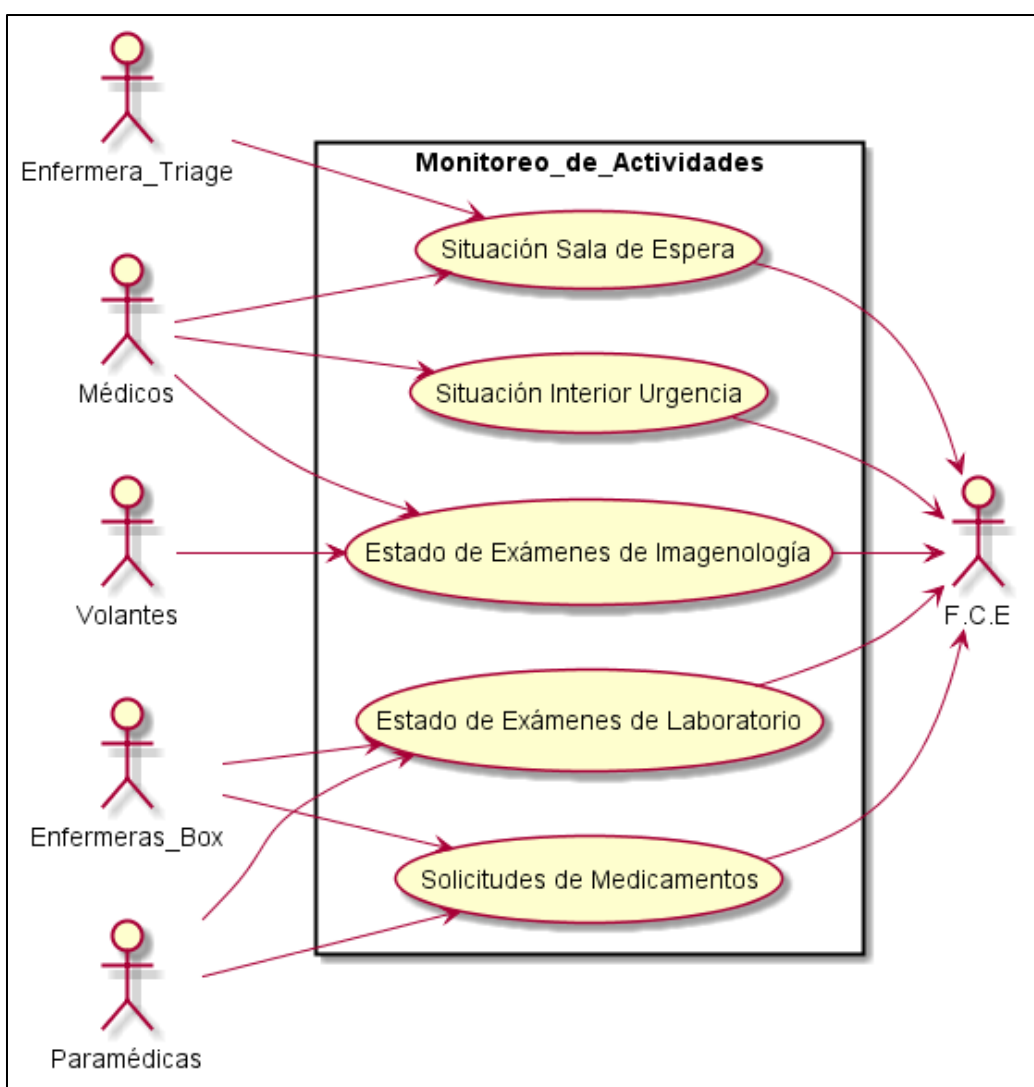


Ilustración 87: Diagrama de Casos de Uso Monitoreo de Actividades

6.3.1.1.1. Caso de Uso 1: Situación Sala de Espera

Propósito: le permite a la enfermera de triage y a los médicos conocer información sobre la situación de espera del servicio, específicamente, la cantidad de personas en espera, los tiempos de espera, junto con el estado y nivel de gravedad de estos pacientes.

6.3.1.1.2. Caso de Uso 2: Situación Interior Urgencia

Propósito: le permite a los médicos del servicio conocer información que describe la situación al interior del servicio, como los tiempos de atención por paciente, la cantidad de pacientes por nivel de triage, la tasa de ocupación de los box, entre otras.

6.3.1.1.3. Caso de Uso 3: Estado de Exámenes de Imagenología

Propósito: les permite a los médicos y a los volantes conocer en todo momento el estado de cada uno de los exámenes de imagenología que están siendo procesados. Con esta información el volante sabrá cuando debe trasladar a un paciente hacia el servicio de imagenología para que le tomen un examen y cuando debe ir a buscarlo una vez que termine su realización. Por su parte, los médicos sabrán cuando los resultados de los exámenes se encuentran disponibles en el sistema.

6.3.1.1.4. Caso de Uso 4: Estado de Exámenes de Laboratorio

Propósito: les permite a las enfermeras y a las paramédicas conocer en todo momento el estado de los exámenes de laboratorio que están siendo procesados. Con esta información ambas especialistas sabrán el tiempo que ha transcurrido desde que el médico solicitó un examen y de esta forma podrán priorizar sus actividades para alcanzar a tomar el examen cumpliendo los tiempos establecidos (la meta es tomar todos los exámenes de laboratorio antes de 20 minutos desde la solicitud médica).

6.3.1.1.5. Caso de Uso 5: Solicitudes de Medicamentos

Propósito: este caso de uso tiene la misma lógica que el caso anterior, pero esta vez relacionado con las solicitudes de medicamentos. El objetivo es que las enfermeras como las paramédicas puedan administrar los medicamentos antes del tiempo establecido (en esta caso, la meta es de administrar todos los medicamentos antes de los 15 minutos).

6.3.1.2. Monitoreo del Nivel de Congestión

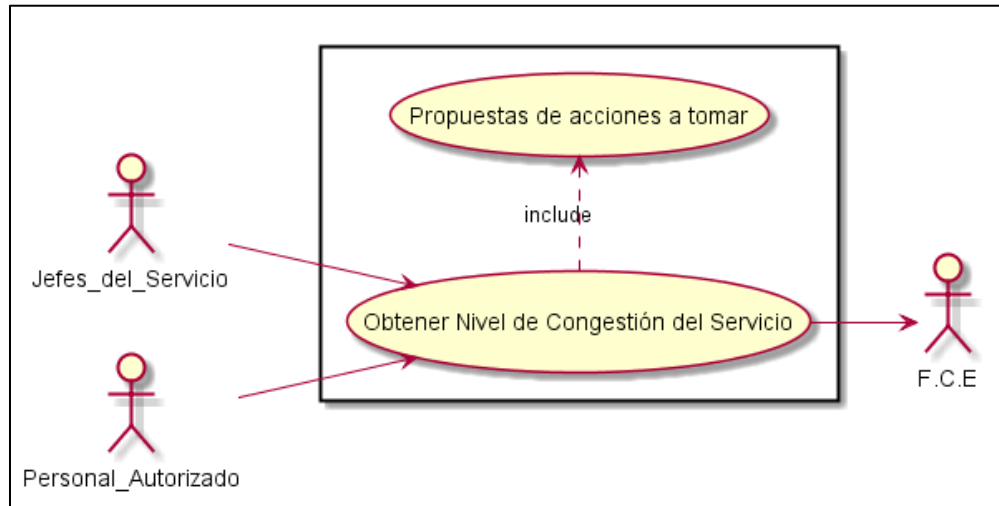


Ilustración 88: Diagrama de Casos de Uso Monitoreo del Nivel de Congestión

6.3.1.2.1. Caso de Uso 1: Obtener Nivel de Congestión del Servicio

Propósito: les permite a los médicos y al personal autorizado estimar el nivel de congestión que tiene el servicio en ese momento y el nivel que tendrá dentro de una hora. Además, al obtener esta información también se despliegan las propuestas de acciones a tomar.

6.3.2. Control de la Producción

6.3.2.1. Cálculo de Indicadores y Cifras Relevantes del Desempeño del Servicio

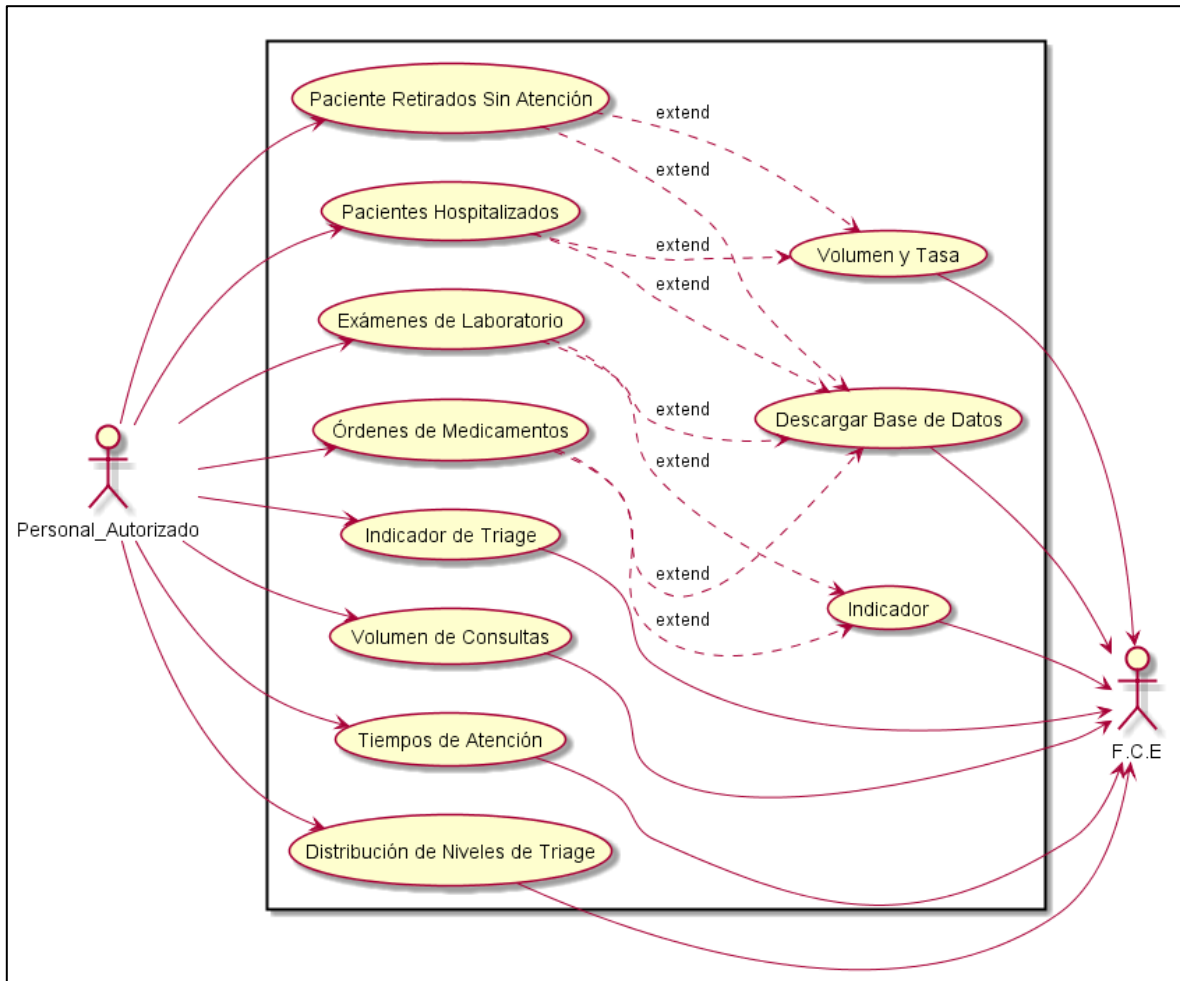


Ilustración 89: Diagrama de Casos de Uso Control de la Producción

6.3.2.1.1. Caso de Uso 1: Pacientes Retirados Sin Atención

Propósito: este caso de uso tiene dos alternativas, uno; obtener el volumen y la tasa de pacientes que se retiran sin recibir la atención, y dos; descargar un archivo Excel con los datos principales de los pacientes que se retiran sin atención.

6.3.2.1.2. Caso de Uso 2: Pacientes Hospitalizados

Propósito: este caso de uso tiene las mismas alternativas que el caso anterior, pero con información asociada a pacientes que se hospitalizan.

6.3.2.1.3. Caso de Uso 3: Exámenes de Laboratorio

Propósito: las opciones de este caso también son dos, uno; obtener el valor del indicador asociado a los exámenes de laboratorio, y dos; descargar un archivo Excel con los datos de los exámenes.

6.3.2.1.4. Caso de Uso 4: Órdenes de Medicamentos

Propósito: prácticamente igual que el caso de uso número 3, pero con información asociada a las órdenes de medicamentos solicitadas.

6.3.2.1.5. Caso de Uso 5: Indicador de Triage

Propósito: permite obtener el valor del indicador asociado al proceso de triage.

6.3.2.1.6. Caso de Uso 6: Volumen de Consultas

Propósito: permite obtener el valor del volumen de consultas del servicio de urgencia adulto y pediátrico.

6.3.2.1.7. Caso de Uso 7: Tiempos de Atención

Propósito: permite obtener los tiempos de atención generales y por categoría de triage. Además, se realiza una división del tiempo de atención en dos intervalos, uno que va desde el arribo del paciente al servicio hasta que recibe la atención médica (intervalo conocido como *door-to-doc*), y otro, que va desde la atención médica hasta el alta médica (intervalo conocido como *doc-to-disposition*). El primer intervalo representa el tiempo de espera y el segundo, el tiempo efectivo de atención.

6.3.2.1.8. Caso de Uso 8: Distribución de Niveles de Triage

Propósito: permite obtener la distribución de los niveles de triage de los pacientes atendidos en el servicio de urgencia. Esta información es muy útil porque caracteriza la complejidad de los pacientes.

En todos los casos de uso, el usuario debe seleccionar el intervalo de tiempo que desea la información. Además, para obtener los datos necesarios para calcular los indicadores y generar los archivos Excel, el sistema se conecta a la base de datos de la ficha clínica electrónica (F.C.E).

6.4. Diagramas de Secuencia y Clases

A continuación se presentan los diagramas de secuencia y de clases de los casos de uso descritos en la sección anterior. Gran parte de la explicación de estos diagramas queda implícita en ellos mismos.

6.4.1. Diagramas de Secuencia

6.4.1.1. Monitoreo Inteligente de Actividades

6.4.1.1.1. Monitoreo de Actividades

6.4.1.1.1.1. Situación Sala de Espera

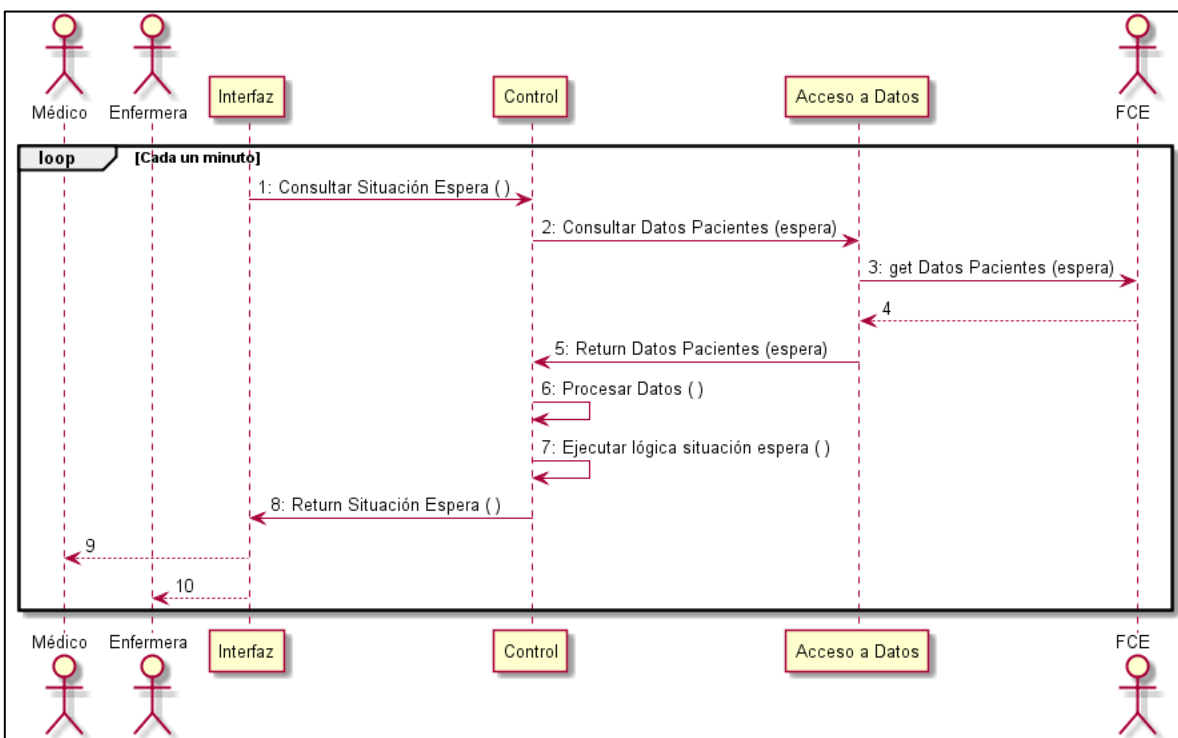


Ilustración 90: Diagrama de Secuencia Situación Sala de Espera

6.4.1.1.2. Situación Interior Urgencia

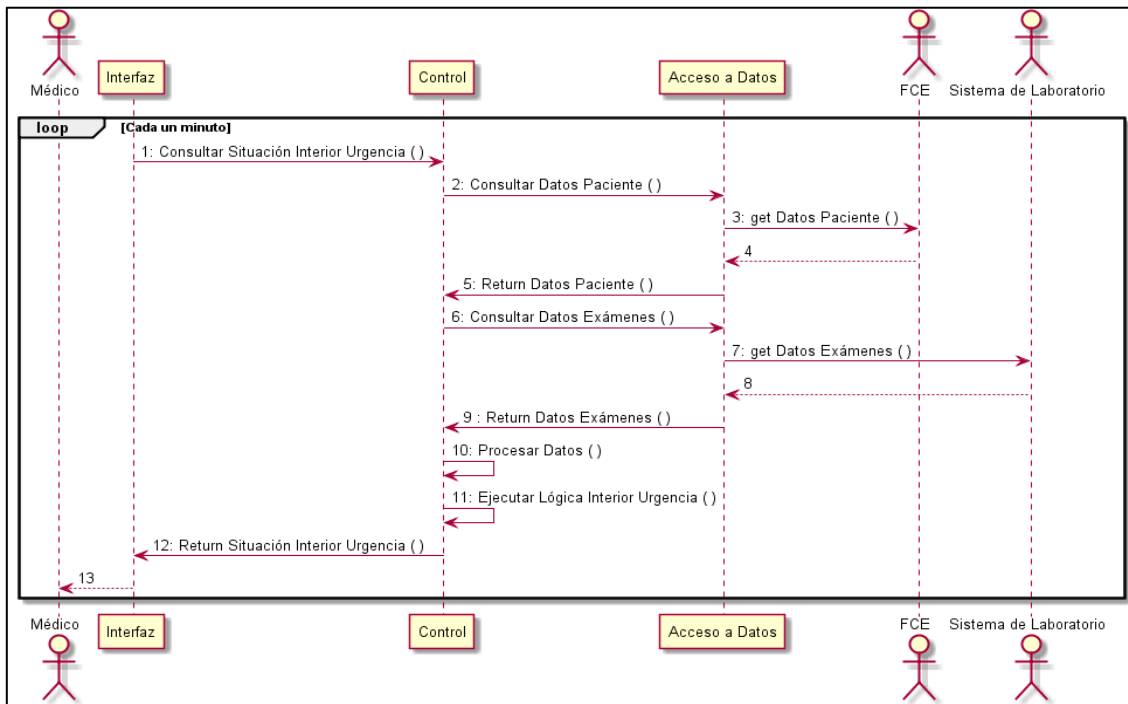


Ilustración 91: Diagrama de Secuencia Situación Interior Urgencia

6.4.1.1.3. Estado de Exámenes de Imagenología

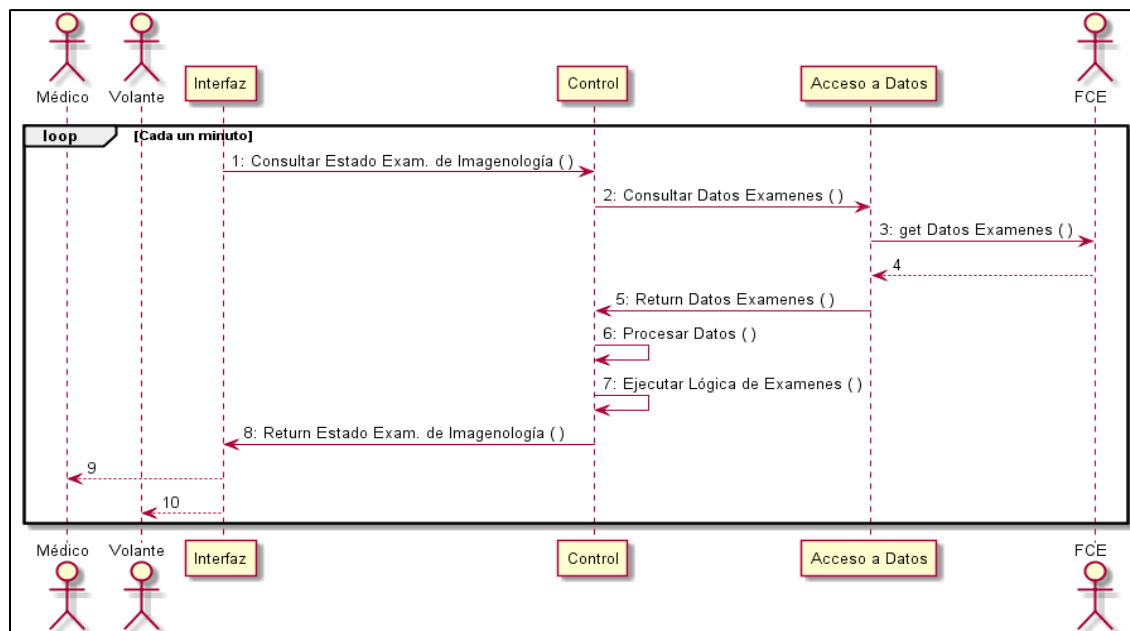


Ilustración 92: Diagrama de Secuencia Exámenes de Imagenología

6.4.1.1.4. Estado de Exámenes de Laboratorio

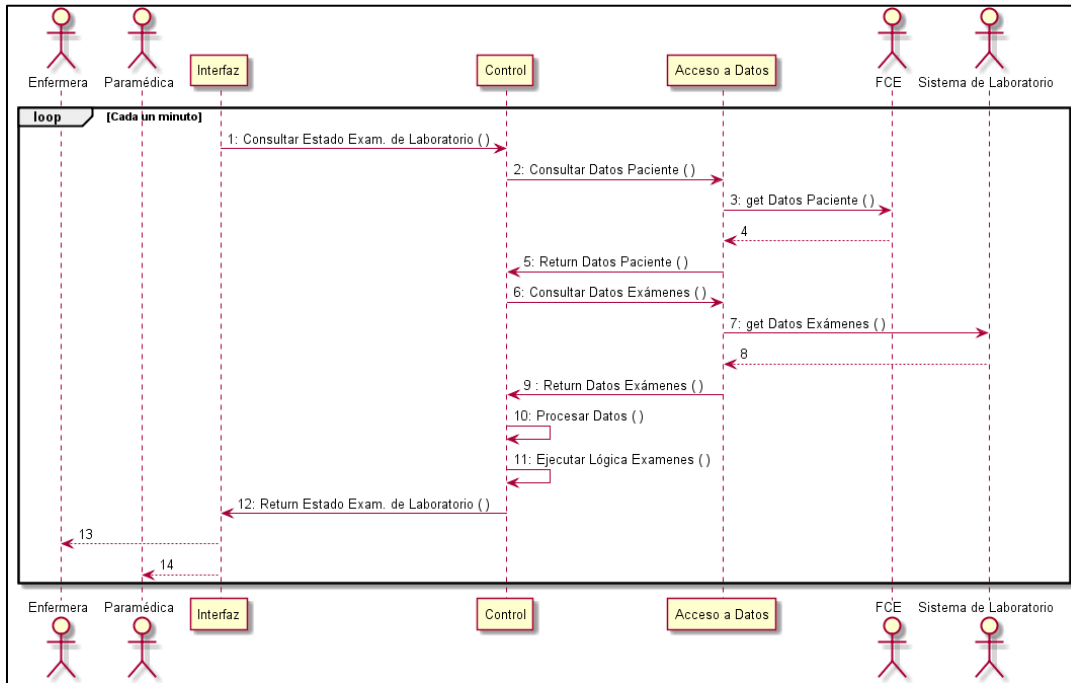


Ilustración 93: Diagrama de Secuencia Exámenes de Laboratorio

6.4.1.1.5. Solicitudes de Medicamentos

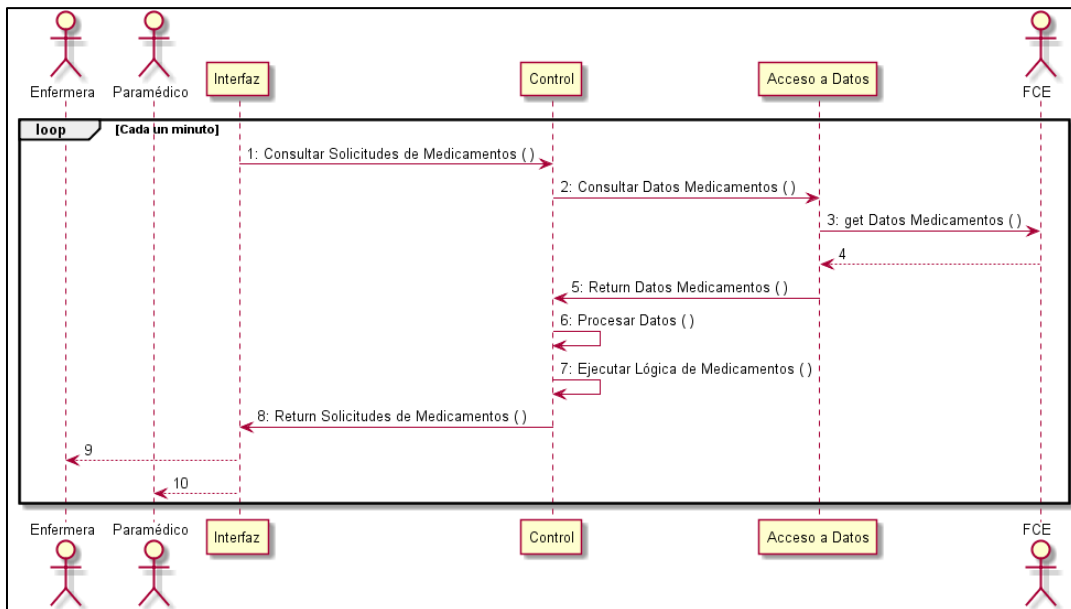


Ilustración 94: Diagrama de Secuencia de Solicitudes de Medicamentos

6.4.1.1.2. Monitoreo del Nivel de Congestión

6.4.1.1.2.1. Obtener Nivel de Congestión del Servicio

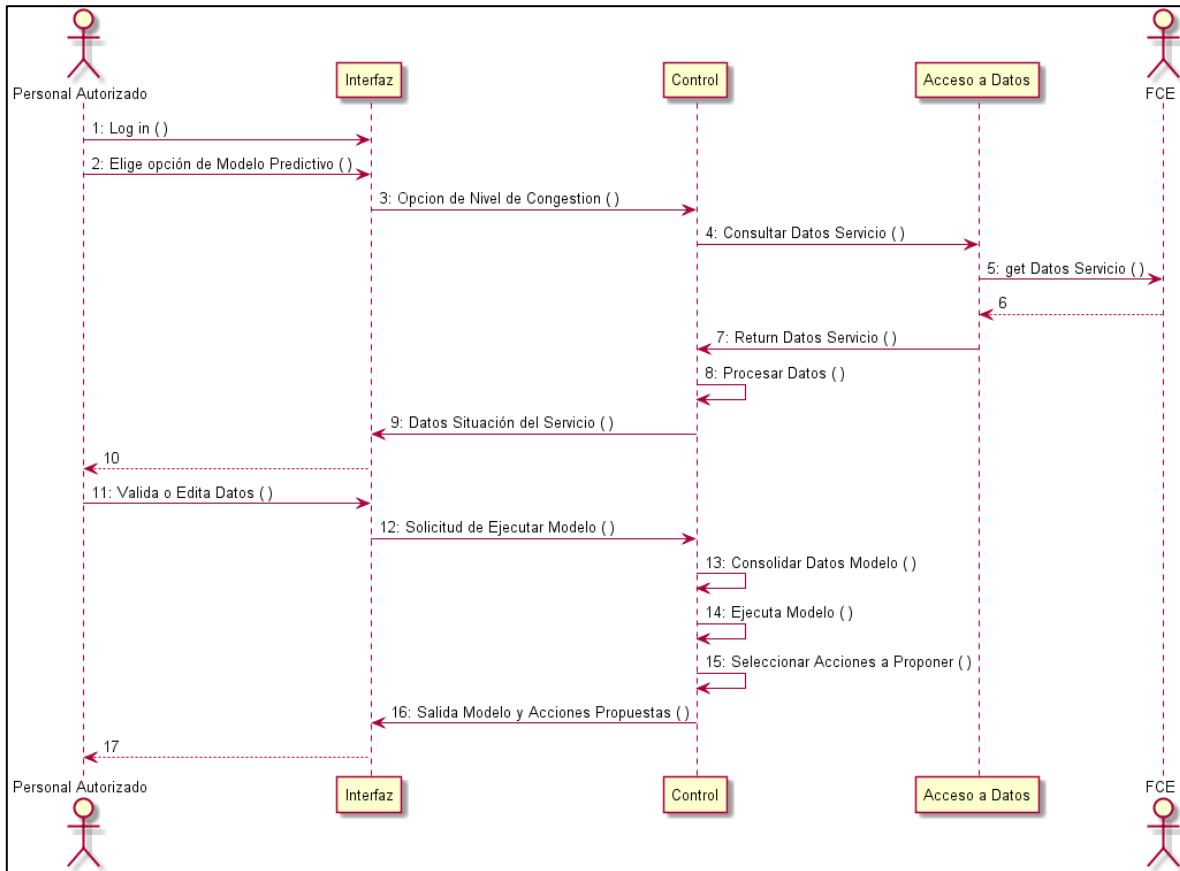


Ilustración 95: Diagrama de Secuencia Nivel de Congestión

6.4.1.2. Control de la Producción

6.4.1.2.1. Cálculo de Indicadores y Cifras Relevantes de Desempeño del Servicio

6.4.1.2.1.1. Pacientes Retirados Sin Atención (LWBS)

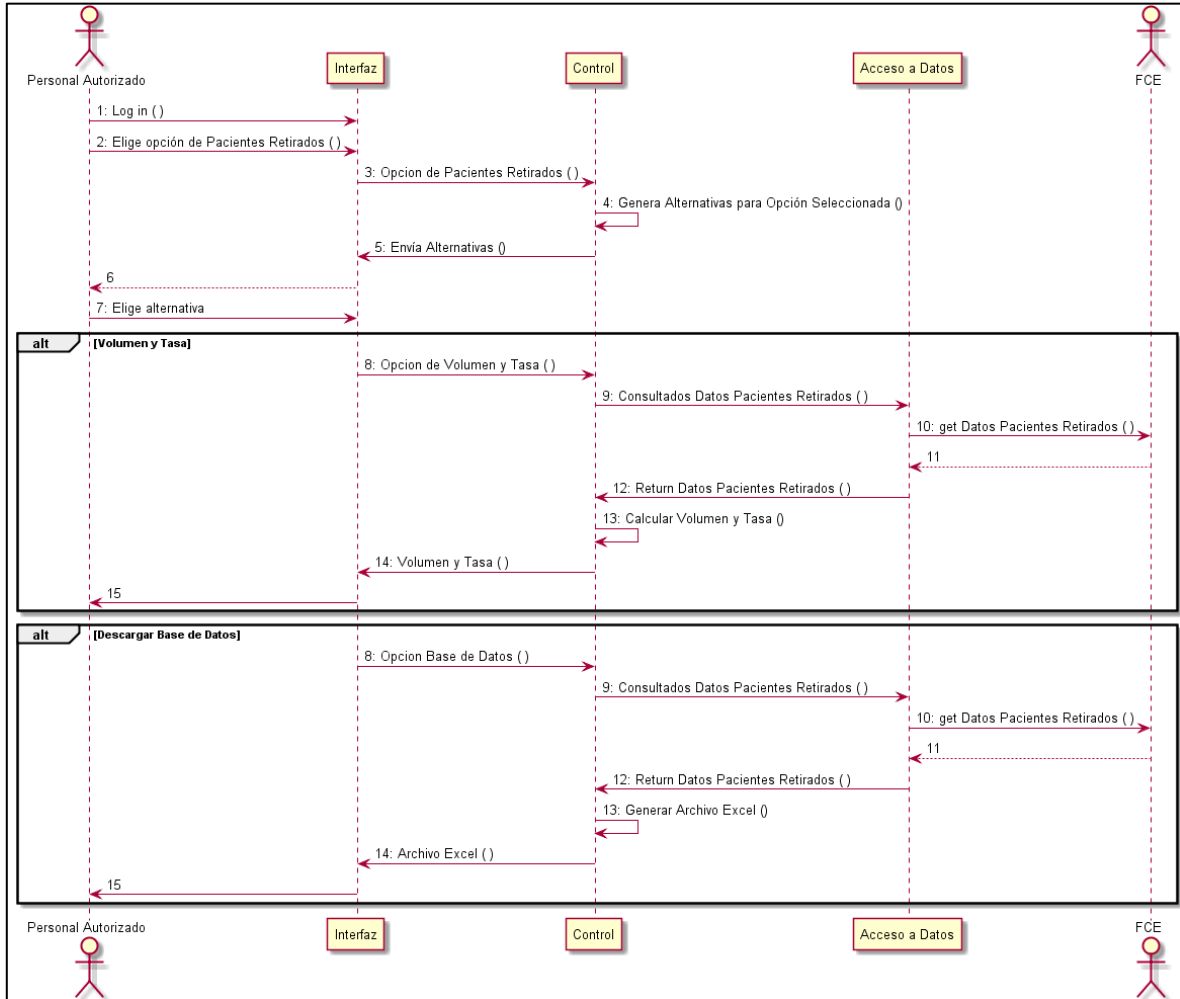


Ilustración 96: Diagrama de Secuencia LWBS

6.4.1.2.1.2. Pacientes Hospitalizados

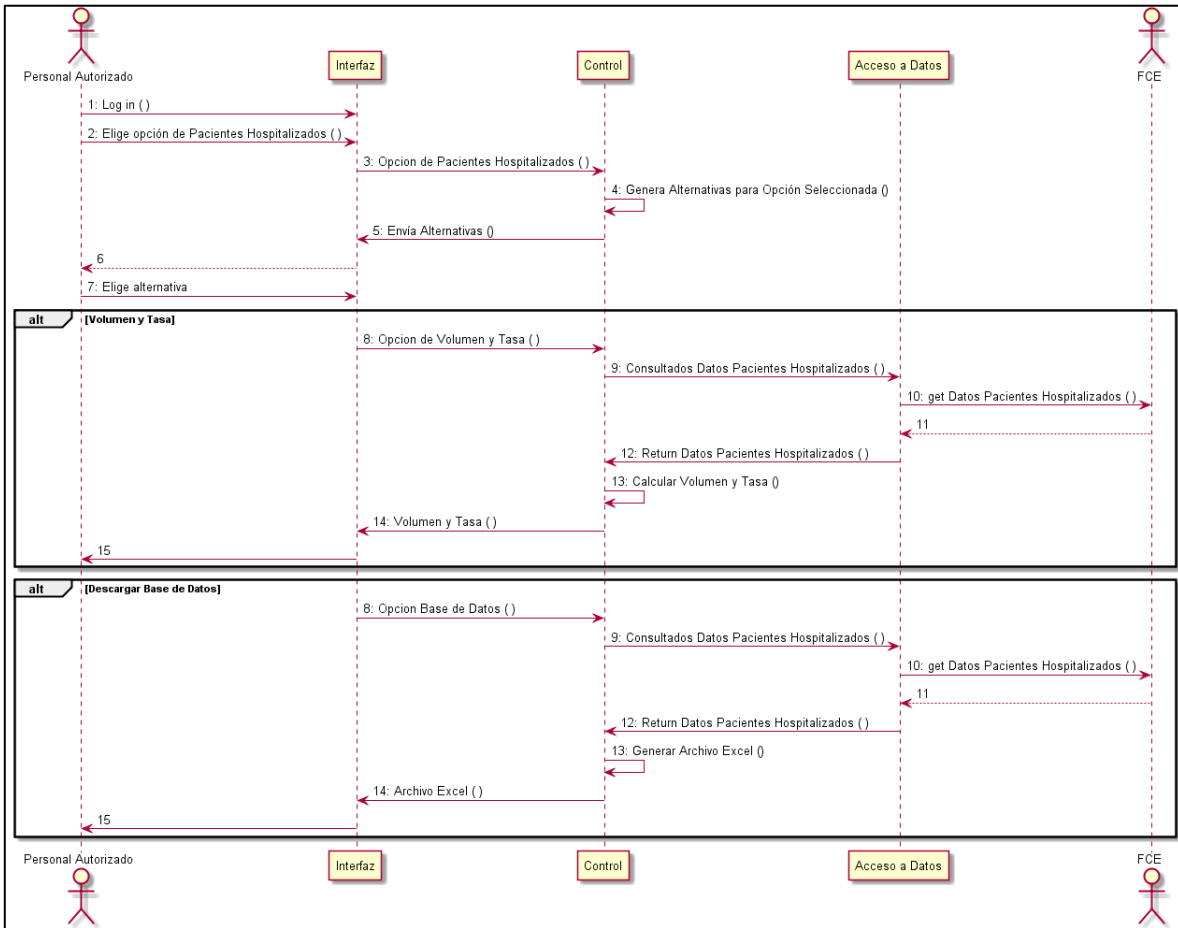


Ilustración 97: Diagrama de Secuencia Pacientes Hospitalizados

6.4.1.2.1.3. Exámenes de Laboratorio

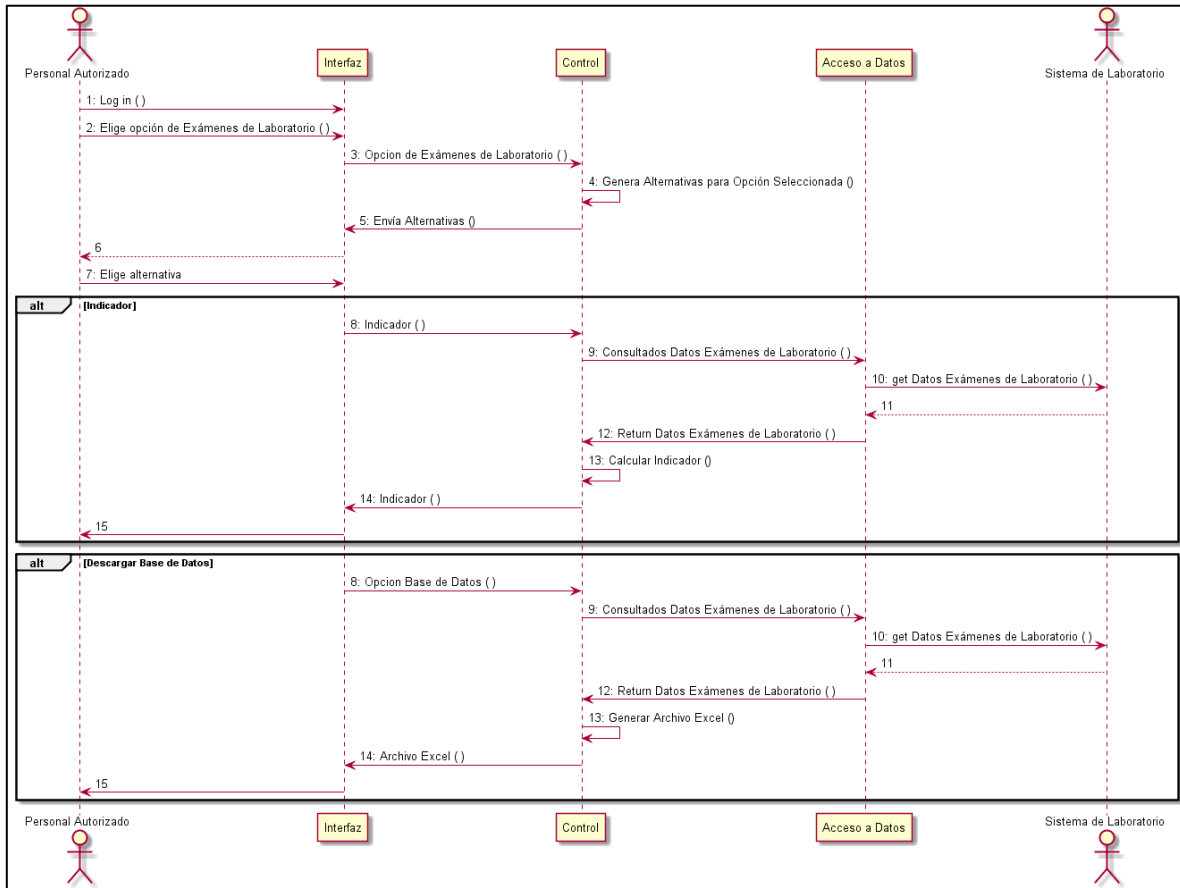


Ilustración 98: Diagrama de Secuencia Exámenes de Laboratorio

6.4.1.2.1.4. Órdenes de Medicamentos

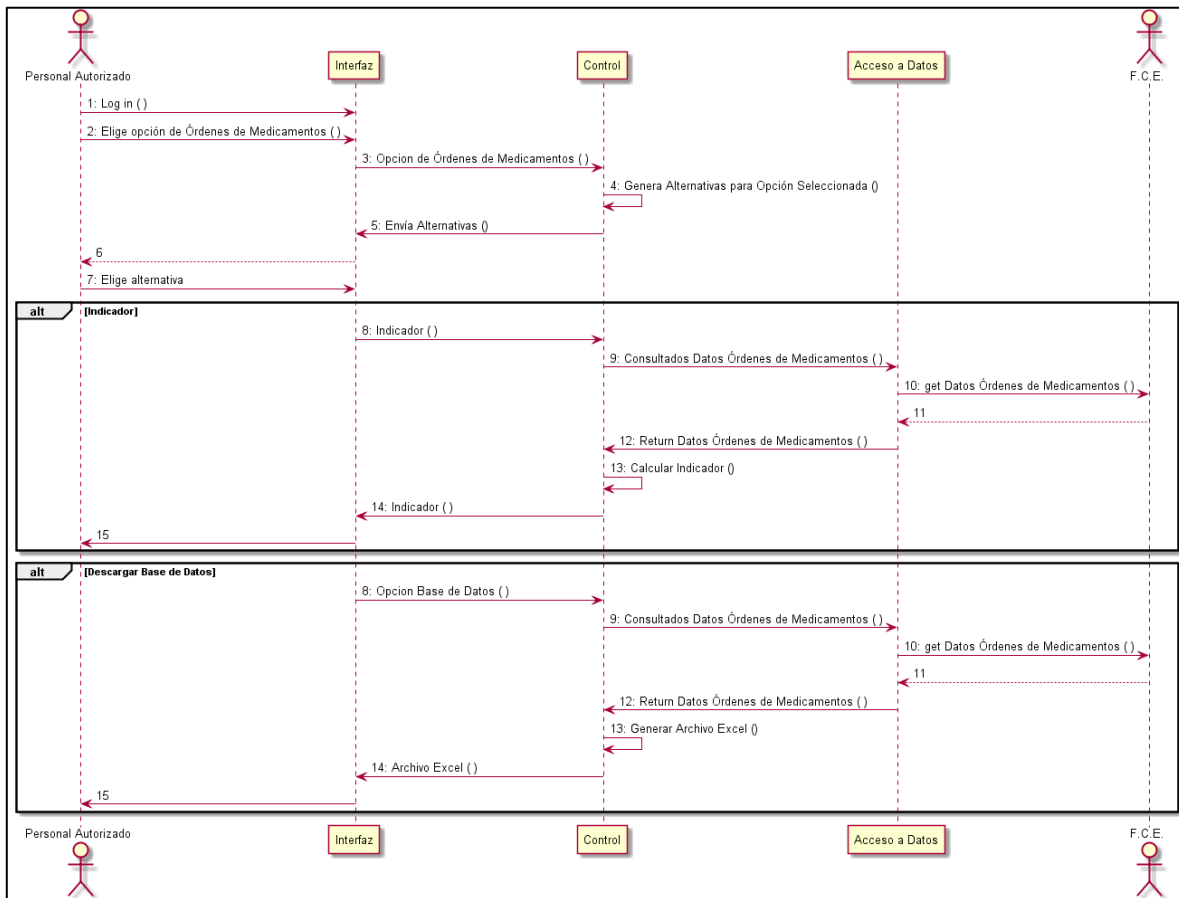


Ilustración 99: Diagrama de Secuencia Órdenes de Medicamentos

6.4.1.2.1.5. Indicador de Triage

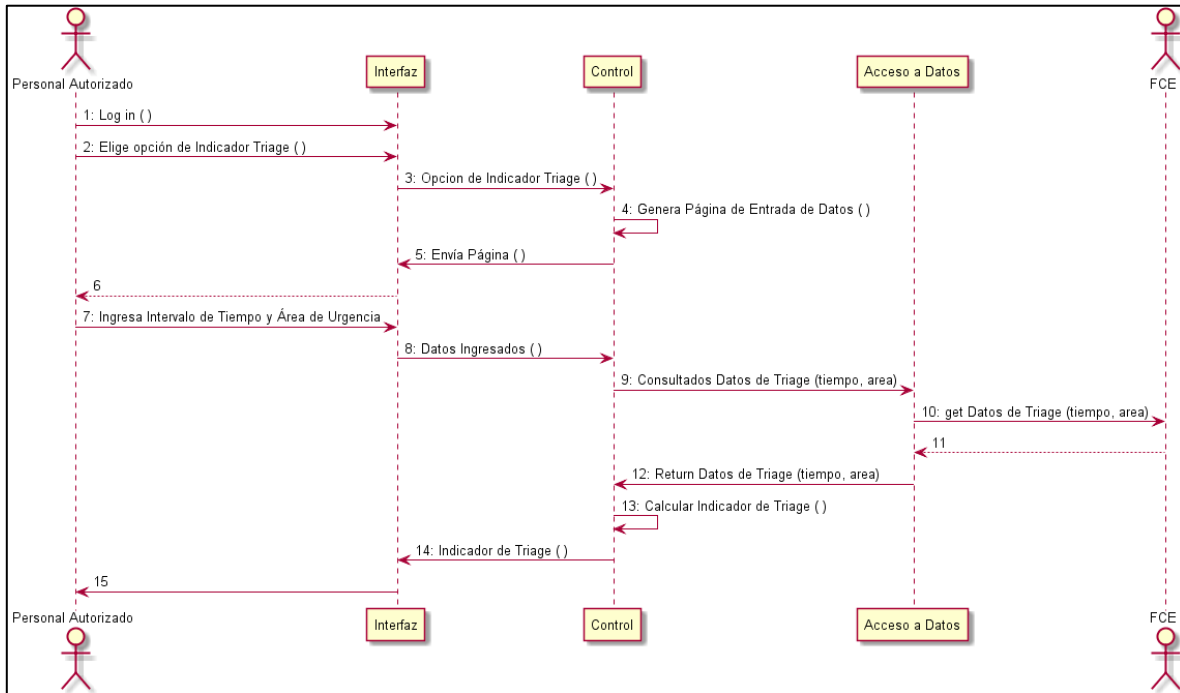


Ilustración 100: Diagrama de Secuencia Indicador de Triage

6.4.1.2.1.6. Volumen de Consultas

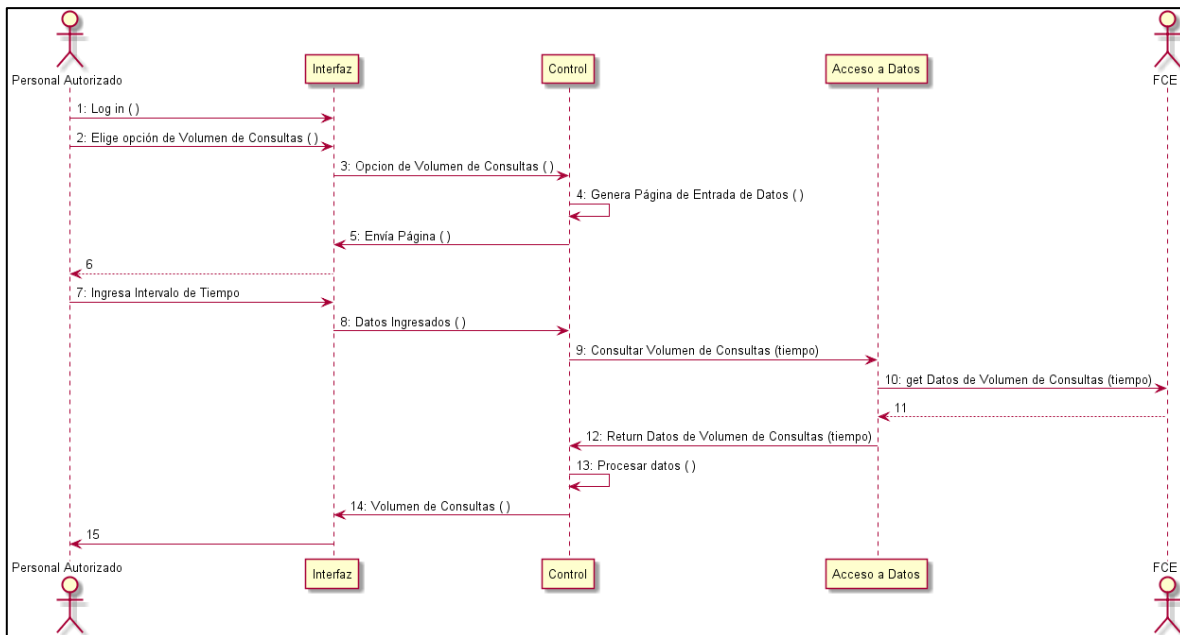


Ilustración 101: Diagrama de Secuencia Volumen de Consultas

6.4.1.2.1.7. *Tiempos de Atención*

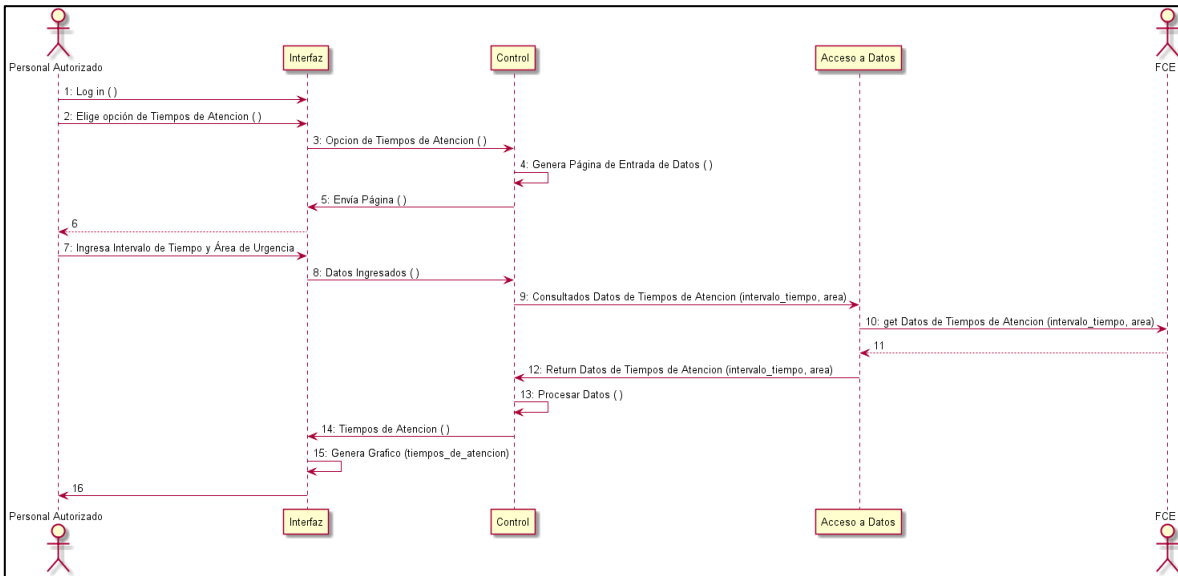


Ilustración 102: Diagrama de Secuencia de Tiempos de Atención

6.4.1.2.1.8. *Distribución de Niveles de Triage*

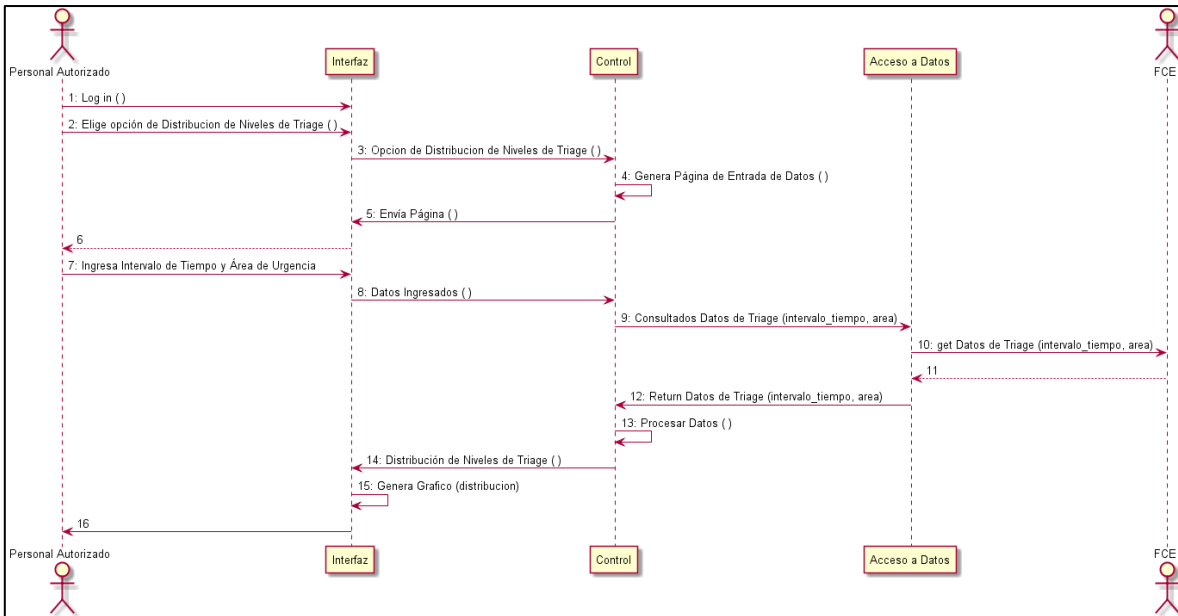


Ilustración 103: Diagrama de Secuencia de Distribución de Niveles de Triage

6.4.2. Diagrama de Clase

Los diagramas de clases, como su nombre lo dice, muestra las clases de un sistema, además de los métodos y atributos de estas clases.

A continuación se muestra el diagrama de clases consolidado para todos los casos de uso de la aplicación de apoyo.



Ilustración 104: Diagrama de Clases Sistema de Apoyo a la Gestión Servicio de Urgencia

6.5. Diagrama de Paquetes

Los diagramas de paquete muestran cómo un sistema está dividido en agrupaciones lógicas mostrando la dependencia entre esas agrupaciones. La ilustración 105 muestra el diagrama de paquetes del sistema de apoyo a la gestión del Servicio de Urgencia.

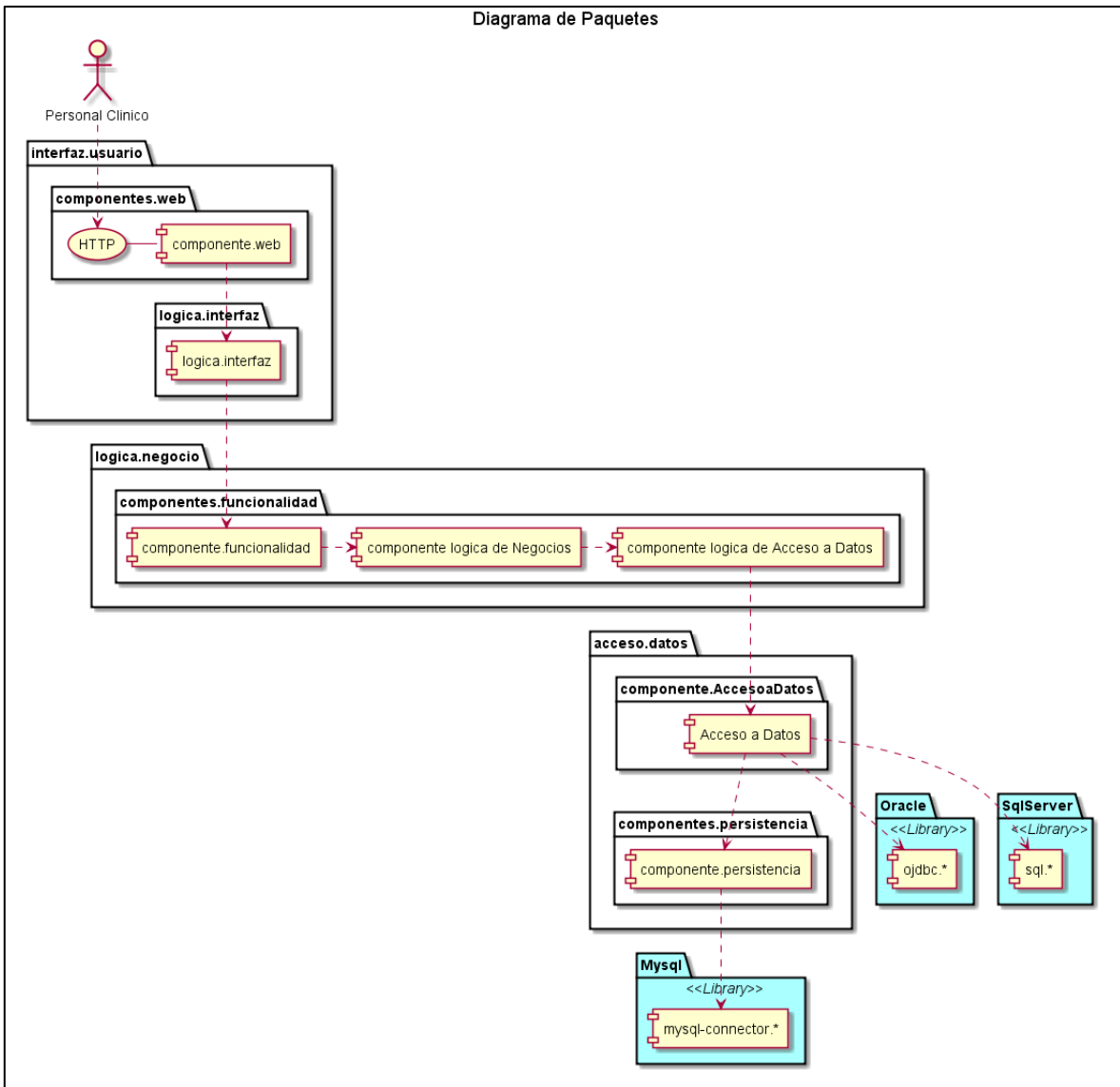


Ilustración 105: Diagrama de Paquetes Sistema de Apoyo a la Gestión

Como se observa en el diagrama anterior, el sistema de apoyo a la gestión se puede dividir en tres grandes paquetes: interfaz, lógica de negocios y acceso a datos.

Dentro del paquete de la interfaz hay una componente web, que es donde los usuarios interactúan con el sistema, a través de un navegador web (o browser), como son Google Chrome o Internet Explorer. Además, cuenta con otro paquete donde se encuentra lo lógico de la interfaz, que corresponden a pequeños fragmentos de código incrustado en las sentencias HTML, que forman las paginas conocidas como *jsp*.

Dentro del paquete de Lógica de Negocios se encuentran todas las clases que ejecutan la lógica de la aplicación, incluidas las que tienen la lógica de acceso a los datos. El tipo de archivos que se utiliza en este paquete es principalmente *servlet*, los que hacen la conexión con los otros dos paquetes.

Por último en el paquete de acceso a datos, hay una componente que realiza la conexión propiamente tal, tanto hacia la base de datos de la Ficha Clínica Electrónica, que es Oracle, como hacia la base de datos del Sistema de Laboratorio, que es Sql Server, y otro componente que realiza la persistencia de los datos hacia un base Mysql.

Capítulo 7: Construcción del Apoyo TI

En este capítulo se presentan los detalles del proceso de construcción de la aplicación de apoyo TI al rediseño de procesos realizado. En primer lugar se entregan antecedentes generales del desarrollo de la aplicación, para luego pasar al detalle de la tecnología utilizada en su construcción. Por último se presentan y describen las principales pantallas de la aplicación.

7.1. Desarrollo de la Aplicación

Para el desarrollo de la aplicación fue necesaria la colaboración de personal del área informática del hospital. Se agradece profundamente la ayuda de Victor Gomez y de Francisco Collao, que aportaron principalmente en la extracción de datos de la Ficha Clínica Electrónica (Ticare) a través de *queries* que fueron solicitadas con el detalle de los campos que se querían rescatar. También agradecer a Nestor Saavedra la ayuda para conectarse y extraer información del sistema de Laboratorio.

En relación al diseño de la aplicación y de las reglas de negocios que esta incorpora, se trabajó de manera colaborativa con la jefatura del servicio, donde se incluye al Jefe de Urgencia, Dr. Eduardo Tobar, a la jefa de enfermería del servicio, Enf. Andrea Retamal, al Jefe de Urgencia Pediátrica, Dr. Miguel Guzman, y a los jefes técnicos, Dr. Ricardo Quezada y Dr. Cesar Cortés. Con este equipo se fue revisando constantemente el desarrollo de la aplicación y se fueron realizando las modificaciones pertinentes para asegurar que la aplicación cumpliera con sus expectativas.

7.2. Programación de la Aplicación

La programación de la aplicación fue llevada a cabo utilizando tecnología Java Enterprise Edition, con Eclipse Indigo como software de desarrollo.

La aplicación se realizó con un modelo de tres capas: modelo, vista y controlador. En la capa de vista se utilizó principalmente archivos *jsp* (JavaServer Pages), con apoyo de archivos CSS para elementos de diseño de la aplicación. Además, se utilizaron librerías de Google que permiten realizar gráficos en las mismas páginas *jsp*. Por su parte, en la capa del controlador se utilizaron principalmente *Servlets* que son clases java con la particularidad que permiten conectarse con las páginas *jsp* a través de la transferencia de datos mediante formularios. Por último, en la capa de modelo, se utilizaron clases java para conectarse a las bases de datos del hospital, usando *jdbc* como forma de conexión.

Para la programación de la lógica de predicción del nivel de congestión, también se utilizaron clases java pero con la ayuda de librerías del software *RapidMiner* que permiten ejecutar los modelos de minería de datos desarrollados.

Como servidor de aplicaciones fue seleccionado Apache Tomcat y como servidor de datos fue usado Mysql (para la persistencia). Se escogieron estos servidores por ser robustos (estables) y principalmente, por ser gratuitos (open source).

7.3. Pantallas de la Aplicación

En esta sección se busca mostrar y explicar brevemente las pantallas de la aplicación desarrollada. Toda la información que aparece en las siguientes imágenes es información real del Servicio de Urgencia.

La aplicación cuenta con dos módulos: un módulo para el monitoreo de actividades y predicción del nivel de congestión, y otro módulo estadístico para el cálculo de indicadores de desempeño del servicio.

7.3.1. Pantalla de Inicio de Sesión

Esta primera pantalla permite únicamente iniciar sesión según un usuario y una contraseña.



The screenshot shows a login interface. At the top, there is a logo for 'RED HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE' with the tagline 'Experiencia que da vida'. Below the logo, the title 'Sistema de Apoyo a la Gestión Servicio de Urgencia' is displayed in a large, bold, blue font. Underneath the title, there are two input fields: 'Usuario' and 'Contraseña'. Below these fields is a button labeled 'Iniciar sesión'.

Ilustración 106: Pantalla de Inicio de Sesión

Este sistema de log in se utiliza principalmente para el módulo estadístico, ya que para el módulo de monitoreo no se requiere de un ingreso, porque la información será mostrada de manera continua en los monitores del servicio. No obstante a lo anterior, también se puede ingresar al módulo de monitoreo a través de un dispositivo con conexión a internet (computador, Tablet, celular) y por esta vía se necesita el *log in*.

7.3.2. Pantalla de Elección de Módulo

Esta pantalla es para elegir uno de los dos módulos de la aplicación. Esta alternativa la tiene solo personal autorizado.



Ilustración 107: Pantalla de Elección de Módulo

Módulo de Monitoreo

En esta sección se muestra todas las pantallas del módulo de monitoreo, que se ejecutan de manera automática 24/7 en los monitores del servicio. La información que se muestra en este módulo es información en tiempo real del servicio.

7.3.3. Pantalla de Elección de Rol

En esta pantalla se muestran los roles del personal de urgencia que cuentan con información para ser monitoreada. Además, se incluye una opción para medir el nivel de congestión del servicio.



Ilustración 108: Pantalla de Elección de Rol

7.3.4. Pantallas del Rol Médico

Al elegir el rol de los médicos, se comienzan a mostrar 3 pantallas distintas, que se van alternando de manera automática cada 1 minuto. La primera pantalla muestra

información de la sala de espera, para que los médicos tengan siempre presente la situación de espera. En la segunda pantalla, se muestra información de los pacientes que están siendo atendidos. Y en la última pantalla, se muestra el estado de los exámenes de Imagenología, que son los más sensibles de monitorear.

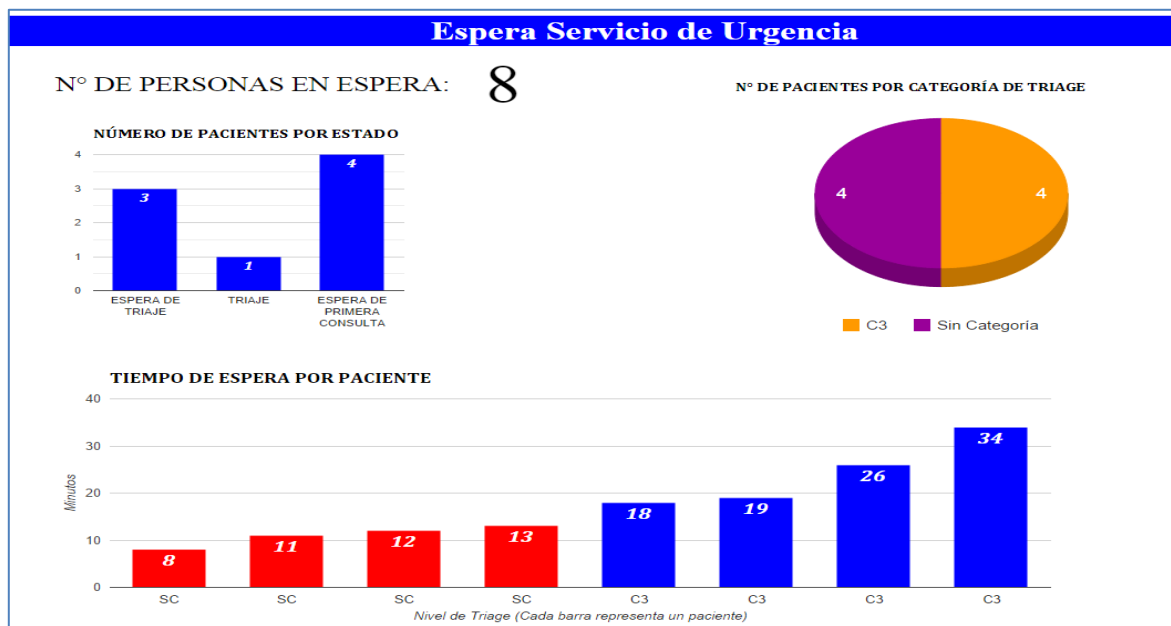


Ilustración 109: Pantalla 1 Rol Médico

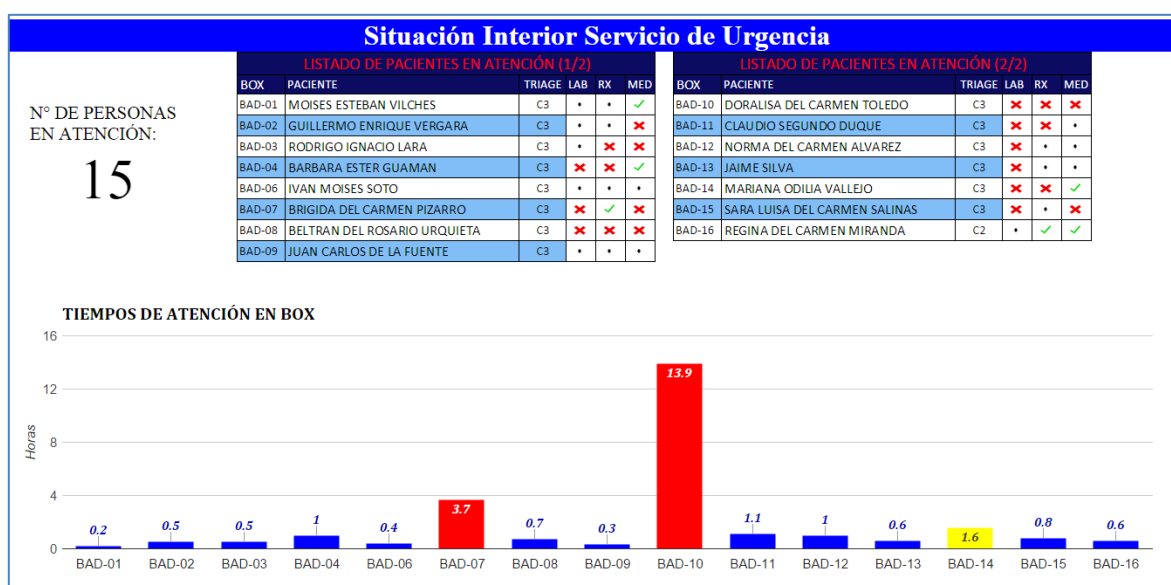


Ilustración 110: Pantalla 2 Rol Médico

Exámenes de Imagenología (1/1)			
BOX	PACIENTE	EXAMEN	ESTADO
BAD-10	DORALISA DEL CARMEN TOLEDO JARA	Rx Torax Frontal y Lateral	SOLICITADO hace 12 horas y 8 min
BAD-03	RODRIGO IGNACIO LARA GONZALEZ	Rx Torax Frontal y Lateral	SOLICITADO hace 20 min
BAD-04	BARBARA ESTER GUAMAN PINARES	Ecografía Abdominal	SOLICITADO hace 51 min
BAD-08	BELTRAN DEL ROSARIO URQUIETA ARAYA	Rx Torax Portatil	SOLICITADO hace 15 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	TOMOGRAFIA COMPUTADA DE CEREBRO SIN CONTRASTE	SOLICITADO hace 32 min
BAD-14	MARIANA ODILIA VALLEJO MOLINA	TOMOGRAFIA COMPUTADA ABDOMEN Y PELVIS	FINALIZADO hace 1 hora y 28 min
BAD-16	REGINA DEL CARMEN MIRANDA AYALA	Rx Femur Izquierdo Frontal-Lateral	FINALIZADO hace 36 min
BAD-16	REGINA DEL CARMEN MIRANDA AYALA	Rx Rotula Axial Izquierda	FINALIZADO hace 36 min
BAD-07	BRIGIDA DEL CARMEN PIZARRO GUTIERREZ	Ecografía Abdominal	VALIDADO hace 1 hora y 31 min
BAD-10	DORALISA DEL CARMEN TOLEDO JARA	Rx Torax Portatil	VALIDADO hace 10 horas y 25 min

Ilustración 111: Pantalla 3 Rol Médico

7.3.5. Pantallas del Rol de Enfermería

En el caso del rol de enfermería, las pantallas que se muestran al elegir esta opción son dos. En la primera pantalla se muestran las solicitudes de medicamentos que están pendientes, es decir, que fueron solicitadas y que aún no se suministran. Y en la segunda pantalla, se muestra el estado de los exámenes de laboratorio, desde que son solicitados, hasta que finalmente son informados por los especialistas del laboratorio.

Estas pantallas son de gran utilidad para el personal de enfermería, ya que les permite conocer en todo momento las actividades que tienen pendientes y los tiempos involucrados. Además, en el caso de los exámenes de laboratorio, también les ayuda a identificar cuando las muestran superan el tiempo establecido para que sean procesadas, en cuyo caso pueden llamar al servicio de laboratorio del hospital para acelerar los resultados.

Órdenes de Medicamentos Pendientes (1/1)			
BOX	PACIENTE	DESCRIPCIÓN MEDICAMENTO	TIEMPO DESDE SOLICITUD
BAD-02	GUILLERMO ENRIQUE VERGARA CANALES	Ketoprofeno 100 mg ev	Solicitado hace 1 hora y 0 min
BAD-03	RODRIGO IGNACIO LARA GONZALEZ	Betametasona 4 mg 1 ml	Solicitado hace 22 min
BAD-03	RODRIGO IGNACIO LARA GONZALEZ	Ketoprofeno 100 mg ev	Solicitado hace 22 min
BAD-08	BELTRAN DEL ROSARIO URQUIETA ARAYA	Acido acetil salicilico 100 mg	Solicitado hace 11 min
BAD-08	BELTRAN DEL ROSARIO URQUIETA ARAYA	Omeprazol 40 mg	Solicitado hace 11 min
BAD-10	DORALISA DEL CARMEN TOLEDO JARA	Furosemida 20 mg 1 ml	Solicitado hace 7 horas y 32 min
BAD-10	DORALISA DEL CARMEN TOLEDO JARA	Lidocaina clorhidrato 2% 5 ml	Solicitado hace 1 hora y 53 min
BAD-10	DORALISA DEL CARMEN TOLEDO JARA	Morfina clorhidrato 10 mg 1 ml	Solicitado hace 7 horas y 20 min
BAD-15	SARA LUISA DEL CARMEN SALINAS CORNEJO	Fisiologico solucion 0.9% 20ml	Solicitado hace 5 min
BAD-15	SARA LUISA DEL CARMEN SALINAS CORNEJO	Ketorolaco 30 mg 1 ml	Solicitado hace 5 min

Ilustración 112: Pantalla 1 del Rol de Enfermería

Exámenes de Laboratorio Pendientes (1/1)				
BOX	PACIENTE	EXAMEN	LAB	ESTADO
BAD-10	DORALISA DEL CARMEN TOLEDO JARA	ORINA COMPLETA	CENTRAL	ADMITIDO hace 1 hora y 43 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	ELECTROLITOS	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	CREATININA	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	TIEMPO DE PROTROMBINA	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	PROTEÍNA C REACTIVA CUANTITATIVA	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	HEMOGRAMA	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	ORINA COMPLETA	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	GASES Y EQUILIBRIO ACIDO BASE	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	PERFIL BIOQUÍMICO	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	TIEMPO PARCIAL DE TROMBOPLASTINA (TTPA)	CENTRAL	CURSADO hace 28 min
BAD-13	JAIIME SILVA GONZALEZ	PROTEÍNA C REACTIVA CUANTITATIVA	CENTRAL	CURSADO hace 18 min
BAD-13	JAIIME SILVA GONZALEZ	LIPASA	CENTRAL	CURSADO hace 18 min
BAD-13	JAIIME SILVA GONZALEZ	HEMOGRAMA	CENTRAL	CURSADO hace 18 min
BAD-13	JAIIME SILVA GONZALEZ	PERFIL HEPÁTICO	CENTRAL	CURSADO hace 18 min
BAD-13	JAIIME SILVA GONZALEZ	TIEMPO DE PROTROMBINA	CENTRAL	CURSADO hace 18 min

Ilustración 113: Pantalla 2 del Rol de Enfermería

7.3.6. Pantallas del Rol de los Volantes

Los volantes son las personas encargadas de trasladar a los pacientes cuando requiere realizarse algún examen en el servicio de Imagenología o cuando son hospitalizados en alguna unidad del hospital.

Para ello se diseñó una pantalla que muestra el estado de todos los exámenes de Imagenología, desde la solicitud hasta que están disponibles los resultados de estos. Esta información les permite conocer en el momento exacto cuando deben trasladar a los pacientes, reduciendo los tiempos muertos producto del desconocimiento.

Exámenes de Imagenología (1/1)			
BOX	PACIENTE	EXAMEN	ESTADO
BAD-10	DORALISA DEL CARMEN TOLEDO JARA	Rx Torax Frontal y Lateral	SOLICITADO hace 12 horas y 10 min
BAD-03	RODRIGO IGNACIO LARA GONZALEZ	Rx Torax Frontal y Lateral	SOLICITADO hace 22 min
BAD-04	BARBARA ESTER GUAMAN PINARES	Ecografía Abdominal	SOLICITADO hace 53 min
BAD-08	BELTRAN DEL ROSARIO URQUIETA ARAYA	Rx Torax Portatil	SOLICITADO hace 17 min
BAD-11	CLAUDIO SEGUNDO DUQUE BENAVIDES	TOMOGRFIA COMPUTADA DE CEREBRO SIN CONTRASTE	SOLICITADO hace 34 min
BAD-14	MARIANA ODIJIA VALLEJO MOLINA	TOMOGRFIA COMPUTADA ABDOMEN Y PELVIS	FINALIZADO hace 1 hora y 30 min
BAD-07	BRIGIDA DEL CARMEN PIZARRO GUTIERREZ	Ecografía Abdominal	VALIDADO hace 1 hora y 33 min
BAD-10	DORALISA DEL CARMEN TOLEDO JARA	Rx Torax Portatil	VALIDADO hace 10 horas y 27 min

Ilustración 114: Pantalla 1 del Rol de los Volantes

7.3.7. Pantallas del Rol de la Enfermera de Triage

La pantalla diseñada para la enfermera encargada del triage muestra información de los pacientes que están en espera de atención y en espera de triage. Esta pantalla es similar

a la pantalla que tiene los médicos de la situación de espera, pero con mayores detalles, como el nombre de los pacientes, la edad, entre otras.

Esta pantalla le ayuda a la enfermera para tener una mejor visión de la sala de espera, ya que la información se muestra en forma gráfica, y también les facilita la decisión de a que pacientes ingresar a los box´s de atención, ya que muestra la información global en una solo pantalla.

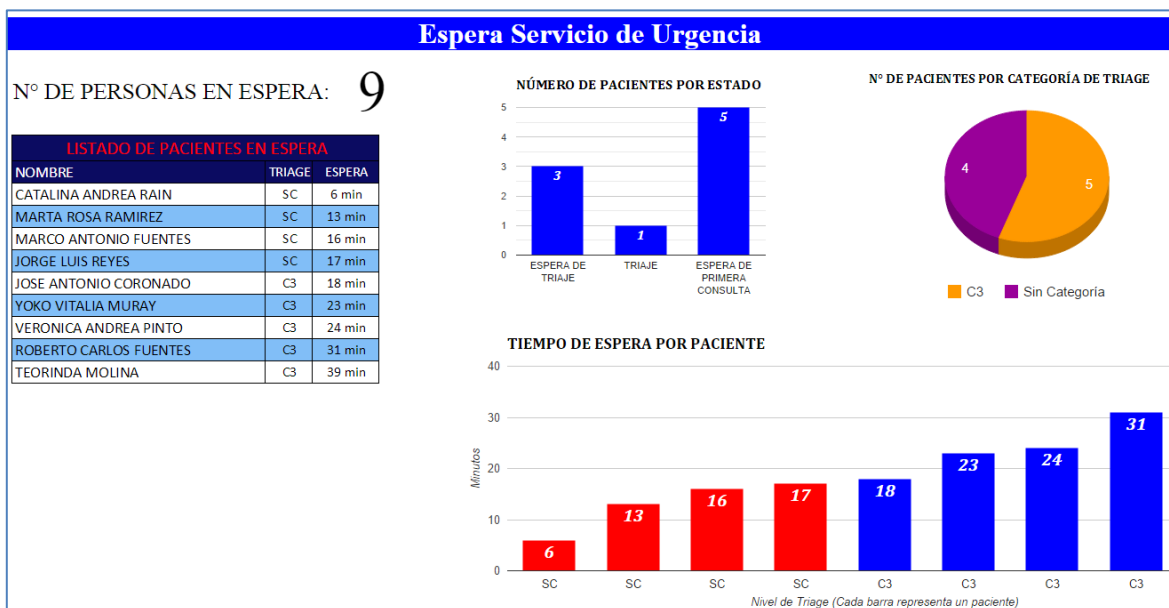


Ilustración 115: Pantalla 1 del Rol de Enfermera de Triage


7.3.8. Pantallas del Modelo Predictivo del Nivel de Congestión

Para ejecutar el modelo predictivo de nivel de congestión, primero se ingresa a una pantalla que muestra la información de las principales variables del servicio en ese momento. El usuario debe validar o modificar estos datos, para ejecutar el modelo, cuyos resultados son mostrados en otra pantalla. Además, en esta segunda pantalla se presentan las acciones propuestas para mejorar la situación de congestión.

Modelo Predictivo de Congestión

Situación Actual del Servicio:

- Tasa de Utilización Box's: %
- Número de pacientes en espera:
- Número de pacientes C1:
- Número de pacientes C2:
- Número de pacientes C3:
- Número de pacientes C4:
- Espera máxima C2: min
- Espera máxima C3: min
- Espera máxima C4: min
- Edad promedio: años
- Número de pacientes FONASA:
- N° de pacientes hospitalizados:



Experiencia que da vida

Ilustración 116: Pantalla 1 del Modelo Predictivo del Nivel de Congestión

Los resultados del modelo muestran que:

El Servicio está: Ocupado

Score de Congestión: 294.0

Nivel de Congestión: 2

MODELO PROPIO

El Servicio está: Saturado

Score de Congestión: 114.0

Nivel de Congestión: 3

NEDOCS

Niveles del Modelo Propio:

1: Normal
Menor a 100

2: Ocupado
100-299

3: Saturado
300-499

4: Preocupante
500-899

5: Peligroso
900 o más

Propuestas de acciones a tomar:

PROTOCOLO DE FULL CAPACIDAD			
Nivel de Congestión	Medidas a nivel local	Información al usuario	Medidas a nivel hospital
Nivel 1: Normal			
Nivel 2: Ocupado	<ul style="list-style-type: none"> Hacer triaje doble Trasladar pacientes de box a sillas si es posible 		<ul style="list-style-type: none"> Avisar a gestora de camas si hay pacientes hospitalizados

Ilustración 117: Pantalla 2 del Modelo Predictivo del Nivel de Congestión

Módulo Estadístico

En esta sección se muestra todas las pantallas del módulo estadístico del Servicio de Urgencia. Este módulo cuenta con 8 alternativas que permiten calcular indicadores y/o descargar datos relevantes del desempeño del servicio. Solo el personal autorizado puede ingresar a este módulo, ya que permite adquirir información sensible del servicio y principalmente, de los pacientes del servicio.

7.3.8. Pantalla de Elección de Alternativa del Módulo Estadístico

En esta pantalla se muestran solamente las diferentes alternativas del módulo estadístico.



Ilustración 118: Pantalla de Elección de Alternativa Módulo Estadístico

7.3.9. Pantalla de Indicador de Triage

Al elegir la alternativa de Indicador de Triage, se presenta una pantalla donde el usuario debe ingresar un intervalo de tiempo y el área de urgencia para el cual quiere calcular el indicador de triage. Al apretar el botón *calcular*, se incorpora en la parte inferior de la página el valor del indicador y de otros datos relevantes.

Indicador Triage

Adulto Pediatría

Fecha de Inicio: 01/01/2014

Fecha de Término: 31/01/2014

Calcular Volver

Indicador Triage: 85.08%


Total Registros:	2861
Área:	Urgencia Adultos
Fecha Inicial:	01/01/2014
Fecha de Término:	31/01/2014

Ilustración 119: Pantalla de Indicador de Triage

7.3.10. Pantalla de Tasa de LWBS

Los pacientes LWBS, son aquellos pacientes que se retiran sin recibir atención. Esta pantalla permite calcular para un intervalo de tiempo dado, la tasa de estos pacientes en relación al total de pacientes que llegan al servicio, o poder descargar un archivo Excel con los principales datos de estos pacientes. Los resultados de la tasa de LWBS se despliegan en la misma página.

LWBS



Adulto Pediatría
 Datos de pacientes Tasa y total de pacientes

Fecha de Inicio (dd/mm/aaaa) Fecha de Término (dd/mm/aaaa)

Tasa: 9.73%

Total Registros: 2898.0
 Total de LWBS: 282.0
 Área: Urgencia Adultos
 Fecha Inicial: 01/01/2014
 Fecha de Término: 31/01/2014

Ilustración 120: Pantalla de LWBS

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Nombre	Rut	Genero	Edad	Prevision	Fecha Ingreso	Nivel de Triage	Comentario Triage
2	APOLONIA DE LAS	8958546-5	FEMENINO	53	ISAPRES	21/01/2014 20:24	III	Hace 3 dias golpe en region costal derecha, con tope inspiratorio
3	CAMILA FRANCISCA	18934322	FEMENINO	19	ISAPRES	12/01/2014 14:00	III	Ayer sufre contusion enortejo mayor de pie izquierdo.
4	NATALIA ANDREA I	18116473	FEMENINO	22	ISAPRES	21/01/2014 00:14	III	Desde hoy con dolor abdominal, vomitos, nauseas, cefalea
5	LUCIA GIULIANA CA	12877950	FEMENINO	38	ISAPRES	20/01/2014 13:10	III	Desde anoche con otalgia e hipoacusia; refiere que le entro agua en los oidos.
6	LORENA EUGENIA	9987922-K	FEMENINO	49	ISAPRES	05/01/2014 20:13	III	ayer cae gota de acetona en ojo derecho, evoluciona con dolor, sin perdida de vision
7	XIMENA LORETO B	13666746	FEMENINO	34	ISAPRES	02/01/2014 18:26	III	sin atencion
8	CAMILA ANDREA A	19038149	FEMENINO	18	ISAPRES	02/01/2014 10:27	III	Hace 2 dias presneta cefalea asociado a mareos e insomnio intermitente. Hoy presneta desvanecimiento con perdida de
9	BELEN ALEJANDRA	17543626	FEMENINO	23	ISAPRES	07/01/2014 12:10	III	Cefalea hace 2 dias, vomitos
10	DANIELA ALEJANDR	17168646	FEMENINO	24	ISAPRES	01/01/2014 23:40	III	HACE 1 SEMANA CON CUADRO DE ODINOFAGIA, MIALGIAS, Y DOLOR OIDO DERECHO, DESDE VIERNES PASA
11	ALICIA CAROLINA I	16157437	FEMENINO	27	ISAPRES	19/01/2014 22:28	III	
12	DORIS GRACIELA G	8313447-K	FEMENINO	59	ISAPRES	26/01/2014 13:44	III	
13	EVELYN ROCIO VE	18626820	FEMENINO	20	ISAPRES	16/01/2014 01:36	III	
14	CARMEN ROSA AR	8113023-K	FEMENINO	56	ISAPRES	08/01/2014 20:07	III	
15	CRISTINA ESTER V	13676001	FEMENINO	34	FONASA	14/01/2014 23:22	III	cuadro de 2 horas de evolucion caracterizado por parestesia braquiocrural izquierda, cefalea eva 8-10
16	NAVAYDE MUÑOZ I	19529160	FEMENINO	16	FONASA	18/01/2014 16:49	III	Hace 48 hrs presenta dolor en epigastrio asociado a disnea y fiebre no cunatificada
17	ALVA CAROLA GAL	23570061	FEMENINO	53	FONASA	20/01/2014 12:09	III	Desde hace +/- 5 dias con cefalea asociada a diplopia, derivada desde extrasistema para evaluacion por Ncx.
18	MARIA FERNANDA	14340885	FEMENINO	36	FONASA	07/01/2014 13:39	III	Lesiones cutaneas hace 5 dias
19	ORFILA DEL CARM	3421552-9	FEMENINO	83	FONASA	08/01/2014 20:19	III	Sufre caída de nivel golpeandose cara
20	ROSA ESTER GATTI	11089211	FEMENINO	27	FONASA	10/01/2014 23:59	III	paciente desde el dia lunes con lagrimal infectado dolor eva 9-10con cloranfenicol 2 gotas por dia desde el dia lunes, con
21	MARIA EMPERATRI	6437519-9	FEMENINO	65	FONASA	06/01/2014 12:01	III	Hace 1 semana parox presenta dolor de rodilla
22	ALEJANDRA VIDAL	10565178	FEMENINO	49	FONASA	07/01/2014 22:04	III	Hace 3 dias presneta dolor abdominal con irradiacion a dorso

Ilustración 121: Archivo Excel con datos de pacientes LWBS

7.3.11. Pantalla de Exámenes de Laboratorio

En esta pantalla hay dos opciones. Una es calcular el indicador asociado a los exámenes de laboratorio y otra, es descargar un archivo Excel con los datos principales de estos exámenes. Esta última alternativa permite realizar análisis más profundos de los exámenes de laboratorio.

Exámenes de Laboratorio



- Calcular Indicador
- Descargar Base de Datos

Fecha de Inicio
(dd/mm/aaaa)

01/01/2014

Fecha de Término
(dd/mm/aaaa)

01/01/2014

* No filtrar más de un mes

Calcular Volver

Indicador: 43.49%

Total Registros: 269

Indicador Exámenes Rápidos: 100.0%

Total Registros: 5

Área: Servicio de Urgencia Adultos

Fecha Inicial: 01/01/2014

Fecha de Término: 01/01/2014

Ilustración 122: Pantalla de Exámenes de Laboratorio


A29 JORGE MANUEL LIZANA LOBOS												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Nombre	Rut	Fecha Ingreso	Examen	OT	Fecha Solicitud	Fecha TM	Fecha Arribo	Fecha Ap Laboratorio			Destino
2	LORENA PELLY MARIÑOS ORTIZ	24107360-01/01/2014 00:18	01/01/2014 00:18	GRUPOS	2705396	01-01-2014 00:32:00	01/01/2014 00:34	01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	01/01/2014	BANCO DE SANGRE	TRASLADO A OTRO CENTRO
3	LORENA PELLY MARIÑOS ORTIZ	24107360-01/01/2014 00:18	01/01/2014 00:18	HEMOGR	2705397	01-01-2014 00:31:00	01/01/2014 00:34	01/01/2014 00:52	01/01/2014 00:52	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	TRASLADO A OTRO CENTRO
4	LORENA PELLY MARIÑOS ORTIZ	24107360-01/01/2014 00:18	01/01/2014 00:18	ORINA CC	2705397	01-01-2014 00:31:00	01/01/2014 00:34	01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	TRASLADO A OTRO CENTRO
5	LORENA PELLY MARIÑOS ORTIZ	24107360-01/01/2014 00:18	01/01/2014 00:18	PROTEIN	2705397	01-01-2014 00:31:00	01/01/2014 00:34	01/01/2014 00:52	01/01/2014 00:52	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	TRASLADO A OTRO CENTRO
6	LORENA PELLY MARIÑOS ORTIZ	24107360-01/01/2014 00:18	01/01/2014 00:18	TIEMPO D	2705397	01-01-2014 00:31:00	01/01/2014 00:34	01/01/2014 00:52	01/01/2014 00:52	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	TRASLADO A OTRO CENTRO
7	LORENA PELLY MARIÑOS ORTIZ	24107360-01/01/2014 00:18	01/01/2014 00:18	TIEMPO P	2705397	01-01-2014 00:31:00	01/01/2014 00:34	01/01/2014 00:52	01/01/2014 00:52	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	TRASLADO A OTRO CENTRO
8	LORENA PELLY MARIÑOS ORTIZ	24107360-01/01/2014 00:18	01/01/2014 00:18	UROCULT	2705397	01-01-2014 00:31:00	01/01/2014 00:34	01/01/2014 00:55	02/01/2014	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	TRASLADO A OTRO CENTRO
9	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ	113563635-01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	ACIDO LA	2705401	01-01-2014 01:10:00	01/01/2014 01:19	01/01/2014 01:39	01/01/2014 01:39	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	DOMICILIO
10	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ	113563635-01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	CREATINI	2705401	01-01-2014 01:10:00	01/01/2014 01:19	01/01/2014 01:39	01/01/2014 01:39	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	DOMICILIO
11	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ	113563635-01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	ELECTRO	2705401	01-01-2014 01:10:00	01/01/2014 01:19	01/01/2014 01:39	01/01/2014 01:39	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	DOMICILIO
12	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ	113563635-01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	HEMOGR	2705401	01-01-2014 01:10:00	01/01/2014 01:19	01/01/2014 01:39	01/01/2014 01:39	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	DOMICILIO
13	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ	113563635-01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	ORINA CC	2705401	01-01-2014 01:10:00	01/01/2014 01:19	01/01/2014 01:36	01/01/2014 01:36	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	DOMICILIO
14	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ	113563635-01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	PERFIL BI	2705401	01-01-2014 01:10:00	01/01/2014 01:19	01/01/2014 01:39	01/01/2014 01:39	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	DOMICILIO
15	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ	113563635-01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	PROTEIN	2705401	01-01-2014 01:10:00	01/01/2014 01:19	01/01/2014 01:39	01/01/2014 01:39	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	DOMICILIO
16	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ	113563635-01/01/2014 00:55	01/01/2014 00:55	UROCULT	2705401	01-01-2014 01:10:00	01/01/2014 01:19	01/01/2014 01:36	03/01/2014	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	DOMICILIO
17	BERTA FELICINDA CORNEJO CAE	10660901-01/01/2014 01:17	01/01/2014 01:17	ACIDO LA	2705402	01-01-2014 01:36:00	01/01/2014 01:40	01/01/2014 01:53	01/01/2014 01:53	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN
18	BERTA FELICINDA CORNEJO CAE	10660901-01/01/2014 01:17	01/01/2014 01:17	CREATINI	2705402	01-01-2014 01:36:00	01/01/2014 01:40	01/01/2014 01:53	01/01/2014 01:53	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN
19	BERTA FELICINDA CORNEJO CAE	10660901-01/01/2014 01:17	01/01/2014 01:17	HEMOGR	2705402	01-01-2014 01:36:00	01/01/2014 01:40	01/01/2014 01:53	01/01/2014 01:53	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN
20	BERTA FELICINDA CORNEJO CAE	10660901-01/01/2014 01:17	01/01/2014 01:17	ORINA CC	2705402	01-01-2014 01:36:00	01/01/2014 01:40	01/01/2014 03:18	01/01/2014 03:18	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN
21	BERTA FELICINDA CORNEJO CAE	10660901-01/01/2014 01:17	01/01/2014 01:17	PERFIL BI	2705402	01-01-2014 01:36:00	01/01/2014 01:40	01/01/2014 01:53	01/01/2014 01:53	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN
22	BERTA FELICINDA CORNEJO CAE	10660901-01/01/2014 01:17	01/01/2014 01:17	PROTEIN	2705402	01-01-2014 01:36:00	01/01/2014 01:40	01/01/2014 01:53	01/01/2014 01:53	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN
23	BERTA FELICINDA CORNEJO CAE	10660901-01/01/2014 01:17	01/01/2014 01:17	UROCULT	2705402	01-01-2014 01:36:00	01/01/2014 01:40	01/01/2014 03:18	03/01/2014	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN
24	JORGE MANUEL LIZANA LOBOS	5164146-9 01/01/2014 03:01	01/01/2014 03:01	CREATINI	2705413	01-01-2014 03:13:00	01/01/2014 03:18	01/01/2014 03:18	01/01/2014 03:18	01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN
25	JORGE MANUEL LIZANA LOBOS	5164146-9 01/01/2014 03:01	01/01/2014 03:01	CUERPOS	2705413	01-01-2014 03:13:00	01/01/2014 03:18			01/01/2014	LABORATORIO CENTRAL	HOSPITALIZACIÓN

Ilustración 123: Archivo Excel con datos de Exámenes de Laboratorio

7.3.12. Pantalla de Tasa de Hospitalización

Esta pantalla permite calcular la tasa de hospitalización para un área de urgencia y para un intervalo de tiempo seleccionado. El resultado se muestra en la parte inferior de la página.

Tasa de Pacientes Hospitalizados



Adulto Pediatría

Fecha de Inicio
(dd/mm/aaaa)

Fecha de Término
(dd/mm/aaaa)

Tasa de Hospitalización: 16.8%


Número de Hospitalizados:	1929
Total de Pacientes:	11465
Tasa de Traslados:	3.4%
Número de Traslados:	394
Área:	Urgencia Adultos
Fecha Inicial:	01/01/2014
Fecha de Término:	02/05/2014

Ilustración 124: Pantalla de Tasa de Hospitalización

7.3.13. Pantalla de Administración de Medicamentos

Esta pantalla tiene dos alternativas; una; calcular el indicador asociado a los medicamentos, y dos; descargar un archivo Excel con los datos principales de las órdenes de medicamento.

Administración de Medicamentos



Calcular Indicador
 Descargar Base de Datos

Fecha de Inicio
(dd/mm/aaaa)

Fecha de Término
(dd/mm/aaaa)

* No filtrar más de un mes

Indicador: 52.63%

Total de datos:	172
% de registros:	11.05%
Área:	Servicio de Urgencia Adultos
Fecha Inicial:	01/01/2014
Fecha de Término:	01/01/2014

Ilustración 125: Pantalla de Administración de Medicamentos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Nombre	Rut	Fecha Ingreso	Medicamento	Fecha Solicitud	Fecha Registrado?	Indicador						
2	LORENA PELY MARIÑOS ORTIZ	24107360-2	01/01/2014 00:18	Dipirona 1 gr 2 ml	01-01-2014 00:49:00	0							
3	LORENA PELY MARIÑOS ORTIZ	24107360-2	01/01/2014 00:18	Fentanilo 0.1 mg 2 ml	01-01-2014 00:49:00	0							
4	KARIN DE LOS ANGELES ORTIZ TAPIA	13563635-5	01/01/2014 00:55	Ketoprofeno 100 mg ev	01-01-2014 01:13:00	0							
5	BERTA FELICINDA CORNEJO CABELL	10660901-2	01/01/2014 01:17	Ketoprofeno 100 mg ev	01-01-2014 01:40:00	0							
6	NANCY CARLOTA OROSCO MEJIA	21224603-4	01/01/2014 01:30	Dexametasona 4 mg 1 ml	01-01-2014 01:49:00	0							
7	NANCY CARLOTA OROSCO MEJIA	21224603-4	01/01/2014 01:30	Ketoprofeno 100 mg ev	01-01-2014 01:49:00	0							
8	NANCY CARLOTA OROSCO MEJIA	21224603-4	01/01/2014 01:30	Dipirona 1 gr 2 ml	01-01-2014 02:39:00	0							
9	NANCY CARLOTA OROSCO MEJIA	21224603-4	01/01/2014 01:30	Tramadol clorhidrato 100 mg 2 ml	01-01-2014 02:39:00	0							
10	GUILLERMO MONGOYA URIBE	3228372-1	01/01/2014 02:25	Fentanilo 0.1 mg 2 ml	01-01-2014 02:45:00	0							
11	BERTA FELICINDA CORNEJO CABELL	10660901-2	01/01/2014 01:17	Ceftriaxona 1 gr	01-01-2014 03:33:00	0							
12	JAVIER IGNACIO MORALES VELASQU	16148715-5	01/01/2014 03:38	Cefazolina 1 gr	01-01-2014 03:58:00	0							
13	YASISKA LARESKA TRONCOSO CHAV	13888970-K	01/01/2014 03:43	Betametasona 4 mg 1 ml	01-01-2014 04:10:00	0							
14	YASISKA LARESKA TRONCOSO CHAV	13888970-K	01/01/2014 03:43	Ketoprofeno 100 mg ev	01-01-2014 04:10:00	0							
15	YASISKA LARESKA TRONCOSO CHAV	13888970-K	01/01/2014 03:43	Metoclopramida 10 mg 2 ml	01-01-2014 04:10:00	0							
16	YASISKA LARESKA TRONCOSO CHAV	13888970-K	01/01/2014 03:43	Lorazepam 2 mg	01-01-2014 04:12:00	0							
17	BERTA FELICINDA CORNEJO CABELL	10660901-2	01/01/2014 01:17	Dipirona 1 gr 2 ml	01-01-2014 04:49:00	0							
18	PEDRO HUGO LOPEZ CORNEJO	9769099-5	01/01/2014 04:15	Ketoprofeno 100 mg ev	01-01-2014 04:49:00	0							
19	JORGE MANUEL LIZANA LOBOS	5164146-9	01/01/2014 03:01	Ceftriaxona 1 gr	01-01-2014 05:20:00	0							
20	JORGE MANUEL LIZANA LOBOS	5164146-9	01/01/2014 03:01	Clindamicina 600 mg 4 ml	01-01-2014 05:20:00	0							
21	VALESKA NICOLE ARREDONDO VALLE	16376165-3	01/01/2014 05:15	Dipirona 1 gr 2 ml	01-01-2014 05:43:00	0							

Ilustración 126: Archivo Excel con datos de Medicamentos

7.3.14. Pantalla de Distribución de Niveles de Triage

En esta pantalla se puede generar un gráfico con la distribución de los niveles de triage de los pacientes atendidos en el servicio en un intervalo de tiempo seleccionado y para un área de la urgencia.

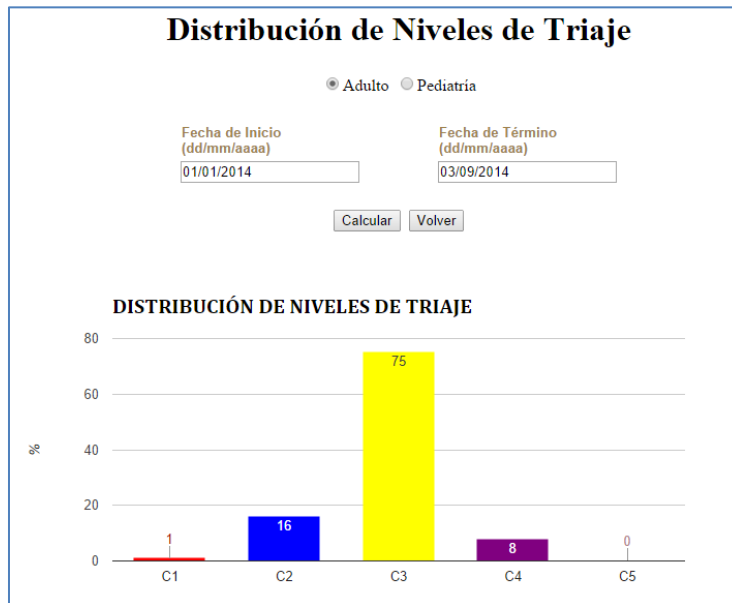


Ilustración 127: Pantalla de Distribución de Niveles de Triage

7.3.15. Pantalla de Tiempos de Atención

En esta pantalla se puede estimar los tiempos de atención promedio por categoría de triage para un intervalo de tiempo y para un área de urgencia seleccionada. La información es desplegada mediante gráficos de barra.

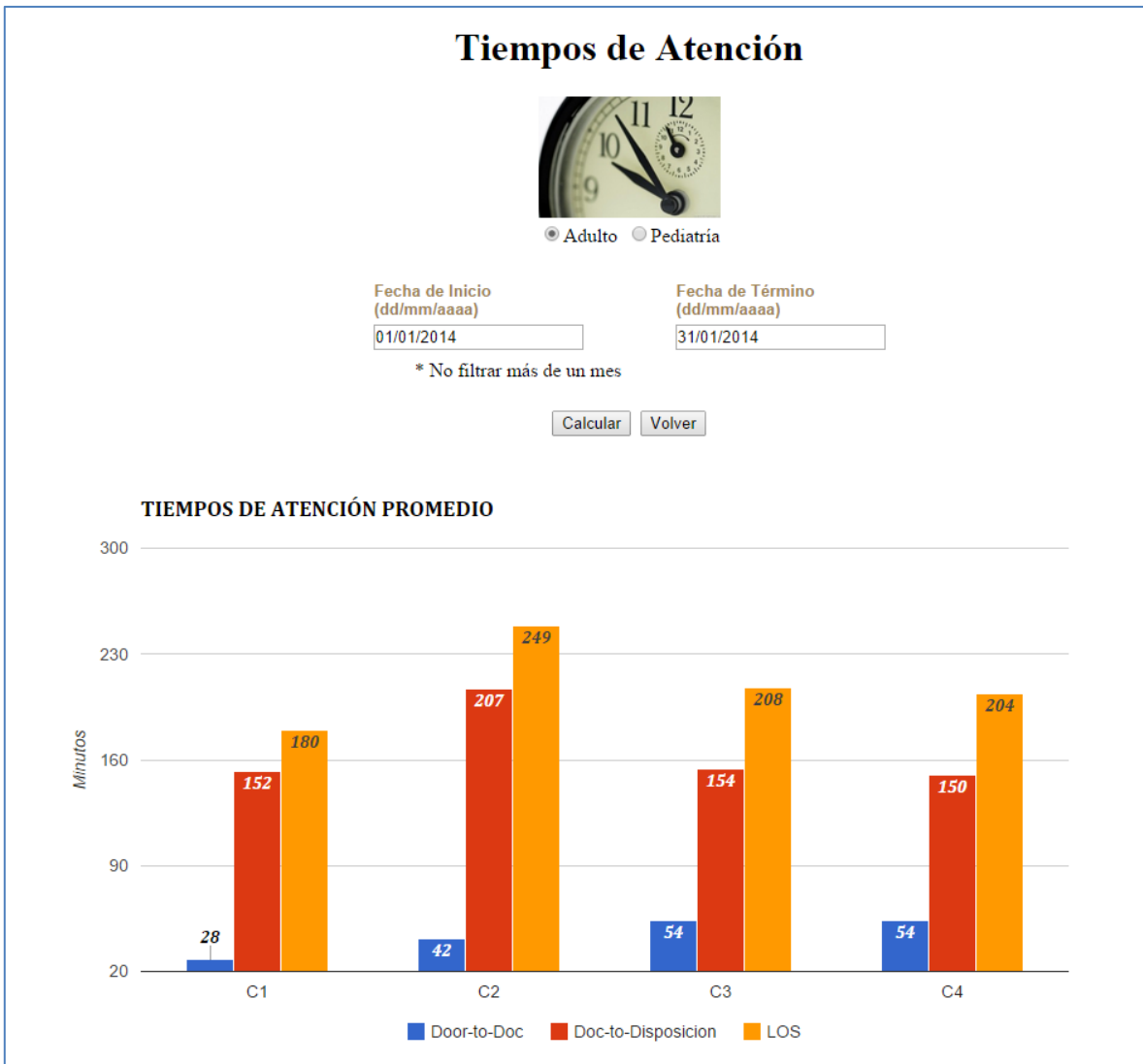



Ilustración 128: Pantalla de Tiempos de Atención

7.3.16. Pantalla de Número de Consultas

En esta pantalla se puede conocer el número de consultas según área de urgencia, para un intervalo de tiempo seleccionado.

Número de Consultas



Fecha de Inicio (dd/mm/aaaa) Fecha de Término (dd/mm/aaaa)

Consultas Adultos: 2892
Consultas Pediatría: 818
Consultas Totales: 3710

Fecha Inicial: 01/01/2014
Fecha de Término: 31/01/2014

Ilustración 129: Pantalla de Número de Consultas

Capítulo 8: Gestión del Cambio

La gestión del cambio es una disciplina, relativamente nueva y para muchas organizaciones aún desconocida, que se enfoca en los diversos aspectos ligados a los procesos de cambio que experimentan las organizaciones. Su propósito principal es hacer que los procesos de cambios sean exitosos, sin producir los altos costos que muchas veces se generan porque el proceso no es bien llevado.

En este capítulo se presentan todas las dimensiones del proceso de cambio que involucra la realización de este trabajo de tesis, partiendo por un diagnóstico del contexto de la organización, seguido del diseño del proceso de cambio, y terminando por el desarrollo de los distintos ámbitos del cambio, basado en la utilización de un modelo que permite liderar y gestionar este tipo de procesos.

8.1. Contexto Organizacional

El Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH) es un centro asistencial de alta complejidad y auto-gestionado, con un carácter mixto público-privado, ya que brinda atenciones dentro del sub-sector privado del sistema de salud chileno, pero realiza una labor académica de formación de especialistas médicos y de carreras ligadas a la salud, siendo el principal centro formador en el país. Además, es parte de la Universidad de Chile, principal universidad pública de la nación, que cuenta como una de sus características principales, la labor social y de compromiso con la comunidad.

La principal ventaja competitiva del HCUCH radica en la alta calidad de su equipo médico y docente, que evidencia un compromiso profundo con sus labores y con la organización, lo que se refleja directamente en la calidad de las atenciones médicas a los pacientes y en la formación de excelencia de sus estudiantes.

Una de las principales debilidades del hospital en los últimos años, es la poca capacidad de inversión producto de una situación financiera muy delicada, que se centra en una deuda histórica, que ha generado una crisis profunda en el último año, llegando a estudiar la alternativa de vender el hospital a organizaciones privadas para resolver la problemática.

Esta condición, sumada al aumento en los servicios demandados por los pacientes, afecta en la eficiencia del hospital, lo que se termina traspasando a los pacientes. Otra problemática que se genera a partir de esta condición, es que es cada vez más difícil retener al personal clínico que se ve tentado por las muy superiores ofertas del sector privado.

Todos estos aspectos del contexto de la organización, se presentan claramente en el Servicio de Urgencia.

8.2. Contexto del Cambio en el Servicio de Urgencia

El Servicio de Urgencia del Hospital Clínico de la Universidad de Chile ha sido gestionado históricamente de manera poco integrada con la labor global del hospital. Las jefaturas han tenido un rol muy pasivo en su quehacer y no han evidenciado las grandes carencias que el servicio presenta. Esto ha generado que dentro del hospital, el servicio de urgencia no ha recibido la importancia que realmente debería tener. Además, la falta de liderazgo dentro del servicio, ha permitido que se generen muchas prácticas que no son las más adecuadas y que los procesos estén muy poco estructurados.

Todos estos problemas los ha experimentado la nueva jefatura que asumió en julio del 2012, sin embargo, este grupo de profesionales vienen con la intención de realizar un cambio cultural profundo que permita mejorar la calidad de la atención y del funcionamiento del servicio.

El presente proyecto de tesis comenzó en abril del año 2013, en medio del proceso de cambio que impulsaba la jefatura y siendo una de las muchas aristas que permitirían alcanzar el objetivo global propuesto.

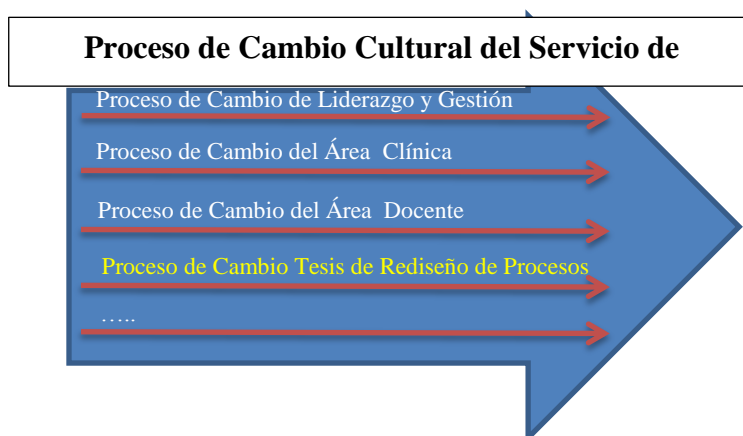


Ilustración 130: Factores del Cambio Cultural del Servicio de Urgencia

8.3. Modelo para la Gestión del Cambio

Para describir el proceso de cambio que significó la realización de esta tesis se utiliza un modelo que permite liderar y guiar este tipo de procesos. Este modelo fue desarrollado por (Eduardo Olgún, 2004) descrito en el documento de “Notas de Liderazgo y Gestión del Cambio” (8).

El modelo considera distintos dominios de acción que tiene que ir fluyendo sintonizadamente durante todo el proyecto de cambio. No son etapas, sino que espacios de preocupación y de acción durante el proceso. Cada uno de ellos es relevante en sí mismo y debería considerarse como parte del diseño del proceso de cambio.

A continuación se presentan los dominios de acción desarrollados para el proyecto de tesis.

8.3.1. Liderazgo del Proyecto de Cambio

El líder del proyecto es el desarrollador de la tesis, Sr. Nicolás Garrido, quien fue el encargado de realizar el rediseño de algunos procesos críticos del servicio. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, este proyecto está inmerso dentro de otro proyecto mucho más grande, que es el cambio cultural del servicio, cuyos líderes son el Jefe del Servicio de Urgencia, la enfermera jefa y los médicos jefes técnicos. Es con estas personas que se creó una coalición conductora del proyecto y del proceso de cambio. El siguiente cuadro muestra los nombres y los cargos de los miembros de la coalición.

Nombre	Cargo
Eduardo Tobar	Jefe del Servicio de Urgencia
Andrea Retamal	Enfermera Jefa del Servicio
Miguel Guzmán	Médico Jefe del Servicio de Urgencia Pediátrico
Ricardo Quezada	Médico Jefe Técnico de Servicio
Nicolás Garrido	Tesista Líder del Proyecto de Rediseño de Procesos

Tabla 17: Coalición Conductora del Proyecto

Todos los miembros de la coalición conductora del proyecto cuentan con el poder necesario para realizar los cambios profundos que se esperan realizar en el servicio, con un grado de influencia bastante importante dentro de la organización. Se aprovechó al máximo esta excelente condición para realizar las diferentes actividades durante la realización de la tesis.

En términos simples, el proyecto contaba con un sponsor muy potente que permitió alcanzar muy buenos resultados.

8.3.2. Estrategia y Sentido del Proceso de Cambio

Este dominio tiene que ver con establecer con claridad la dirección, el sentido y la forma en que se llevará adelante el proceso de cambio.

En este sentido, los jefes del Servicio realizaron una labor muy potente de ir concientizando a la gente de la necesidad de ordenar el funcionamiento del servicio y de ir mejorando la calidad de la atención brindada. Se generaron las narrativas adecuadas para los distintos actores, tanto locales de la urgencia, como también de aquellos actores externos que influyen en el quehacer de la Urgencia, como son los jefes de los servicios de apoyo (Imagenología, Laboratorio y Gestión de Camas) y con la dirección del hospital. Se establecieron relaciones de trabajo colaborativo con estas áreas del hospital, para ir mejorando la situación.

La dirección y el sentido de cambio estaban claros, mejorar la eficiencia de los procesos del servicio, y la forma de llevar adelante el proceso, consistía en analizar las causas de los problemas, generar propuestas de mejoras e ir monitoreando el proceso de cambio. En este sentido, se dio mucha importancia a la necesidad de medir y controlar el desempeño de los procesos claves del servicio.

8.3.3. Cambio y Conservación

Todo proceso de cambio, también es un proceso de conservación. Esto implica que es necesario identificar y comunicar qué aspectos se verán afectados por el cambio, así como también, que aspectos serán conservados. Declarar estas dos áreas del proceso, permite darle claridad al equipo, tranquilizar y evitar resistencia innecesarias. Respecto del área de conservación, se debe proteger y cuidar la identidad y las ventajas competitivas de la organización.

En relación a este punto del proyecto, se pretende mejorar (cambiar) la eficiencia de los procesos del servicio de urgencia, manteniendo una característica clave, la calidad de la atención. Esto se puede ver reflejado en el aumento que hubo del personal clínico, ya que mejorar la eficiencia de los procesos sin un aumento de los recursos, hubiese afectado la calidad de la atención brindada.

Este aspecto de conservación, si bien siempre se consideró en el proceso de cambio, quizás no fue comunicado de forma tan explícita, lo que pudo haber generado ciertas resistencias en el personal.

En la siguiente tabla se muestran los principales espacios de cambio y conservación del proyecto.

Espacios de cambios	Espacios de conservación
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo y control de las actividades. Actualmente no existen estos procesos. • Registro del 100% de las actividades de enfermería. Actualmente solo se registra una parte de las actividades que se realizan. • Redistribución de las tareas actuales y de las nuevas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La forma de realizar los diferentes servicios médicos. • El compromiso del personal del servicio. • La autonomía de acción de algunas personas. • La calidad de la atención.

Tabla 18: Espacios de Cambio y Conservación

8.3.4. Gestión de los Estados de Ánimo

Los estados de ánimo de los actores de un proyecto pueden hacer del proyecto un éxito o un fracaso. Gestionar adecuadamente los estados de ánimo es responsabilidad de los líderes y de la coalición conductora.

En este aspecto, nuevamente la coalición conductora del proyecto, principalmente el Jefe del Servicio y la enfermera jefa, generaban muchas instancias que permitían escuchar, identificar e intervenir en los estados de ánimo de la organización, lo que fue generando confianza y compromiso con el cambio.

De esto se vio favorecido esta tesis, que fue ganando fuerza a medida que se desarrollaba y fue siendo considerada cada vez mejor por los trabajadores del servicio. Sin embargo, un aspecto que jugó en contra y que afectó los estados de ánimos, fue que en algunos períodos no se comunicaba tan seguido los avances del proyecto, lo que generaba incertidumbre y una caída en la motivación de los actores involucrados.

8.3.5. Plan de Comunicaciones

El plan de comunicaciones de un proyecto considera no solo la comunicación general del proyecto, sino que también considera diseñar y establecer instancias y canales de comunicación.

En este sentido se establecieron reuniones de avance con la coalición conductora de manera bastante frecuente, lo que favoreció el desarrollo del proyecto y también que los actores relevantes estuvieran actualizados de la evolución del trabajo. Sin embargo, este avance no era comunicado de manera tan frecuente a los empleados de niveles de menor responsabilidad del servicio, quienes serían los principales afectados con los cambios del proyecto.

Un aspecto muy positivo del plan de comunicaciones del proyecto, fueron las relaciones que se establecieron con los servicios del hospital que interactúan con el servicio de urgencia, que son los de apoyo diagnóstico y la gestión de camas. Se mejoró mucho la fluidez de la comunicación con estas áreas y se generaron equipos de trabajo colaborativo para analizar los problemas comunes.

Por otra parte, se mejoró mucho la comunicación con la dirección del hospital, lo que permitió en un comienzo que se conociera la delicada situación que vive el servicio de urgencia, y en una segunda instancia, que se contará con el apoyo de la dirección para tomar acciones de mejora.

8.3.6. Desarrollo de las Habilidades

Todo proceso de cambio es un proceso de aprendizaje organizacional. En este sentido, el proyecto implica desarrollar ciertas habilidades en algunos roles y la instauración de algunas prácticas como mecanismos para asegurar que el proceso de cambio sea exitoso.

Las prácticas que se deben instauran son:

- Que el personal clínico (doctores, enfermeras, ayudantes y volantes) realicen sus labores considerando la información que entrega el sistema de monitoreo diseñado.
- Que los jefes del servicio utilicen y consideren el modelo predictivo del nivel de congestión.

Para aumentar las probabilidades que estas prácticas queden realmente inmersas dentro de la cultura del servicio, se tomaron algunas medidas como, hacer partícipe a los usuarios del sistema en el diseño del mismo y darles la oportunidad de proponer algunas funcionalidades que les fueran útiles. De esta manera se fueron sintiendo parte del proyecto, aumentando su motivación y la disposición en querer colaborar.

Respecto de las habilidades que se deben desarrollar, fundamentalmente hay una que es clave para alcanzar el éxito del proceso. Esta habilidad consiste en generar un cambio de actitud en el personal del servicio, que cada vez tenga mayor conciencia que la atención de urgencia requiere de una labor lo más eficiente posible, y pasar de tener una posición reactiva ante los problemas, a una anticipativa o preventiva. Cada miembro del personal debe entender que la labor que cumple afecta al conjunto completo y que tiene que hacerse cargo de sus responsabilidades y de mejorar la comunicación con los actores que trabajan directamente con ellos.

Esta difícil misión es un proceso largo y no es solo parte de este proyecto de tesis, sino que del cambio cultural general del servicio. A lo largo del presente trabajo, se he intentado influir en el comportamiento de las personas, principalmente a través de conversaciones que buscan transmitir estos aspectos del cambio.

8.3.7. Gestión del Poder

El poder es la capacidad de hacer que las cosas ocurran. Todo proyecto requiere contar con el poder necesario, o acumularlo, para que el proyecto pueda ocurrir.

Existen varios tipos de poder y dependiendo del proyecto es en cuales uno debe acumular mayor capital. A continuación se presenta el estado de los diferentes tipos de poder relacionados al proyecto de tesis.

Poder	Capital dentro del proyecto
Fuerza	No es necesaria
Financiero	Se aprobaron los recursos necesarios con el área de finanzas luego de presentar una evaluación económica del proyecto.
Autoridad Formal	El proyecto cuenta con un sponsor de alto nivel dentro de la organización: la coalición conductora.

Pragmático (o del know how)	Este capital se fue acumulando en el transcurso del proyecto, alcanzando el nivel necesario.
Conocimiento	Nivel suficiente, gracias a mucho trabajo e investigación.
Simbólico	De manera paulatina el proyecto fue adquiriendo identidad, que fue necesaria para que el proyecto haya sido considerado con el nivel de importancia adecuado.
Articulación	No fue necesario acumular este poder de forma tan relevante.
Social	A lo largo del desarrollo del trabajo, este capital aumentó de buena forma, lo que se ve reflejado en la gran cantidad de personas de diferentes áreas de la empresa que participaron y colaboraron en el proyecto.
Personal	Respecto del poder personal del líder del proyecto, se podría haber acumulado mucho más capital y haberlo aprovechado de mejor manera. Falto mayor personalidad y tener una actitud un poco más activa, mejorando las instancias de comunicación y la gestión de los estados ánimos, incluyendo los propios estados del jefe del proyecto. Sin embargo, la cantidad de capital acumulada fue suficiente para sacar adelante el proyecto.

Tabla 19: Poderes del Proyecto

8.3.8. Evaluación y Cierre

Este aspecto del cambio considera tres espacios:

1. Por un lado declarar y comunicar límites, esto es declarar y comunicar el inicio, los hitos de cambios de etapas o fases y el fin del proyecto.
2. Mantener recurrentemente una evaluación del proyecto de cambio.
3. El proceso de cierre y evaluación del proyecto.

En relación a como se abordaron estos tres espacios, la siguiente tabla muestra un resumen con las principales acciones tomadas.

1	Dentro de la coalición conductora siempre hubo claridad de las etapas del proyecto, lo que se vio favorecido por la estructura de la metodología del proyecto, que considera etapas muy claramente definidas.
2	Este aspecto también fue abordado de manera adecuada, mediante reuniones de avances periódicas donde se analizaba la evolución del proyecto, tanto de los aspectos positivos como de los problemas y trabas que se generaban.
3	Este proceso aún no se desarrolla, pero se pretende realizar un mes después de la implementación del sistema, cuando este se logre dejar funcionando de manera autónoma dentro del servicio. En dicho proceso se reconocerá a las personas que participaron y que hicieron posible que el proyecto se pudiera ejecutar, junto con declarar cuales fueron los beneficios, logros y el valor agregado del trabajo.

Tabla 20: Espacios de la Evaluación y Cierre del Proceso de Cambio

Capítulo 9: Implementación Organizacional

En este capítulo se presenta el detalle del proceso de implementación del proyecto de tesis, tanto del rediseño de procesos realizado, como del sistema de apoyo tecnológico.

Respecto de la implementación del rediseño de procesos elaborado, se presentan los cambios efectivos que se realizaron, como la importancia de esta sección fundamental del proyecto de tesis. En relación al sistema de apoyo, en primer lugar, se realizó un plan piloto para probar las principales funcionalidades de la aplicación y recibir la retroalimentación de los eventuales usuarios. Los resultados de este plan piloto, fueron bastante positivos, lo que permitió realizar la puesta en marcha definitiva del sistema. Por último, aún es muy pronto para evaluar el impacto de su implementación definitiva.

9.1. Implementación del Rediseño de Procesos

En primer lugar, recordar que los principales procesos rediseñados son:

1. Planificación de la Capacidad
2. Control de la Producción
3. Monitoreo en Tiempo Real del Servicio

Para cada uno de estos procesos se realizó una propuesta de rediseño, la cual fue validada por la jefatura del servicio. Estos rediseños trajeron como consecuencia la toma de decisiones importantes en relación a las actividades involucradas. A continuación se presenta la implementación efectiva que se pudo realizar para cada uno de estos procesos.

9.1.1. Planificación de la Capacidad

Gracias al análisis de capacidad de los recursos realizado, tomando como base la caracterización de la demanda, se logró justificar el aumento en algunos recursos críticos. Una enfermera extra en horario diurno y turnos médicos de refuerzo en horarios de alta demanda algunos días de la semana, fueron los cambios realizados. Respecto del aumento en el recurso cama, el más crítico del servicio, aún no se logra aumentar su cantidad, sin embargo, con el análisis realizado se incorpora mayor sustento a los proyectos de aumento de la planta física desarrollados paralelamente a esta tesis.

9.1.2. Control de la Producción

Respecto de la implementación del rediseño de este proceso, mencionar que ya está operativo según la propuesta diseñada. Mensualmente se generan los informes de desempeño y seguimiento, usando como herramienta de apoyo la aplicación desarrollada. En relación al proceso de implementación del sistema, en la siguiente sección (9.2) se entregan mayores antecedentes.

9.1.3. Monitoreo en Tiempo Real del Servicio

Tal como se mencionó en el capítulo 5 de Diseño y Rediseño de Procesos, el proceso de Monitoreo en Tiempo Real del Servicio no existía previamente en la Urgencia. Es por ello que su implementación ha sido paulatina.

En primer lugar, se presentó la aplicación que sustenta el proceso de monitoreo al personal clínico del servicio en su etapa de diseño, para que fuera validada y obtener *feedback* de parte de ellos (los futuros usuarios). En esta misma instancia, se presentó el cambio en el proceso de atención, que consiste fundamentalmente en utilizar la información que entrega el sistema para realizar de manera más oportuna las diferentes actividades de la atención. Estos cambios fueron percibidos de buena manera por la mayoría del personal.

Posteriormente, viene la etapa de implementación definitiva del rediseño, cuando pase a producción el sistema de apoyo. Más antecedentes de este punto se entregan en la siguiente sección (9.2.).

9.2. Plan Piloto del Sistema de Apoyo TI

9.2.1. Pruebas Pilotos

El plan piloto consiste en probar las funcionalidades del sistema con algunos futuros usuarios, para validar el funcionamiento de la aplicación y para recibir sugerencias de posibles modificaciones finales de la aplicación.

Las pruebas pilotos que se realizaron fueron las siguientes:

- Utilización del Modelo Predictivo del Nivel de Congestión para tomar medidas preventivas: en un par de ocasiones se utilizó el modelo para anticiparse a las crisis.
- Utilización del Modelo Predictivo del Nivel de Congestión para apoyar medida de cierre del servicio: en varias ocasiones se ejecutó el modelo para tener una medida cuantitativa del alto nivel de congestión que enfrentaba el servicio y que justificaba cerrarlo transitoriamente.
- Seguimiento del estado de exámenes de laboratorio e imagenología: en varias ocasiones los jefes del servicio pudieron acelerar los procesos de realización de exámenes gracias a la información que mostraba el sistema.
- Monitoreo de los tiempos de atención: en un par de ocasiones ciertos médicos del servicio pudieron acelerar la atención de aquellos pacientes que llevaban ocupando mayor tiempo las camas del servicio.

- Monitoreo de la sala de espera: en varias ocasiones se monitoreó la situación de la sala de espera, pudiendo priorizar la atención de los pacientes que estaban esperando.
- Utilización del módulo estadístico para estimar algunos indicadores de desempeño: en varias ocasiones se utilizó este módulo para calcular ciertos indicadores, principalmente los asociados al triage.
- Validación de todas las pantallas y funcionalidades del sistema: se logró la validación de la aplicación por parte del Jefe de la Urgencia, de la enfermera jefa del servicio y de gran parte del personal de médico y de enfermería.

9.2.2. Resultados del Piloto

En términos generales los resultados de las pruebas pilotos fueron bastante positivos, principalmente porque a los usuarios les gustaron mucho las funcionalidades del sistema y porque a partir de la información que se entrega se pueden tomar acciones concretas. Además, los usuarios de prueba entregaron varias sugerencias para mejorar la aplicación y sugirieron incorporar nuevas funcionalidad en el futuro.

Sobre resultados cuantitativos de las pruebas piloto no hay mucho que se puede calcular, ya que fueron pruebas aisladas, en momentos en que el gestor del proyecto podía realizarlas, ya que el sistema aún no estaba instalado en los servidores del hospital para poder ser utilizado en todo momento.

Sin embargo, un día se pudo monitorear por varias horas seguidas el servicio y se aplicó el modelo predictivo del nivel de congestión para anticiparse a una potencial crisis. A continuación se muestran los resultados de esta prueba.

En el siguiente cuadro se muestra el nivel de congestión que entregó el modelo desde las 9 de la mañana hasta las 15 horas de un día en particular, junto con las medidas que fueron tomadas.

Hora del Día	Nivel de Congestión	Medidas tomadas
09:00 hrs.	2: Ocupado (0 personas en espera)	<ul style="list-style-type: none"> • Triage doble
10:00 hrs	3: Saturado (6 personas en espera)	<ul style="list-style-type: none"> • Team triage • Fast track
11:00 hrs.	4: Preocupante (18 personas en espera)	<ul style="list-style-type: none"> • Atender en pasillos
12:00 hrs.	4: Preocupante (15 personas en espera)	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar 2 box de pediatría • Médico de refuerzo
13:00 hrs.	3: Saturado (10 personas)	
14:00 hrs.	3: Saturado (6 personas en espera)	
15:00 hrs.	2: Ocupado (4 personas en espera)	

Ilustración 131: Detalle del Nivel de Congestión y de las Acciones Tomadas en Prueba del Modelo

Los resultados obtenidos de acuerdo a las medidas tomadas a lo largo del día, se presentan a continuación.

Día de prueba:	Lunes 5 de mayo
Horario de monitoreo:	De 9 am a 3 pm
Número de atención:	151
Promedio de atención día lunes:	120
Número de pacientes retirados sin atención:	16 = 10,6%
Número promedio de pacientes retirados día lunes:	17 = 14,2%
Tiempo de espera promedio:	49 minutos
Tiempo de espera promedio días lunes:	69 minutos

Ilustración 132: Resultados Prueba de Modelo

Los resultados obtenidos para este caso puntual son alentadores y permiten ilusionarse respecto de los potenciales beneficios que se pueden obtener cuando la herramienta esté funcionando de manera constante.

9.3. Puesta en Marcha Sistema de Apoyo TI

Gracias a los buenos resultados del plan piloto y a la validación de la jefatura del Servicio de Urgencia, se consiguió la aprobación para instalar la aplicación en un servidor del hospital.

La puesta en marcha del sistema funcionando al 100% comenzó los primeros días del mes de diciembre del 2014 y se extenderá por todo el tiempo que sea necesario.

9.4. Resultados de la Implementación

Como se mencionó en la introducción del presente capítulo, aún es muy pronto para mostrar resultados cuantitativos de la implementación del sistema. Sin embargo, a finales del verano del 2015 se espera contar con cifras preliminares.

Capítulo 10: Evaluación Económica del Proyecto

En este capítulo se presenta el análisis económico que involucra el desarrollo e implementación del rediseño de procesos realizado por este proyecto. Se evidencia que el Servicio de Urgencia se beneficia del proyecto en términos de mejorar su eficiencia, lo que se traduce en un aumento del resultado económico. El rediseño de procesos logra mejorar el uso de recursos, lo que permite satisfacer una mayor fracción de la demanda.

Respecto de la evaluación económica, en este capítulo se detallan los siguientes aspectos: inversión, costos, ingresos, financiamiento, flujo de caja, indicadores y análisis de sensibilidad.

10.1. Inversión

La inversión de un proyecto corresponde a todos aquellos gastos que se incurren antes del comienzo del proyecto y que son necesarios para su puesta en marcha. En cambio, los costos de un proyecto, son aquellos gastos que se incurren durante la operación.

La inversión total del presente proyecto asciende a los \$8.775.000 pesos y se puede dividir en 2 componentes: recurso humano y tecnología.

A continuación se presenta el detalle de la inversión para cada componente.

10.1.1. Recurso Humano

Es la inversión más grande del proyecto, ya que involucra todas las horas hombre del equipo desarrollador del proyecto, además de las horas de colaboración del personal clínico del servicio. En la siguiente tabla se resumen los gastos en este ítem.

Rol	Hrs.	Sueldo Mensual	Monto total
Jefe del Proyecto	756	\$ 300.000	\$ 2.577.273
Programador	300	\$ 300.000	\$ 1.022.727
Jefe del Servicio	96	\$ 3.000.000	\$ 1.636.364
Jefa de Enfermería	96	\$ 2.000.000	\$ 1.090.909
Médicos Especialistas de Urgencia	40	\$ 2.500.000	\$ 568.182
Personal médico: capacitaciones	10	\$ 1.400.000	\$ 79.545
		Total	\$ 6.975.000

Tabla 21: Detalle de la inversión en recurso humano

A partir de la tabla anterior se puede inferir fácilmente que actores fueron los que más ayudaron en la realización del proyecto. Obviamente el jefe de proyecto tiene el primer lugar, siendo que además esta persona realizó el rol de programador de la aplicación. Esto porque el personal del área de informática del hospital no tenía disponibilidad para participar del proyecto. En segundo lugar destacan el Jefe del Servicio, Dr. Eduardo Tobar,

y la jefa de Enfermería del departamento, Sra. Andrea Retamal. Su apoyo y compromiso fueron claves para que el proyecto se pudiera realizar.

Luego, aparecen los médicos especialistas de Urgencia, que dedicaron horas de su trabajo para ayudar en ciertas actividades del proyecto, como colaborar en el diseño de la aplicación, entregando recomendaciones sobre la información y la forma en que los datos serían mostrados en la aplicación.

Por último, se necesitaron 10 horas del personal clínico en general (médicos, enfermeras y ayudantes) para realizar la capacitación de la aplicación. Para estimar el valor de estas horas invertidas, se estimó el sueldo promedio de los clínicos lo que dio como resultado 1 millón 400 mil mensual.

10.1.2. Tecnología

En la inversión en tecnología corresponde principalmente a la compra de televisores inteligentes donde se presenta la información del sistema de monitoreo, y a todos los elementos necesarios para poder realizar la conexión de estos televisores con la red del hospital.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Monto total
Smart TV 42" HD	4	\$ 450.000	\$ 1.800.000
Wi-fi	1	\$ -	\$ -
Servidores:			
Web	1	\$ -	\$ -
De Base de Datos	1	\$ -	\$ -
De aplicaciones	1	\$ -	\$ -
Total:			\$ 1.800.000

Tabla 22: Detalle de la inversión en tecnología

El costo de wi-fi es cero, porque había dispositivos que no se estaban usando y que se asignaron al proyecto. Y el costo de los servidores también es \$0, ya que el servidor web y el de base de datos es gratuito (open source) y el servidor de aplicaciones, se utilizará uno de los que tiene el hospital que cuenta con espacio libre ocioso.

10.2. Costos

Los costos del proyecto son principalmente de recurso humano. Siendo más específicos, se contrató a una enfermera de tiempo completo para que apoyara la sobrecargada actividad de enfermería. Además, se incorporaron horas médicas en horarios de alta demanda, con un total de 24 horas semanales. Por último, se requiere horas de técnico para mantención de la aplicación. El detalle de los costos se muestra en la siguiente tabla.

Rol	Sueldo mensual	Dedicación	Costo mensual efectivo	Costo anual
Enfermera	\$ 1.000.000	full time	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
Médicos	\$ 2.500.000	24 horas semanales	\$ 1.363.636	\$ 16.363.636
Técnicos para mantención	\$ 800.000	3 hrs a la semana	\$ 54.545	\$ 654.545
Total	\$ 4.300.000,00		\$ 2.418.181,82	\$ 29.018.181,82

Tabla 23: Detalle del costo del proyecto

10.3. Ingresos

La vía de ingresos del proyecto proviene del aumento en el número de consultas, producto de la mejora en el uso de los recursos, lo que se traduce en menores tiempos de atención. Se estima que los tiempos de atención disminuyan en 20 minutos, lo que permitiría atender a 10 personas más diariamente. Sin embargo, en el flujo de caja se consideró un escenario realista, donde sólo se puede atender a 5 pacientes del total de 10 personas potenciales.

Consultas extras por día	Valor consulta	Valor total diario	Valor total mensual	Valor anual
5	\$ 32.900	\$ 164.500	\$ 4.935.000	\$ 59.220.000

Tabla 24: Detalle del ingreso esperado del proyecto

10.4. Financiamiento

El financiamiento del proyecto es interno del hospital, sin ningún tipo de endeudamiento. Tanto la inversión y costos se asignan al centro de costos del Servicio de Urgencia.

10.5. Flujo de Caja

A continuación se presenta el flujo de caja del proyecto, que incorpora todos los aspectos presentados en este capítulo.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
+ Ingresos por ventas		\$ 118.440.000	\$ 118.440.000	\$ 118.440.000
- Costos de venta				
- Sueldos		\$ 29.018.182	\$ 29.018.182	\$ 29.018.182
- Gastos administrativos y ventas				
- Depreciación		\$ 2.925.000,0	\$ 2.925.000,0	\$ 2.925.000,0
= Resultado Operacional (A)		\$ 86.496.818	\$ 86.496.818	\$ 86.496.818
.+/- Ganancia o perdida de capital				
+ Ingresos financieros				
- Interés				
- Pérdidas del ejercicios anterior				
= Resultado no Operacional (B)		\$ -	\$ -	\$ -
= Utilidad antes de impuesto (A+B)		\$ 86.496.818	\$ 86.496.818	\$ 86.496.818
- Impuesto a las empresas		\$ -	\$ -	\$ -
= Utilidad después de impuestos		\$ 86.496.818	\$ 86.496.818	\$ 86.496.818
+ Depreciación		\$ 2.925.000,0	\$ 2.925.000,0	\$ 2.925.000,0
+ Perdidas del ejercicio anterior				
.+/- Ganancia o perdida de capital				
= Flujo Operacional (C)		\$ 89.421.818	\$ 89.421.818	\$ 89.421.818
- Inversión fija	\$ 8.775.000			
+ Valor residual de los activos				\$ 200.000,00
- Capital de trabajo				
+ Recuperación del capital de trabajo				
+ Préstamos				
- Amortizaciones				
= Flujo de capitales (D)	-\$ 8.775.000	\$ -	\$ -	\$ 200.000
= Flujo de caja privado (C+D)	-\$ 8.775.000	\$ 89.421.818	\$ 89.421.818	\$ 89.621.818

Tabla 25: Flujo de Caja del Proyecto

Consideraciones Importantes:

- El Hospital Clínico de la Universidad de Chile al ser parte de la universidad del mismo nombre, es una organización pública, por ende está exenta de pagar impuestos a las utilidades.
- El horizonte de evaluación del proyecto es de 3 años, ya que se estima que en este plazo el Servicio de Urgencia tenga una restructuración de la planta física, lo que implica que el proyecto sufra cambios importantes.
- La tasa de descuento del proyecto se estimó usando el modelo CAPM, cuyo detalle se muestra a continuación:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \cdot (E(R_m) - R_f) \quad (1)$$

- Donde $E(R_i)$ representa la tasa de descuento para la empresa i, en este caso, el Hospital Clínico de la Universidad de Chile.

- R_f es la rentabilidad libre de riesgo que se calcula con la rentabilidad de los instrumentos de largo plazo del Banco Central, usualmente los BCU.

- $E(R_m)$ es la esperanza de la rentabilidad de mercado que se calculó con la rentabilidad promedio del IPSA en un intervalo largo de tiempo (más de 10 años).

- Y el β_i es el coeficiente de riesgo sistemático de la empresa i. Para el cálculo de este parámetro se apalancó el beta de la industria, con la razón de deuda patrimonio del hospital. La fórmula que se utilizó fue:

$$\beta_{apalancado} = \beta_{desapalancado} \cdot \left(1 + \frac{D}{P} \cdot (1 - t) \right) \quad (2)$$

El $\beta_{desapalancado}$ que se utilizó fue el de proyectos de TI en la industria de salud, obtenido desde la página

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html.

Reemplazando la fórmula 2 con los valores correspondientes, se obtuvo el valor del $\beta_{apalancado}$.

$$\beta_{apalancado} = 0,99 \cdot (1 + 0,35 \cdot (1 - 0,20)) = 1,27$$

Por último, se reemplazó las datos en la fórmula 1 para obtener la tasa de descuento:

$$E(R_i) = 1,8\% + 1,27 \cdot (10\% - 1,8\%) = \mathbf{12,19\%}$$

10.6. Indicadores

A continuación se presentan los principales indicadores económicos del proyecto:

VAN	\$ 63.668.828
Tasa de descuento	12,19%
TIR	340%
IVAN	7,26

Tabla 26: Indicadores Económicos del Proyecto

Observando estos indicadores se puede concluir que el proyecto sí es conveniente y aumenta la riqueza de los inversionistas, en este caso, del Hospital Clínico de la Universidad de Chile.

10.7. Análisis de Sensibilidad

El siguiente análisis de sensibilidad estima como varía el VAN del proyecto con diferentes escenarios posibles. Estos escenarios varían en el número de personas extras que se pueden atender con la mejora en los procesos del servicio, que dependerá de cuánto se pueda reducir el tiempo de atención.

Consultas extras diarias	Reducción del tiempo de atención	VAN
1	2 minutos	-\$ 49.747.818
2	4 minutos	-\$ 21.393.657
3	6 minutos	\$ 6.960.505
4	8 minutos	\$ 35.314.666
5	10 minutos	\$ 63.668.828
6	12 minutos	\$ 92.022.989
7	14 minutos	\$ 120.377.151
8	16 minutos	\$ 148.731.313
9	18 minutos	\$ 177.085.474
10	20 minutos	\$ 205.439.636

Ilustración 133: Análisis de Sensibilidad del Impacto Económico

Observando la tabla anterior se puede decir que el proyecto se hace rentable a partir de 3 pacientes extras al día, lo que se logra disminuyendo en 6 minutos el promedio de atención.

Capítulo 11: Generalización de la Experiencia

La generalización de la experiencia consiste en encapsular el conocimiento de alto nivel adquirido en el desarrollo de un proyecto, a través de Frameworks, lo que permite reutilizar esta información en otros proyectos con características similares. En este capítulo se presenta el Framework desarrollado para la experiencia vivida en el rediseño de procesos del Servicio de Urgencia del Hospital Clínico de la Universidad de Chile.

11.1. Framework

Un framework se define como una estructura genérica de clases que sirve de base para el desarrollo de software en empresas de un dominio particular, pero que se puede adaptar a las características y necesidades propias de cada una de ellas (Barros & Julio, 2011).

En el desarrollo de esta tesis se diseñaron fundamentalmente tres procesos del Servicio de Urgencia del HCUCH, que son la *Planificación y Control del Servicio*, el *Monitoreo de Actividades* y el *Predicción del Nivel de Congestión*. Estos procesos utilizan lógicas de negocio distintas y sin mayores semejanzas, por ende, se desarrolló un framework para cada uno de ellos.

Un framework queda bien definido cuando se detallan tres componentes: el dominio de acción, la lógica genérica y el framework propiamente tal. El dominio de acción corresponde al conjunto de empresas que pueden verse beneficiadas por la información del framework, debido a que cuentan con problemáticas similares. La lógica genérica es la abstracción de la lógica específica desarrollada en una experiencia. Y por último, en el framework se detalla la estructura las clases que permiten utilizar la lógica genérica en el dominio particular.

11.1.1. Framework 1: Planificación y Control de un Servicio

11.1.1.1. Dominio del Framework

El framework de Planificación y Control de un Servicio se puede extender hasta cualquier tipo de empresas que ofrezcan servicio de demanda estocástica, como pueden ser los propios Servicio de Urgencias, los supermercados, las tiendas de retail, los bancos, entre otros.

La ilustración de a continuación muestra el detalle del dominio del framework, desde el caso particular de la experiencia desarrollada, hasta lo más amplio que se puede llegar en la utilización del framework.

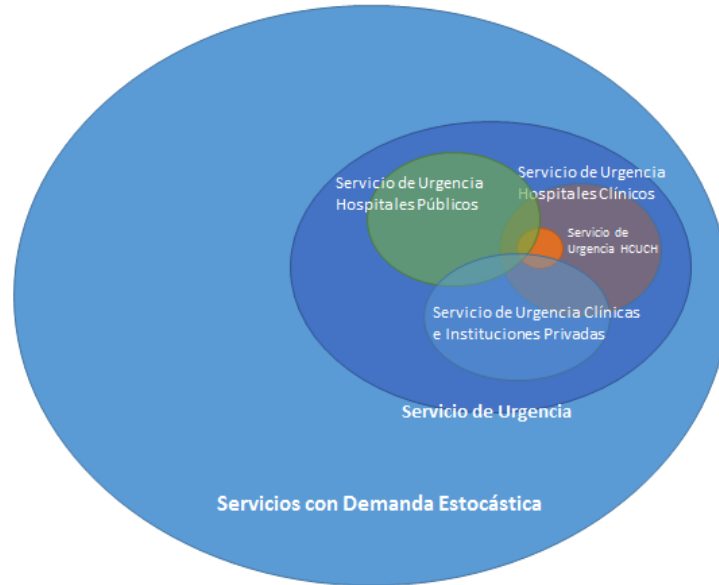


Ilustración 134: Dominio Framework de Planificación y Control de la Producción

11.1.1.2. Lógica Genérica

La lógica genérica para el proceso de Planificación y Control de un Servicio consta de tres pasos fundamentales, que son: Planificación de la Capacidad, Planificación de la Producción y Control de la Producción. A continuación se presenta un recuadro que resume las actividades fundamentales de estas componentes, las que constituyen en su conjunto, la lógica del proceso.

Planificar Capacidad	Planificar Producción	Control de la Producción
Análisis de Demanda: - Pronóstico - Análisis histórico	Análisis de Demanda	Definir indicadores de medición de desempeño
Analizar Capacidad: - Métodos estáticos : tasas de utilización - Métodos que incorporan incertidumbre: simulaciones	Asignar recursos a demanda: - Programación - Heurísticas - Optimización	Definir mecanismos de medición de los indicadores
Análisis de factibilidad: - A. Técnico - A. Económico - A. Organizacional	Programar Servicio: - Protocolos - Sistemas - Monitoreo	Tomar acciones correctivas

Ilustración 135: Etapas de la Lógica Genérica del Framework de Planificación y Control de un Servicio

11.1.1.3. Framework

A continuación se presenta el framework propuesto para el proceso de Planificación y Control de un Servicio.

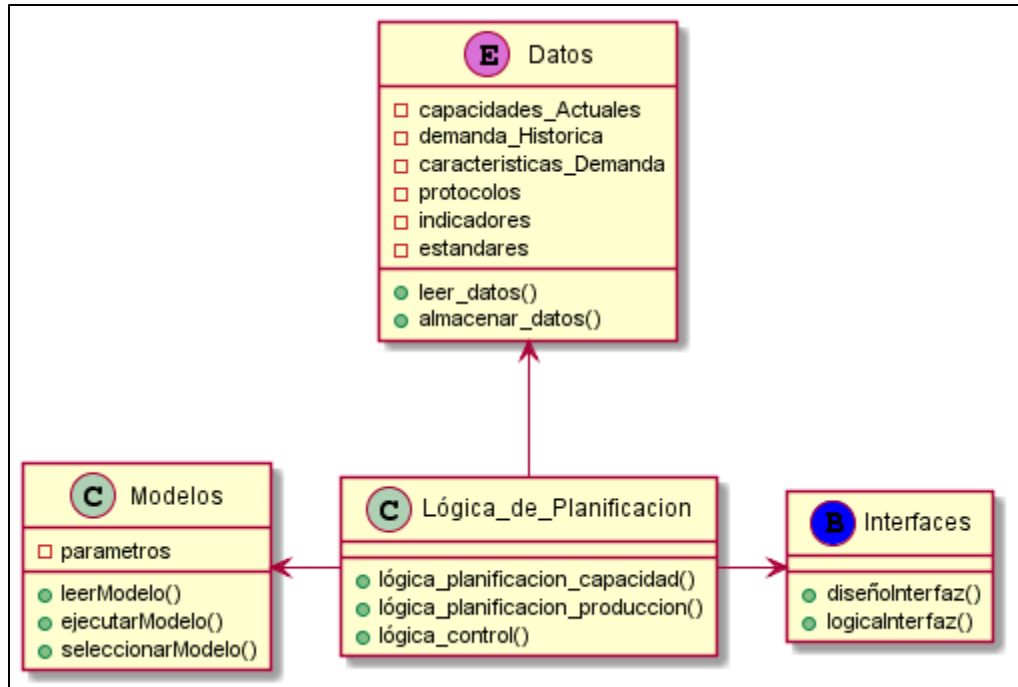


Ilustración 136: Framework de Planificación y Control de un Servicio

11.1.2. Framework 2: Monitoreo de Actividades

11.1.2.1. Dominio del Framework

El dominio del framework de Monitoreo de Actividades es aplicable a cualquier organización, ya sea productiva o de servicios, ya que en todas es posible monitorear las actividades que se realizan.

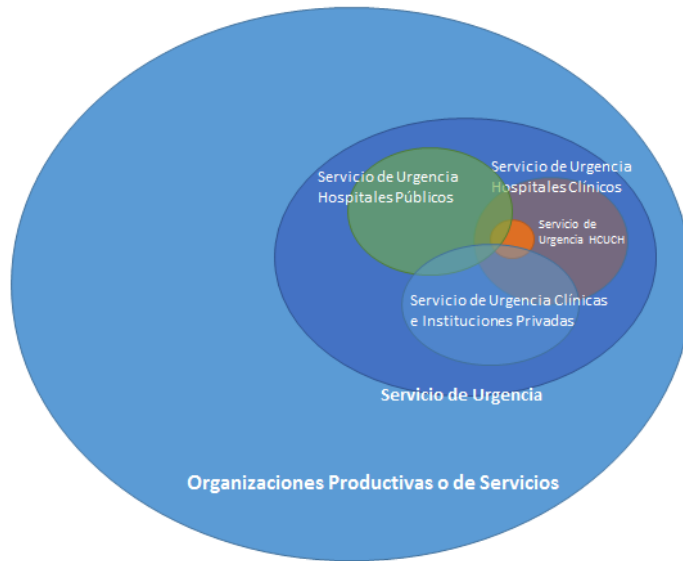


Ilustración 137: Dominio del Framework de Monitoreo de Actividades

11.1.2.2. Lógica Genérica

La lógica del framework de Monitoreo de Actividades consta de 4 pasos fundamentales, que son:

1. Identificar las actividades críticas de la organización
2. Definir estándares de calidad para cada una de las actividades
3. Definir mecanismos de alerta y las acciones correctivas
4. Diseño de procesos con apoyo TI

A continuación se presenta los aspectos que deberían abordarse en el desarrollo de cada uno de los pasos de la lógica.

Identificar actividades críticas	Definir estándares de calidad	Definir alertas y acciones correctivas	Diseño de Procesos con Apoyo TI
<p>Herramientas que ayudan a identificar las actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar un Mapa del Flujo de Valor de la empresa (Value Stream Mapping, de la metodología Lean) - Juicio de Expertos del negocio - Búsqueda en literatura de actividades críticas 	<p>Considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condiciones de la organización - Estándares nacionales e internacionales - Juicio de los Expertos del negocio 	<p>Alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mapas Semánticos - Juicio Experto <p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura tecnológica de la organización 	<p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar los actores/roles idóneos que participan en los procesos - Asignar todas las tareas a los actores/roles - Diseñar los sistemas tecnológicos de apoyo

Ilustración 138: Pasos de la Lógica de Framework de Monitoreo de Actividades

11.1.2.3. Framework

A continuación se presenta el framework propuesto para el proceso de Monitoreo de Actividades.

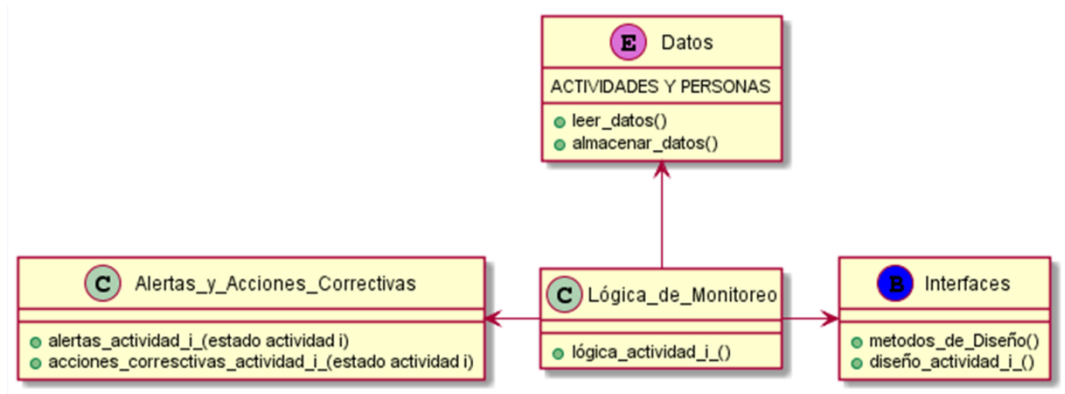


Ilustración 139: Framework de Monitoreo de Actividades

11.1.2. Framework 3: Predicción del Nivel de Congestión

11.1.2.1. Dominio del Framework

El dominio de este framework es bastante más restringido que los anteriores, porque está relacionado a una problemática muy particular de los servicios de urgencia. Es por ello que el límite de este framework es precisamente estos servicios.



Ilustración 140: Dominio del Framework de Predicción del Nivel de Congestión

11.1.2.2. Lógica Genérica

La lógica para la Predicción del Nivel de Congestión en un Servicio de Urgencia consta de 4 pasos principales:

1. Identificar las variables relevantes
2. Pre-procesamiento de los datos
3. Construcción de Modelos
4. Diseño de un Protocolo de Acción

En la siguiente tabla se presentan los aspectos fundamentales a ser abordados en cada uno de los 4 pasos de la lógica.

Identificar Variables Relevantes	Pre-procesamiento	Construcción de Modelos	Diseño del Protocolo de Acción
<ul style="list-style-type: none"> - Demanda histórica - Nivel de triage - Hospitalización - Edad - Tiempo de Espera - Mes, Día y Hora - Previsión: Fonasa o Isapre. - Capacidad del Servicio y del Hospital - Ocupación camas de hospitalización 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento de datos vacíos y outliers - Normalización - Transformación de variables 	<p>Probar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Support Vector Machine - Redes Neuronales - Árboles de Decisión <p>Elegir el modelo con mejor precisión, corrigiendo por tipo de error</p>	<p>Para cada nivel de congestión hay que definir acciones concretas para corregir y anticipar las situaciones de crisis.</p> <p>Hay tres ámbitos de acción fundamentales, que son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medidas locales a nivel de servicio - Información al usuario - Medidas a nivel hospital

Ilustración 141: Pasos de la Lógica Genérica del Framework de Predicción del Nivel de Congestión

11.1.2.3. Framework

A continuación se presenta el framework propuesto para el proceso de Predicción del Nivel de Congestión de un Servicio de Urgencia.

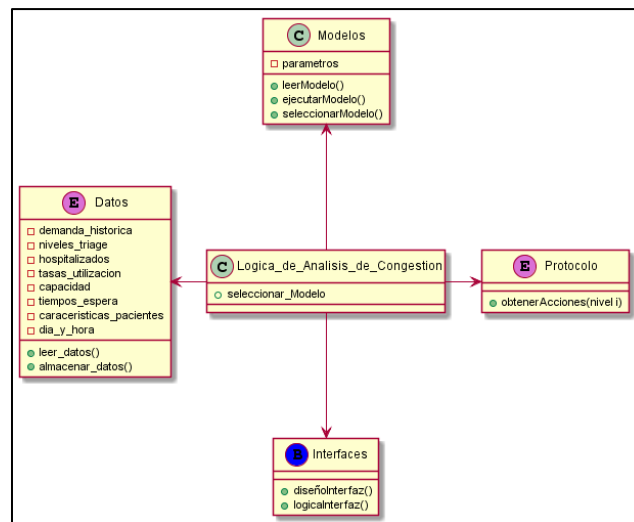


Ilustración 142: Framework de Predicción del Nivel de Congestión

Capítulo 12: Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones finales del trabajo realizado, partiendo por las conclusiones relacionadas a la metodología del proyecto, luego las ligadas a los grandes temas abordados en el trabajo, para terminar con una conclusión de cuáles deberían ser los trabajos futuros en esta misma línea de acción.

12.1. Ingeniería de Negocios

La ventaja que se obtiene al utilizar la Ingeniería de Negocios en el diseño y rediseño de los procesos dentro de las organizaciones es muy grande, ya que permite comenzar con el trabajo adelantado y no tener que dedicar gran cantidad de tiempo y esfuerzo en reinventar la rueda, o realizar largos procesos de levantamiento que finalmente terminar aportando muy poco. Además, al incorporar las mejores prácticas, permite identificar rápidamente los nodos críticos y te entrega luces muy claras de la dirección del cambio que se necesita.

La visión sistémica que propone la metodología es uno de sus factores claves de éxito. Partir no desde la problemática misma, sino que abstraerse un poco y comenzar a mirar desde la estrategia y modelo de negocios de la organización, permite tener una mayor claridad respecto de lo que necesita la empresa y de la forma en que serán abordados los proyectos de mejora. Conocer perfectamente las relaciones entre los procesos de negocios de la organización es clave para desarrollar cambios exitosos.

En el caso de este trabajo de tesis, el beneficio de utilizar la Ingeniería de Negocios fue particularmente alto, ya que existían muchos trabajos previos en Servicio de Urgencias que usaron la misma metodología, lo que permitió tener mayores ideas y recursos de tiempo para definir y desarrollar el proyecto.

12.2. Planificación y Control del Servicio de Urgencia

La planificación y control es un proceso fundamental en todas las organizaciones, más aun, en los servicios de emergencia, debido al alto grado de incertidumbre que deben afrontar.

Resulta fundamental planificar el funcionamiento de las urgencias, desde estimar la capacidad necesaria para responder al nivel de demanda, hasta definir la forma de realizar las actividades operacionales del día a día.

A medida que se comiencen a mejorar los mecanismos de planificación y programación de la atención de urgencia, tomando como base las características de la demanda, la calidad de la atención comenzará a aumentar de forma inmediata. Estas mejoras deben ir de la mano de los adecuados mecanismos de control del desempeño, no

para identificar a culpables en caso de problemas, sino que para gestionar adecuadamente los procesos de cambio y aumentar las posibilidades de éxito.

Para planificar la capacidad necesaria para entregar un servicio con un nivel de calidad adecuado, un análisis sencillo pero muy útil, es calcular las tasas de utilización de los recursos críticos de la organización. En el caso del Servicio de Urgencia del HCUCH, los box de atención, los médicos y las enfermeras son estos recursos críticos. Una segunda alternativa, mucho más compleja que la anterior, es simular el funcionamiento del servicio con algún software y poder analizar el impacto de introducir cambios en las capacidades. Ya sea con estas herramientas o con otras, es sumamente necesario planificar la capacidad si se quiere entregar una atención de calidad.

En segundo lugar, se debe programar la atención del día a día e incorporar las mejores prácticas en los procesos del negocio. Un ejemplo tan simple, es el de acoplar la cantidad de recursos humanos en función del nivel de demanda, que presenta un patrón muy claro a nivel diario y semanal.

Por último, generar un adecuado sistema de control de la producción es fundamental para hacer el seguimiento de los distintos aspectos de la atención y poder gestionar los proyectos de mejoras. Dentro de este sistema, hay que incorporar no solo los procesos que se desarrollan en la propia urgencia, sino que también aquellos que se realizan con ayuda de otros servicios del hospital. El funcionamiento del servicio de urgencia depende en gran medida de la labor que cumplen estos servicios de apoyo, por ende es crucial generar equipos de trabajo colaborativo entre todas las unidades, porque esta es única forma de garantizar que la atención global mejorará.

12.3. Monitoreo y Pronóstico de Estado del Servicio de Urgencia

Los Servicios de Urgencia son lugares altamente caóticos, donde se realizan muchos procesos de manera simultánea y donde se requieren respuestas rápidas y eficientes, ya que está en juego el estado de salud de los pacientes.

Es por esto que es necesario utilizar un sistema que monitoree en tiempo real el funcionamiento del servicio y que pueda anticiparse a situaciones de crisis severas, para poder actuar de manera anticipativa y preventiva.

Y hoy en día no hay ningún impedimento para diseñar un sistema de monitoreo tan sofisticado como se quiera, ya que la tecnología ha evolucionado tanto que permite hacerlo, y la información está disponible para sacarle el mayor provecho posible.

Basta con tener algún sistema de registro clínico electrónico, para poder diseñar a partir de él un sistema de monitoreo altamente efectivo. Actualmente todas las urgencias del sector privado cuenta con algún sistema electrónico, y en el sector público, un gran porcentaje lo tiene, y las demás están en procesos de implementación.

Para predecir el nivel de congestión de un servicio de urgencia es posible utilizar modelos de minería de datos que permiten pronosticar con una hora de anticipación la evolución más probable del servicio. Las redes neuronales y los Support Vector Machine (SVM) son los modelos que entregan mejores resultados en esta difícil tarea.

12.4. Trabajos Futuros

Aún quedan muchos desafíos para los Servicios de Urgencia, pero actualmente ya están todas las condiciones para mejorar sustancialmente su funcionamiento y poder cambiar la visión histórica de ser un servicio con pésimo nivel de atención, producto de los altos tiempos de espera y de las grandes ineficiencias en sus procesos.

La clave para mejorar la situación de los servicios de urgencia, está en abordar la problemática con una mirada más amplia, considerando los servicios que interactúan con la urgencia y que influyen tremendamente en la calidad de la atención. Si no se mejora de forma integral, no sirve de mucho desarrollar proyectos internos innovadores, ya que el impacto será poco significativo.

El enfoque de Ingeniería de Negocios brinda una base muy sólida para comenzar a generar estos cambios tan profundos que requieren las Urgencia de Chile.

Bibliografía

1. **Emergency Medicine Practice Committee.** (2006). Approaching Full Capacity in the Emergency Department.
2. **Han JH, Zhou C,** Academy of Emergency Medicine. (2007). *The Effect of Emergency Department Expansion on Emergency Department Overcrowding.*
3. **Cristina Villa-Roel MD, Xiaoyan Guo, Brian R. Holroyd MD,** The American Journal of Emergency Medicine. (2012). The role of full capacity protocols on mitigating overcrowding in EDs.
4. **Oscar Barros,** Santiago, Chile. (2012). *Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI* (Vol. Versión 5).
5. **Oscar Barros 1, Richard Weber, Carlos Reveco, Eduardo Ferro and Cristian Julio.** (2011). *Demand Forecasting And Capacity Management For Hospitals.*
6. **Wang H1, Robinson RD2, Bunch K2, Huggins CA2, Watson K2, Jayswal RD2, White NC2, Banks B2, Zenarosa NR2,** ¹Department of Emergency Medicine. (2014). The inaccuracy of determining overcrowding status by using the National ED Overcrowding Study Tool.
7. **Tallesi Z1, Hosseinijad SM1, Khatir G1, Bozorghi F2, Gorji AM3, Gorji MA,** ¹Department of Emergency Medicine. (2014). The effect of new emergency program on patient length of stay in a teaching hospital emergency department of Tehran.
8. **Eduardo Olgún,** Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Chile (2004). Notas sobre Liderazgo y Gestión del Cambio.
9. **Chan H,** et al. World J Emerg Med. (2014). Lean techniques for the improvement of patients' flow in emergency department.
10. **Northington W,** et al. Am. J. of Emerg Med. (2005). Use of an emergency department by nonurgent patients.
11. **Shaw EK,** et al. J Health Care Poor Underserved. (2013). Decision-making processes of patients who use the emergency department for primary care needs.
12. **Tang N,** et al. JAMA. (2010). Trends and characteristics of US emergency department visits, 1997-2007.
13. **Instituto Nacional de Estadísticas.** (2011). Estadísticas en Salud, Compendio Estadístico.
14. **Olshaker JS.** Emerg Med Clin North Am. (2009). Managing emergency department overcrowding.

15. **Oredsson S**, et al. *Sand J trauma Resusc Emerg Med.* (2011). A systematic review of triage-related interventions to improve patient flow in emergency departments.
16. **Jody Crane MD, Chuck Noon PHD.** CRC Press. (2011). *The Definitive Guide to Emergency Department Operational Improvement.*
17. **Huddy John**, American College of Emergency Physicians. (2002). *Emergency Department Design. A Practical Guide to Planning for the future.*
18. **Australasian College for Emergency Medicine.** (2007). *Guidelines on Emergency Department Design.*
19. **Welch S**, et al. *Ann Emerg Med.* (2011). *Emergency Department Operational Metrics, Measures and Definitions: Results of the Second Performance Measures and Benchmarking Summit.*
20. **Jones P**, et al. *Emerg Med Austras.* (2012). *Selection and validation of quality indicators for the Shorter Stays in Emergency Departments National Research Project.*
21. **Hax, A.C.**, New York Dordrech Heidelberg London: Springer. (2010). *The Delta Model – Reinventing Your Business Strategy.*
22. **Reveco, C.**, Santiago, Universidad de Chile. (2011). *Pronóstico y análisis de la demanda de la sala de urgencia del hospital Luis Calvo Mackenna, y metodología para el cálculo de recursos críticos.*
23. **Vergara, C.**, Santiago, Universidad de Chile. (2012). *Mejora en la Gestión de Recursos y Calidad del Servicio en el Proceso de Atención de Urgencias en el Hospital Dr. Sótero del Río.*
24. **Gutierrez, S.**, Santiago, Universidad de Chile. (2013). *Monitoreo y Gestión de Pacientes en la Atención de Urgencias en el Hospital Exequiel González Cortés.*
25. **Quezada, A.**, Santiago, Universidad de Chile. (2013). *Diseño y Construcción del Proceso de Priorización de Pacientes en Lista de Espera Ambulatoria en el Hospital Exequiel González Cortés.*

Anexos

Anexo 1: Informe de Desempeño Mensual – Septiembre 2013.

Informe Resumen de Actividades Servicio de Urgencia Adulto Septiembre 2013

La demanda que tuvo el área de urgencia adulto fue 2.882, que representa un 3% de crecimiento respecto del mismo mes del año pasado. Sin embargo, la tasa de LWBS fue de un 10%, lo que se significa que 289 pacientes se fueron sin completar la atención, lo que genera un total de 2.796 atenciones en el mes (4% menos que septiembre-2012). Respecto a los pacientes hospitalizados, se admitió a un total de 481 personas, lo que corresponde un 19% del total de consultas.

En promedio se atendieron a 98 pacientes por día y la distribución por día de la semana fue la siguiente:

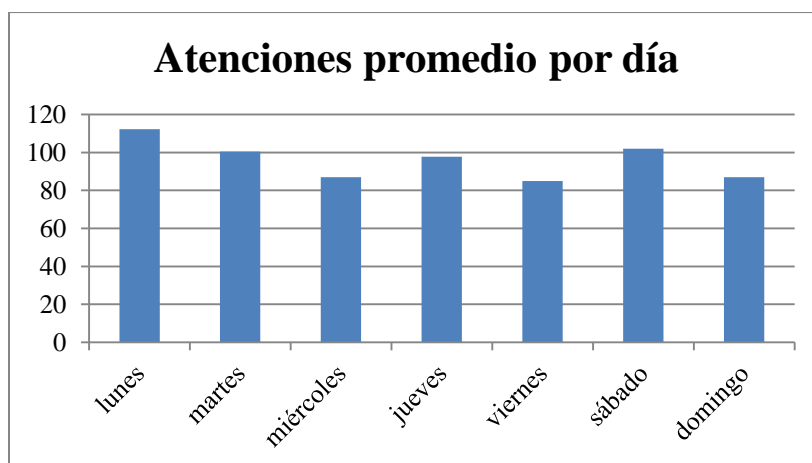


Ilustración 143: Distribución de atención por día de semana

La tasa de llegada por hora del día es muy similar para todos los días de semana con la siguiente distribución:

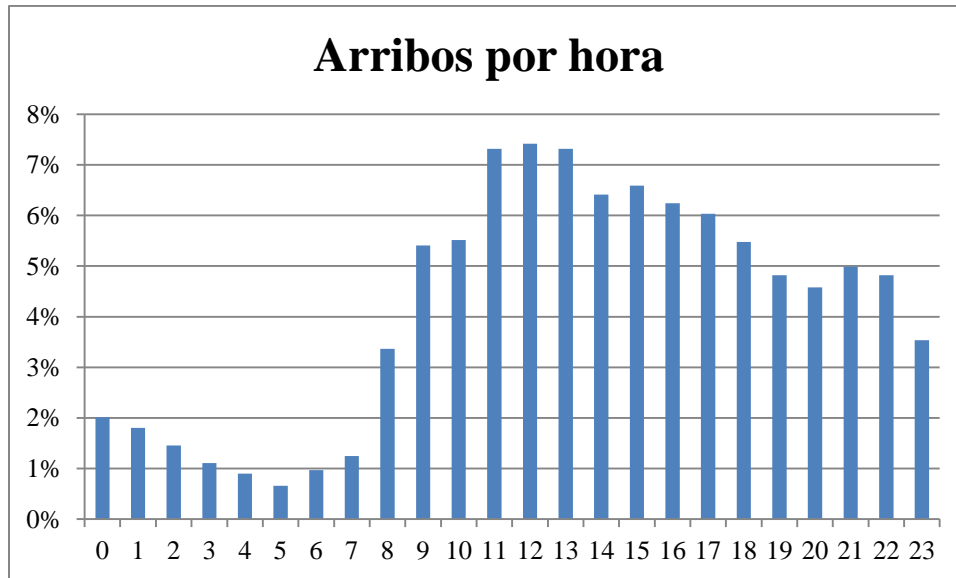


Ilustración 144: Distribución de llegadas según hora del día

Respecto de la previsión de los pacientes atendidos, esta corresponde a 45% FONASA, 51% ISAPRES y 4% otros.

Triage

Respecto del Indicador del Triage (% de pacientes con triage en menos de 15 minutos) este fue un 89%, superando por segundo mes consecutivo la meta propuesta del 85%.

Sobre la distribución de los niveles de triage, el siguiente gráfico resume la información:

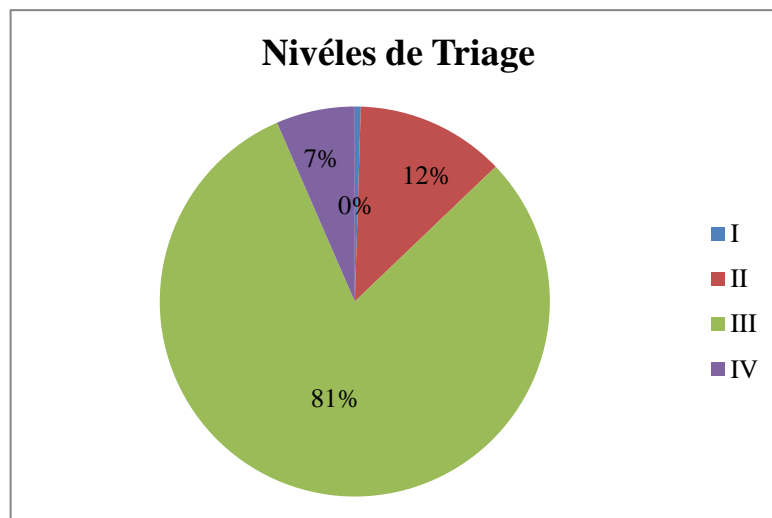


Ilustración 145: Distribución de Niveles de Triage

Tiempo de Espera a Primera Consulta Médica

En promedio el tiempo de espera por la primera consulta es de 46 minutos, pero esta es muy variable dependiendo del día y la hora. Los días más críticos son los jueves, lunes y martes, a partir del mediodía en adelante.

La siguiente tabla detalla el tiempo de espera a la primera consulta médica por hora y día:

Hora \ Día	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total
0	36	31	43	51	1	46	8	36
1	18	20	17	45	9	27	25	25
2	16	23	9	46	7	11	22	20
3	18	19	3	17	17	12	28	19
4	6	13	15	13	7	4	20	12
5	7	16	12	2	8	7	18	10
6	22	13	15	15	8	12	12	14
7	16	17	15	12	14	9	11	14
8	31	11	15	9	20	7	9	15
9	7	34	21	11	11	8	9	19
10	7	46	26	14	28	17	8	23
11	6	42	36	23	39	19	11	27
12	10	54	50	46	61	38	34	43
13	29	51	50	41	83	28	46	49
14	34	78	59	51	81	35	51	56
15	89	107	67	46	65	37	34	68
16	57	68	52	103	79	46	65	66
17	64	73	64	35	72	48	52	59
18	61	95	66	38	101	54	64	72
19	66	98	52	56	106	68	45	72
20	40	61	69	20	74	35	40	50
21	31	48	73	31	51	41	68	52
22	33	31	106	22	70	46	54	54
23	30	39	43	27	52	37	37	37
Total	38	55	50	37	58	35	41	46

Tabla 27: Tiempo de Espera según hora de la semana

Como se observa en la tabla, los tiempos de espera son bastante altos, en promedio más de una hora y media, los días de semana entre las 14 y 19 hrs.

El máximo tiempo de espera se da los lunes a las 3 de la tarde, con 107 minutos.

Tiempos de Atención (LOS)

Los tiempos de atención a la alta médica para pacientes hospitalizados y dados de alta fueron:

	Alta Médica
Alta Domicilio	2, 8 horas
Hospitalizados	3,7 horas
Promedio	3,0 horas

Tabla 28: LOS según destino de paciente

Para los pacientes hospitalizados a esta cifra hay que sumarle el tiempo de espera de cama para saber el tiempo real de estadía en urgencia:

	Hospitalizados
Alta Médica	3,7 horas
Espera de Cama	4,5 horas
Estadía Total	8,2 horas

Tabla 29: Espera de Hospitalización

El tiempo de espera de cama también es muy variante en relación al día y a la hora. Los miércoles y jueves en la tarde son los días más críticos para hospitalizar, en cambio los lunes y martes en la tarde son más razonables. EL detalle se muestra a continuación:

Día / Turno	DIA	NOCHE	Total genera
domingo	415	321	383
lunes	219	169	211
martes	178	190	180
miércoles	169	463	250
jueves	199	856	377
viernes	183	226	195
sábado	273	266	271
Total	235	373	271

Tabla 30: Tiempo de Espera de Cama (en minutos)