



Proyecto Final de Ingeniería Industrial

**La Ingeniería Industrial en los Sistemas de Salud:  
Desarrollo e Implementación de un Modelo de  
Simulación Discreta**

Caso de aplicación en Clínica La Pequeña Familia

Autores:

Bustos Fernández, Marcos

Noriega, Joaquín

Petraglia, Lucas

Tutor: Dr. Francisco Redelico



Los autores agradecen a todo el personal de Clínica La Pequeña Familia que de alguna manera colaboró con este proyecto. Sin su soporte y contribuciones, la realización de este trabajo no hubiera sido posible.



## Resumen ejecutivo

Clínica La Pequeña Familia es una clínica de alta complejidad ubicada en la ciudad de Junín. Sin embargo, su influencia se extiende en un radio aproximado de unos 200 kilómetros, por lo que en términos de demanda, sólo alrededor de un 30% de los pacientes pertenecen a la ciudad donde se encuentra situada.

Desde su fundación en 1994 hasta la fecha, su crecimiento ha sido ininterrumpido tanto en calidad, como en capacidades de servicio. Consecuencia de ello, existen algunos problemas operativos que surgen, en parte, de los procesos de adaptación de la institución a la demanda creciente.

La Clínica actualmente presenta un grado de saturación en una de sus áreas críticas: el sector de Internación General. El principal síntoma de esta condición es el incremento en el número de pacientes rechazados por falta de camas. Para el año 2013, la tasa de rechazos se encontró entre el 4,8% y el 5,2%, con lo cual se estima que se rechazaron alrededor de 277 pacientes. Se estima, además, que esta cantidad representa alrededor de \$ 2.000.000 en ingresos brutos que actualmente no se perciben.

A través del estudio y análisis de la Clínica, se han determinado diferentes oportunidades de mejora para solucionar los problemas que actualmente se presentan, y mantener el funcionamiento de la Clínica en condiciones óptimas en el mediano plazo.

Para analizar el impacto de las propuestas, se desarrolló un modelo de simulación discreta que permitió no sólo medir cuantitativamente el efecto de las mejoras, sino encontrar aquella combinación de alternativas que resultara óptima en términos operativos. En una segunda instancia, las alternativas se evalúan económicamente para determinar su viabilidad.

La mejora propuesta, consiste en un aumento de la capacidad del área de internación en 4 camas, conjuntamente con la implementación de nuevas políticas de programación de procedimientos quirúrgicos. Estas políticas, son el resultado de la implementación de un modelo de programación lineal desarrollado en conjunto con el personal de planificación de la Clínica.

Con una inversión de poco más de \$ 1,7 millones, cuyo período de recuperación se estima en 5,5 años, se logra reducir la tasa de rechazos del 5% al 1,8%; y se proyecta que la misma se mantendrá por debajo del 3% durante los siguientes 7 años.



## Contenido

Lista de figuras .....	iv
Lista de tablas .....	v
Lista de gráficos .....	viii
1. Introducción.....	1
1.1 Contexto.....	2
1.1.1 El sistema de salud argentino .....	2
1.1.2 El sistema privado .....	3
1.1.3 Región Sanitaria III de la Provincia de Buenos Aires.....	4
1.1.4 Sistema de salud en Junín.....	5
1.2 Clínica La Pequeña Familia.....	7
1.2.1 Breve reseña histórica .....	7
1.2.2 Análisis de la demanda .....	8
1.2.3 Mercado.....	11
1.2.4 Posicionamiento .....	12
1.3 Objetivos del Trabajo.....	14
2. Entendimiento de la situación .....	16
2.1 Introducción al proceso de internación.....	16
2.2 Recolección de datos .....	18
2.3 Definición de variables.....	19
2.3.1 Días-cama y % de ocupación .....	19
2.3.2 Número de rechazos.....	21
2.3.3 Relación entre % de rechazos y % de ocupación.....	21
2.4 Situación actual del área de Internación General en la Clínica .....	22
2.5 Análisis de las variables involucradas .....	24
2.5.1 Ocupación: análisis preliminar, evolución en el tiempo y estacionalidad .....	24
2.5.2 Rechazo de pacientes: principal síntoma de saturación .....	33
2.6 Perspectiva a futuro.....	34
2.7 Definición concreta del problema .....	35
3. Oportunidades de mejora.....	37
3.1 Variables a analizar .....	37

3.2 Alternativas .....	38
3.2.1 Enfoque en cantidad de pacientes.....	38
3.2.2 Enfoque en tiempo de internación .....	40
3.2.2.1 Demoras en la emisión del alta médica .....	41
3.2.2.2 Demoras en el proceso de interface .....	43
3.2.3 Enfoque en la organización del servicio: programaciones.....	46
3.2.3.1 Desarrollo teórico del modelo de programación lineal .....	51
3.2.3.2 Resultados de la optimización .....	53
3.2.4 Enfoque en la cantidad de recursos.....	56
3.2.4.1 Análisis de la demanda.....	58
3.3 Evaluación preliminar de alternativas.....	61
4. Evaluación de alternativas mediante simulación discreta.....	63
4.1 Introducción a la simulación .....	63
4.2 Descripción del método .....	64
4.3 Diseño del modelo.....	68
4.3.1 Introducción .....	68
4.3.2 Modelo conceptual .....	69
4.3.3 Recolección y análisis de datos de entrada .....	71
4.3.3.1 Recolección de datos.....	71
4.3.3.2 Identificación de distribuciones .....	72
4.3.4 Llegadas de pacientes .....	73
4.3.5 Tiempos de internación y altas médicas .....	80
4.3.6 Asignación de diagnósticos .....	84
4.3.7 Otras consideraciones .....	84
4.4 Validación del modelo.....	86
4.5 Análisis de alternativas.....	92
4.5.1 Reprogramación de procedimientos quirúrgicos .....	92
4.5.2 Incremento del número de camas en el área de Internación General.....	96
4.5.3 Estrategia mixta: incremento del número de camas y reprogramación de servicios.....	98
5. Evaluación económica de las alternativas.....	101
5.1 Habitaciones simples vs. Habitaciones dobles.....	101

5.2 Metodología de análisis .....	102
5.2.1 Ingresos marginales .....	102
5.2.2 Costos marginales.....	103
5.2.3 Tipo de cambio e inflación.....	105
5.3 Análisis económico de alternativas .....	106
6. Conclusiones .....	108
Anexo 1: planilla de rechazos .....	110
Anexo 2: distribuciones por diagnóstico .....	111
Anexo 3: Tasa de cambio e inflación proyectada para el período 2015-2024 .....	114
Anexo 4: Cálculo del WACC.....	115
Anexo 5: cuadro de resultados proyectado al agregar 8 habitaciones .....	117
Anexo 6: flujo de fondos proyectado al agregar 8 habitaciones.....	118
Anexo 7: cuadro de resultados proyectado al agregar 4 habitaciones y reprogramaciones .....	119
Anexo 8: flujo de fondos proyectado al agregar 4 habitaciones y reprogramaciones.	120
Bibliografía .....	121

## Lista de figuras

Figura 1 – Representación gráfica de la Región Sanitaria III. ....	4
Figura 2 – Representación gráfica de la demanda en la que se destacan todas las ciudades con una representación porcentual de la demanda mayor al 2% (Junín, Chacabuco, Nueve de Julio, Rojas, General Viamonte, Colon, Lincoln, General Arenales, Pergamino, Vedia, Bragado y Salto).....	10
Figura 3 – Esquema del proceso de internación .....	18
Figura 4 - Esquema de variables a analizar para la propuesta de oportunidades de mejora. ....	37
Figura 5 – Esquema del proceso de recambio de pacientes. Particularmente, a las etapas comprendidas entre el egreso del paciente y el ingreso de un nuevo paciente se lo conoce como proceso de interface.....	40
Figura 6 - Esquema del modelo propuesto para la reprogramación de pacientes, el mismo es meramente ilustrativo y su único fin es explicar el enfoque del modelo de análisis del tipo de pacientes. ....	49
Figura 7 – Esquema del proceso de desarrollo del modelo de simulación.....	65
Figura 8 – Diagrama de modelo conceptual. ....	70
Figura 9 – Captura de pantalla del resultado de “Batch Fit” de la herramienta Crystal Ball para la muestra de tiempos entre llegadas en el horario de 10 a 10:30 hs un día jueves. ....	76
Figura 10 – Captura de pantalla de la primera sección del modelo de simulación. El área que encierra el cuadrado corresponde al proceso de simulación de entradas mediante el método Thinning. ....	78
Figura 11 – Esquema de información disponible e información faltante. En color oscuro se marca la información disponible y en colores claros la parte del proceso que no queda registrada y debe ser inferida. ....	78
Figura 12 – Esquema de estimación de información faltante. ....	79
Figura 13 – Captura de pantalla de la plantilla replicable para el estudio individual de diagnósticos. En este caso, se muestra el resultado para el diagnóstico FMQ, que significa fuera de módulo quirúrgico. El número indicado como Grand Total es el total de casos para el diagnóstico en particular, 590 en este caso. Luego, se realizan todos los caminos posibles hasta el paso 4, indicando la cantidad de pacientes en cada caso. Además, se incluye un resumen para todos los casos posibles de 4 pasos en la esquina inferior izquierda.....	81
Figura 14 – Gráficos de ajuste de distribución, para el camino Internación-Alta correspondiente al diagnóstico FMQ.....	82

## Lista de tablas

Tabla 1 – Camas en centros asistenciales por sector. Incluye establecimientos de tipo mixto. ....	3
Tabla 2 – Distribución de la población por nivel Socioeconómico en la provincia de Buenos Aires. Tercer Trimestre 2010 (INDEC). ....	5
Tabla 3 – Distribución de camas por sector para la Región Sanitaria III. ....	5
Tabla 4 - Distribución de camas por sector en la ciudad de Junín (2010). Municipalidad de Junín. ....	5
Tabla 5 - Hospitales en Junín. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires (Dirección de Estadísticas e Información en Salud). ....	6
Tabla 6 - Porcentaje de población en Junín por tipo de cobertura médica (Junio 2013). EHE Dirección Provincial de Estadística. ....	7
Tabla 7 - Tabla de distribución de la demanda en base a la ciudad de procedencia del paciente. Los datos de camas fueron provistos por el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires y los datos poblacionales surgen del Censo del año 2010. El número de pacientes surge de los registros de internaciones de la Clínica en todas sus áreas. ....	9
Tabla 8 - Market Share de las ciudades que componen el 80% de la demanda (internaciones) de la Clínica. ....	12
Tabla 9 - % de ocupación por sector para el año 2013 en Clínica La Pequeña Familia. Nótese que “Sala Común” se refiere a la suma de los sectores de internación A y B, lo que en el presente trabajo denominamos Internación General. ....	23
Tabla 10 – La tabla incluye datos numéricos de días cama, cantidad de pacientes y duración promedio de la estadía para los 3 años analizados, para cada uno de los servicios. ....	28
Tabla 11 - Cálculo de estacionalidad por mes, teniendo en cuenta los tres años consecutivos comprendidos en el periodo 2011-2013. Se toma al año 2011 como base para el cálculo. Notar que se tomaron los días cama total por mes divididos por la cantidad de días de ese mes para que la cantidad de días del mes no distorsione la realidad. ....	31
Tabla 12 - Duración estimada de las actividades del proceso de interface. ....	45
Tabla 13 – Duración estimada de las actividades del proceso de interface teniendo en cuenta las mejoras de eficiencia que se destacan para cada actividad. ....	46
Tabla 14 - Tabla de reprogramación para Histerectomía. Los valores propuestos surgen del modelo de optimización lineal. A partir de ello se calcula una distribución de casos propuesta que sirve como estimación de la posible reprogramación a implementar en el futuro. ....	53
Tabla 15 - Tabla de reprogramación para Artroscopía simple. Los valores propuestos surgen del modelo de optimización lineal. A partir de ello se calcula una distribución de	

casos propuesta que sirve como estimación de la posible reprogramación a implementar en el futuro.....	54
Tabla 16 - Tabla de reprogramación para Parto por cesárea. Los valores propuestos surgen del modelo de optimización lineal. A partir de ello se calcula una distribución de casos propuesta que sirve como estimación de la posible reprogramación a implementar en el futuro.....	54
Tabla 17 - Tabla de reprogramación para Colectomía laparoscópica. Los valores propuestos surgen del modelo de optimización lineal. A partir de ello se calcula una distribución de casos propuesta que sirve como estimación de la posible reprogramación a implementar en el futuro. ....	55
Tabla 18 - Cálculo del aumento aproximado de las internaciones anuales por ciudad en base a un aumento del 50% del market share en un período de 10 años para todas las ciudades menos Junín. ....	60
Tabla 19 – Matriz de impacto, factibilidad, costo y tiempo de implementación estimados para cada alternativa.....	62
Tabla 20 – Descripción de los datos de entrada y sus fuentes .....	68
Tabla 21 – Descripción de los datos de salida y sus objetivos .....	69
Tabla 22 – Resultados numéricos de las pruebas de bondad de ajuste. Se muestran todas las distribuciones testeadas ordenadas según el resultado del estadístico de Anderson-Darling. ....	77
Tabla 23 – Caminos creados para poder representar prácticamente la totalidad de los pacientes de la muestra. Se observan dos grupos (Otros y Lar) con sus respectivos caminos. ....	83
Tabla 24 – Tabla comparativa de las mediciones históricas de cantidad de internaciones vs. Simuladas para el año 2013. Se encuentran clasificadas por tipo de día para mostrar el ajuste estacional y la diferencia de las discrepancias en cada día.....	86
Tabla 25 - Tabla comparativa de las mediciones históricas de los días cama vs. Simuladas para el año 2013. Se encuentran clasificadas por tipo de día para mostrar el ajuste estacional y la diferencia de las discrepancias en cada día. ....	87
Tabla 26 – Resultados de la simulación para el período Enero-Agosto de 2014, en base a 5 escenarios, cada uno con diferente crecimiento de la demanda. ....	90
Tabla 27 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios posibles, sin considerar ninguna modificación en el sistema.....	94
Tabla 28 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios posibles, considerando la reprogramación de procedimientos quirúrgicos según las políticas propuestas.....	94
Tabla 29 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios, considerando una adición de camas de 4 unidades. ....	97

Tabla 30 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios, considerando una adición de camas de 8 unidades.....	97
Tabla 31 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios, considerando la reprogramación de servicios quirúrgicos junto con la adición de 4 camas.....	100
Tabla 32 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios, considerando la reprogramación de servicios quirúrgicos junto con la adición de 8 camas.....	100

## Lista de gráficos

Gráfico 1 - Porcentaje de pacientes internados en LPF según tipo de cobertura. Promedio de los años 2011 a 2013.....	14
Gráfico 2 – Gráficos de Cantidad de camas vs. % de ocupación para distintos % de rechazo. Estos gráficos se construyen en base a las tablas elaboradas por R. Jones, en el artículo “Bed Management”. Véase la bibliografía para mayor información. ....	22
Gráfico 3 - Evolución de la ocupación del área de Internación General de la Clínica durante el período 2011-2013. La línea punteada representa la recta de tendencias en base a una regresión lineal.....	25
Gráfico 4 – Gráfico de cantidad de internaciones por mes para el período comprendido entre 2011 y 2013. La recta punteada es el resultado de la regresión lineal y se incluye para demostrar la evolución creciente de la variable.....	26
Gráfico 5 – Gráfico del promedio de duración de estadía de los pacientes en el área de Internación General. Los promedios se calculan por cada mes para los 36 meses del período 2011-2013. Se incluye, como recta punteada, el gráfico de la regresión lineal en base a los datos históricos. ....	27
Gráfico 6 – Gráfico de la evolución de la distribución de los servicios de internación a lo largo del tiempo. Se incluyen los 6 servicios más representativos en base a la cantidad de días camas que implican. ....	28
Gráfico 7 - Gráfico del coeficiente de estacionalidad para cada uno de los meses del año. El gráfico se basa en los coeficientes calculados en la tabla anterior. ....	31
Gráfico 8 – Gráfico de ocupación para el área de Internación General por tipo de día para cada uno de los años comprendidos entre 2011 y 2013. ....	32
Gráfico 9 – El gráfico representa el promedio de ingreso de pacientes por tipo de día y por servicio para el período 2011-2013.....	33
Gráfico 10 – Gráfico de cantidades de altas médicas por hora para cada tipo de día en base a los datos históricos registrados para el año 2013. ....	42
Gráfico 11 – Gráfico de estacionalidad por tipo de día para el área de Internación General en base al promedio de ocupación del año 2013. ....	47
Gráfico 12 – Gráfico comparativo entre los promedios diarios de ocupación durante 2013 y aquél calculado efectuando las reprogramaciones propuestas anteriormente. ....	55
Gráfico 13 - Distribución de las ciudades de origen de los pacientes internados. La estimación del año 2024 corresponde a un aumento del 50% de la demanda fuera de Junín. ....	59
Gráfico 14 – Gráfico del promedio de internaciones por hora para los días lunes y martes en los sectores de Internación General y Terapia en base al registro histórico del año 2013.....	75

Gráfico 15 – Gráfico del promedio de internaciones por hora para los días Sábado y Domingo en los sectores de Internación General y Terapia en base al registro histórico del año 2013. ....	75
Gráfico 16 – Representación gráfica de los arribos históricos reales vs. Los valores obtenidos de la simulación. Se incluyen los intervalos de confianza de 95% para ambas variables. ....	87
Gráfico 17 - Representación gráfica de los días cama promedio históricos reales vs. los valores obtenidos de la simulación. Se incluyen los intervalos de confianza de 95% para ambas variables. ....	88
Gráfico 18 – Gráfico de ocupación promedio mensual comparando los promedios históricos con aquellos provistos por el modelo de simulación. ....	89
Gráfico 19 – Gráfico de la cantidad de pacientes que se internaron en el período Enero-Agosto de 2014, para cada uno de los escenarios simulados. Se incluyen los intervalos de confianza al 95% y el valor real observado. ....	91
Gráfico 20 – Gráfico de la ocupación del área de internación para cada uno de los escenarios simulados, correspondientes al período Enero-Agosto de 2014. Se incluyen los intervalos de confianza al 95% y el valor real observado. ....	91
Gráfico 21 – Rechazos simulados para 2014 comparando el estado actual del sistema vs el sistema con la reprogramación de servicios quirúrgicos en base a las políticas propuestas. Se incluyen los intervalos de confianza del 95%. ....	93
Gráfico 22 – Curva de utilización para el sistema en el estado actual, es decir, sin modificaciones. El eje vertical representa la cantidad de pacientes internados y el horizontal el porcentaje de rechazos. ....	95
Gráfico 23 – Gráfico de curvas de utilización para el estado actual y la situación simulada con las reprogramaciones. El eje vertical representa la cantidad de pacientes internados y el horizontal el porcentaje de rechazos. ....	95
Gráfico 24 – Gráfico de comparación de alternativas entre aquella correspondiente al sistema simulado sin modificaciones y las diferentes alternativas de adición de camas: 4, 8 y 12. Se toma como base al año 2014. Se incluyen los intervalos de confianza del 95%. ....	96
Gráfico 25 – Gráfico de curvas de utilización, incluyendo todas las alternativas de adición de camas analizadas sin reprogramación de servicios quirúrgicos. ....	98
Gráfico 26 – Gráfico de la cantidad de rechazos estimados para cada una de las alternativas de adición de camas, considerando además el impacto de la reprogramación de servicios quirúrgicos. Se incluyen los intervalos de confianza del 95%. ....	99
Gráfico 27 – Gráfico comparativo en base al número de rechazos estimados para cada alternativa; considerando la reprogramación, la adición de una cama y la adición de 2 camas. Se incluyen los intervalos de confianza del 95%. ....	99

Gráfico 28 – Distribución de costos variables basada en los registros históricos de costos del año 2014.....	103
Gráfico 29 – Distribución de costos fijos basada en los registros históricos de costos del año 2014.....	104

## 1. Introducción

Este trabajo pretende analizar Clínica La Pequeña Familia desde la óptica de la Ingeniería Industrial, aplicando herramientas propias de esta rama para proponer mejoras en el funcionamiento de este centro de salud en el mediano y largo plazo. El sector de salud es un ámbito donde dichas herramientas no se aplican exhaustivamente como sí se hace en otros sectores. Si bien en otros países, y sobre todo en Estados Unidos, la Ingeniería Industrial ha demostrado su potencial de mejora en los sistemas de salud; en nuestro país aún no se reconoce esta oportunidad.

En este caso en particular, tenemos la posibilidad de acceder al sistema real e interactuar con los principales actores de una clínica de alta complejidad localizada en el interior del país. Creemos que este trabajo puede mejorar el entendimiento del sistema complejo que representa la Clínica, e introducir cambios y mejoras sustanciales en los procesos involucrados. Si bien las mejoras se enfocarán en la eficiencia de la Clínica, pensamos que tendrá un impacto en la atención y, consecuentemente, en todos los pacientes de la zona que diariamente acuden al centro por atención médica.

La herramienta principal que se utilizará en este trabajo es la Simulación de Eventos Discretos. Simulación es el proceso de diseñar y crear un modelo computarizado de un sistema real con el propósito de conducir experimentos numéricos para entender el sistema en ciertas condiciones. Una Simulación de Eventos Discretos es el modelado de un sistema en el cual las variables presentan variaciones sólo en momentos específicos del tiempo. Esta es una herramienta recomendada cuando se trabaja con sistemas complejos y no se pueden utilizar modelos matemáticos para abordarlos. Por sus características, la simulación es muy útil cuando se abordan problemas en el sector de salud debido a que las clínicas trabajan con muchas variables y eventos aleatorios. La simulación discreta ha demostrado su gran utilidad en numerosos casos prácticos que incluyen: determinación de la capacidad de hospitales, mejoras en el uso de recursos y turnos de personal, rediseño de procesos y layout, entre muchos otros.

En un sentido más amplio, creemos que abordar este tema con seriedad es un punto de partida para mejorar la eficiencia de la atención médica en general, y que las conclusiones que saquemos podrían servir como incentivo para abordar acciones de mejora en otros centros médicos.

### 1.1 Contexto

#### 1.1.1 El sistema de salud argentino

En la actualidad el sistema nacional de salud se encuentra fuertemente fragmentado y desarticulado. Dicho sistema se encuentra dividido en tres subsistemas bien definidos. En primer lugar tenemos un sector público que pretende dar cobertura médica a toda la población y no logra llegar a los sectores más carenciados. En segundo lugar encontramos al subsector de las Obras Sociales que busca dar cobertura a los trabajadores por rama de producción pero que deja de lado a los desempleados y trabajadores informales. Por último encontramos al sector privado que apunta a los estratos sociales con mayor poder adquisitivo. Dicho sector está logrando cada vez más una mayor penetración como prestador del subsector de obras sociales.

- Sistema público: conformado por los hospitales públicos y los centros de atención primaria de salud. Esta bajo la coordinación de Ministerios y Secretarías de la Salud, ya sea a nivel nacional, provincial o municipal. Presta servicios gratuitos potencialmente a toda la población, no obstante sólo aproximadamente un 35% de la misma acude a estos centros de salud.
- Obras sociales: el financiamiento de estas entidades es a través de contribuciones de empleados y empleadores, aproximadamente un 10% de la nómina salarial. Este sector se expandió notablemente por el aumento del poder de los sindicatos/gremios laborales desde los gobiernos de Perón llegando hoy en día a contar con el 50% de la población.
- Sistema privado: es el que presenta los servicios más variados. Se financia con el aporte prepago de los usuarios, que poseen generalmente un ingreso medio alto. Aproximadamente representa un 15% de la población. Es importante destacar que más del 50% de las personas que pertenecen al sector privado también posee obra social, teniendo así una doble cobertura.

Cabe destacar además que, según datos de 2010, aproximadamente el 36.1% de la población total de la Argentina no tiene ninguna cobertura de salud. Una cifra que ha ido disminuyendo a lo largo del tiempo si se tiene en cuenta que en el año 2001 había un 48.1% de la población sin cobertura. Dicho porcentaje se acerca bastante al porcentaje de usuarios del sistema de salud público<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Datos extraídos de la decimosexta publicación de la serie de indicadores básicos desarrollada por el Ministerio de Salud y la Organización Panamericana de la Salud.

### 1.1.2 El sistema privado

Hacia fines de los años 70 aparecieron los primeros sistemas prepagos. Estos no contaban con instalaciones propias y subcontrataban servicios a sanatorios y clínicas. Estas empresas de medicina prepaga presentaban una oferta de precios y servicios cubiertos superior al provisto por las obras sociales.

Como se mencionó antes, este sector se financia a partir del aporte de sus usuarios por anticipado, que por lo general tienen medianos y altos ingresos. Entre 1969 y 1995 el sector privado tuvo un gran crecimiento en la cantidad de centros asistenciales en el país. Mientras que a fines de la década de los años sesenta, sus establecimientos representaban un tercio del total nacional, a mediados de los noventa superaban el 50%. A su vez la capacidad instalada en dicho sector se duplicó entre 1969 y 1995 pasando de 30.095 a 67.243 camas.

Año	1969		1980		1995		2000	
	Camas	%	Camas	%	Camas	%	Camas	%
Sector Público	97.688	74	91.034	62	84.094	54	81.816	53
Obras Sociales	4.977	2	8.045	6	4.403	3	3.947	3
Sector Privado	30.095	22	46.611	32	67.243	43	67.233	44
Total(*)	133.847	100	145.690	100	155.822	100	152.996	100

Tabla 1 – Camas en centros asistenciales por sector. Incluye establecimientos de tipo mixto.

A partir del año 1997 con la entrada en vigencia de la Ley N° 24754, las empresas de medicina prepaga comenzaron a estar obligadas a cubrir, como mínimo y en todos los diferentes planes que ofrezcan -básicamente- todas las prestaciones previstas en el Plan Médico Obligatorio (PMO). Estas son prestaciones básicas referidas a atención primaria y secundaria, internación, tratamientos ambulatorios, odontológicos, plan materno infantil, prótesis y medicamentos, entre otras prestaciones que hoy en día son de cumplimiento obligatorio para las empresas. Tras varios proyectos de regulación de la medicina privada, pocos o ninguno han prosperado por lo que las empresas de medicina prepaga solo están obligadas a cumplir con el PMO y las restricciones que les imponga la Asociación de Defensa al Consumidor.

### 1.1.3 Región Sanitaria III de la Provincia de Buenos Aires

Clínica La Pequeña Familia se encuentra en la región sanitaria III<sup>2</sup> de la Provincia de Buenos Aires. Esta región comprende los municipios de General Viamonte, Chacabuco, Junín, General Arenales, Leandro N. Alem, General Pinto, F. Ameghino y Lincoln. En dicha región funcionan aproximadamente 85 centros de primer nivel. La sede de R.S. III se encuentra en la ciudad de Junín. La Región Sanitaria III está ubicada en el Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, limita al norte con la Provincia de Santa Fe, al sudoeste con R.S. II, al sudeste con R.S. X y al Noroeste con R.S. IV. La superficie territorial es de 20.002 km<sup>2</sup>, con un total de 256.752 habitantes.

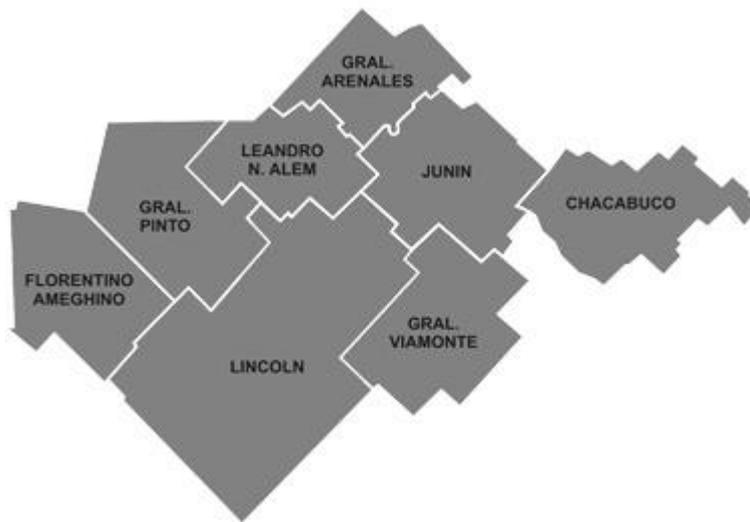


Figura 1 – Representación gráfica de la Región Sanitaria III.

Por las características de la zona, están muy desarrolladas tanto las actividades agrarias como las ganaderas. Fuera de éstas, las actividades destacables son principalmente de servicios, siendo más significativas en la ciudad de Junín, con baja preponderancia de lo industrial.

La población es eminentemente urbana con baja incidencia rural. Los estratos sociales se configuran dentro de los estándares provinciales, fuera del cordón del conurbano metropolitano.

En cuanto a la distribución del nivel socioeconómico en la región donde se sitúa la Clínica se puede considerar que es similar a la distribución media de los partidos de la provincia de Buenos Aires sin considerar a los partidos del conurbano bonaerense.

---

<sup>2</sup> Información extraída de <http://www.ms.gba.gov.ar/>, página del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires.

Distrito	ABC1	C2	C3	D1	D2E
Ciudad de Bs. As.	18,3%	26,1%	25,8%	23,8%	6,0%
Partidos GBA	5,0%	11,5%	27,9%	38,1%	17,5%
Resto Pcia. Bs. As.	<b>4,7%</b>	<b>17,8%</b>	<b>30,7%</b>	<b>33,1%</b>	<b>13,6%</b>
Pcia. Bs. As.	4,9%	13,7%	28,9%	36,4%	16,2%

Tabla 2 – Distribución de la población por nivel Socioeconómico en la provincia de Buenos Aires. Tercer Trimestre 2010 (INDEC).

Sector	Camas	Porcentaje
Sector Público Provincial	156	8,73%
Sector Público Municipal	850	47,60%
Sector Privado	780	43,67%
Total	1.786	100%

Tabla 3 – Distribución de camas por sector para la Región Sanitaria III.

Esto implica una media de 6,96 camas por cada 1000 habitantes. Además, de acuerdo a los datos provistos por el Ministerio de salud de la Provincia de Buenos Aires, el porcentaje de ocupación promedio de las camas es del 71,8%.

#### 1.1.4 Sistema de salud en Junín

La ciudad de Junín está ubicada al Noroeste de la provincia de Buenos Aires. Pertenece a la Región Sanitaria III y cuenta con una población de 90.305 habitantes (Censo 2010) y una densidad de 40 hab. /km<sup>2</sup>.

En el ámbito de la región sanitaria en la que se encuentra, cuenta con el único hospital interzonal de dicha circunscripción (Hospital Interzonal Gral. De Agudos Abraham Piñeyro de Junín), cubriendo las necesidades de la zona de influencia. En el año 2010, había un total de 672 camas de las cuales 156 pertenecen al Sector Público y 516 al Sector Privado. A su vez, por cada Centro de Atención Primaria de Salud de la ciudad había en el año 2008 un total de 1.913 habitantes.

Junín	Camas	Porcentaje	Porcentaje sobre RS III
Sector Público	156	23,21%	15,5% (sobre RS III Público)
Sector Privado	516	76,79%	66,15% (sobre RS III Privado)
Total Junín	672	100%	37,63% (sobre RS III Total)

Tabla 4 - Distribución de camas por sector en la ciudad de Junín (2010). Municipalidad de Junín.

La capacidad de los hospitales se podría decir que está sobredimensionada para la población de la ciudad, sin embargo compensa la falta de infraestructura, tecnología y capacidad de otras ciudades de la región. En lo que respecta a La Pequeña Familia en particular, aproximadamente el 60% de los pacientes que se internan provienen de los alrededores de Junín, ciudades como Chacabuco, Lincoln o Chivilcoy. En algunos casos también provienen de ciudades más grandes en población como Pergamino que cuenta con 104.922 habitantes y que se encuentra a 90 km de Junín; con una capacidad de 500 camas aproximadamente. Si bien la capacidad no es baja, la carencia de infraestructura

#### 1. Introducción

y tecnología hace que muchos habitantes viajen a Junín para recibir un mejor nivel de atención médica. En este caso, un 3% de los pacientes internados en la Clínica La Pequeña Familia provienen de Pergamino.

La cantidad de camas por habitante en Junín es de 7,44 camas/1000 habitantes, mayor que el promedio de la Región Sanitaria III de 6,96 camas/1000 habitantes. Ambos indicadores son muy superiores al promedio general del país de 4 camas/1000 habitantes, lo que demuestra efectivamente que dicha región, y en particular la ciudad de Junín, conforma uno de los polos asistenciales más importantes de la provincia de Buenos Aires en los que se refiere a calidad y capacidad.

Hospitales en Junín	Dependencia	Camas (año)	Porcentaje
Hospital Interzonal Gral. De Agudos Abraham Piñeyro de Junín A	Provincial	126 (1995)	18,39%
Clin. Med Quirúrgica Sanatorio Junín	Privado	116 (1995)	16,93%
Clínica LPF	Privado	100 (2014)	14,60%
Policlin. Ferroviario Eva Peron	Obra Social	90 (1995)	13,14%
Sanatorio Junín	Privado	75 (2014)	10,95%
Hospital Interzonal Gral. De Agudos Abraham Piñeyro de Junín B	Provincial	52 (1995)	7,59%
Clínica Centro Médico Privado SRL	Privado	49 (1995)	7,15%
Clin. Inst Med de la Comunidad SA	Privado	49 (1995)	7,15%
Clin. Priv. Santa Ana SA	Privado	28 (1995)	4,09%
<b>Total</b>		<b>725</b>	<b>100%</b>

Tabla 5 - Hospitales en Junín. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires (Dirección de Estadísticas e Información en Salud).

En la tabla 5 se puede observar como es la distribución del total de camas en la ciudad de Junín por hospital. Debido a que no se encontraron datos actualizados, la tabla se realizó con datos del año 1995 y del 2014. Se puede observar que las camas del sector público bajaron de 178 a 156 y que la oferta de camas del sector privado se mantuvo estable.

En cuanto al tipo de cobertura médica en la ciudad de Junín se puede observar que el sector que más crecimiento tuvo en los últimos años fue el sector de las obras sociales que creció un 16% en los últimos 7 años y es el elegido por el 71,2% de los habitantes. El porcentaje de población que no tiene seguro de salud y que es en mayor medida los que asisten al sistema público se mantuvo constante en un 24%.

Cobertura Médica	Porcentaje
Obra Social	71,2%
Prepaga/Mutual	8,5%
Serv. de Emerg.	8,4%
Coseguro	3,7%
No tiene	24,1%
Ignorado	0,2%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Tabla 6 - Porcentaje de población en Junín por tipo de cobertura médica (Junio 2013). EHE Dirección Provincial de Estadística.

## 1.2 Clínica La Pequeña Familia

### 1.2.1 Breve reseña histórica

Clínica La Pequeña Familia es una clínica de alta complejidad que fue fundada en 1994 con el objetivo de desarrollar un proyecto integral de la asistencia de la salud en el marco de un ambiente natural. La Clínica está localizada en las afueras de la ciudad de Junín en la ruta 188.

Hoy en día el Grupo La Pequeña Familia además de contar con la Clínica, cuenta con una obra social y un prepago llamados LPF Medicina Integral y LPF Medicina Prepaga respectivamente. Éstos brindan planes de salud en el noroeste de la provincia de Buenos Aires y el sur de la provincia de Santa Fe.

Los fundadores definieron la misión de la compañía como: “Ser el centro de referencia para la atención de la salud en la región, en el que la diferenciación la constituya la excelencia científica y tecnológica, y su calidez humana”. De esta forma, uno de los principales objetivos de la empresa ha sido simplificar<sup>3</sup> la atención médica de la población del noroeste de la provincia de Buenos Aires, mediante el desarrollo de un sistema de salud de alta calidad similar a aquellos propios de las grandes ciudades del país.

En lo que se refiere a los aspectos formativos e investigativos, la Clínica cuenta desde hace varios años con los Comités de Calidad y Seguridad de Pacientes, Comité de Control de Infectología y Comité de Docencia e Investigación, el que organiza jornadas, ateneos y desde hace más de 8 años incorporó programas de residencias médicas en la Clínica. Esta ofrece una amplia gama de servicios que incluye profesionales de reconocida trayectoria, equipamiento médico de alta tecnología y una confortable estructura edilicia en ambiente natural.

A lo largo de los años, la evolución de la Clínica ha sido permanente. Se ha ampliado y modernizado hasta convertirse en una de las más prestigiosas de la región noroeste de

<sup>3</sup> El término simplificar, en este caso, hace referencia a un acortamiento en la distancia que los pacientes de la zona en cuestión deben recorrer para acceder a un centro de atención de salud de alta complejidad.

la provincia de Bs. As. Hoy cuenta con más de 350 empleados, de los cuales 140 son médicos.

El establecimiento ha ido creciendo en su capacidad y cantidad de servicios debido a un constante incremento en la demanda del servicio, sobre todo, por parte de la población de zonas aledañas. La Clínica posee hoy 100 camas, lo que representa el 20% de las camas del sector privado de Junín.

### 1.2.2 Análisis de la demanda

Para comprender mejor la demanda de la Clínica se procedió a analizar el lugar de residencia de los pacientes internados. Para ello se decidió analizar los datos de internaciones comprendidas en el periodo 2011 al 2013 inclusive. A partir de esta agregación de datos a través de los códigos postales de cada paciente que se ha atendido en la Clínica se elaboró la siguiente tabla. Se ordenaron las ciudades de residencia de los pacientes de mayor a menor según la cantidad de internaciones promedio anuales en el periodo establecido de cada ciudad. Se confeccionó la tabla hasta representar al 80% más representativo, obteniéndose así las primeras 16 ciudades que lo conforman.

	Ciudad	Pacientes Promedio Anuales - LPF	% de la demanda total	% Acumulado	Camas	Población	Camas/1000 habitantes
1	Junín	2772,67	32,75%	32,75%	672	90.305	7,44
2	Chacabuco	519,00	6,13%	38,88%	248	47.802	5,19
3	9 de Julio	460,67	5,44%	44,32%	196	47.733	4,11
4	Rojas	362,33	4,28%	48,60%	151	23.452	6,44
5	General Viamonte	358,33	4,23%	52,84%	85	18.074	4,70
6	Colon	357,00	4,22%	57,05%	98	24.875	3,94
7	Lincoln	314,67	3,72%	60,77%	329	42.505	7,74
8	General Arenales	275,33	3,25%	64,02%	91	14.855	6,13
9	Pergamino	260,33	3,08%	67,10%	491	104.922	4,68
10	Vedia	250,67	2,96%	70,06%	67	16.774	3,99
11	Bragado	224,33	2,65%	72,71%	207	40.320	5,13
12	Salto	192,33	2,27%	74,98%	123	32.628	3,77
13	Carlos Casares	133,67	1,58%	76,56%	180	22.076	8,15
14	Arrecifes	123,67	1,46%	78,02%	157	29.027	5,41
15	Chivilcoy	113,67	1,34%	79,36%	286	64.148	4,46
16	General Pinto	103,33	1,22%	80,58%	119	11.356	10,48
	Otras	1643,67	19,42%	100,00%	-	-	-

Tabla 7 - Tabla de distribución de la demanda en base a la ciudad de procedencia del paciente. Los datos de camas fueron provistos por el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires y los datos poblacionales surgen del Censo del año 2010. El número de pacientes surge de los registros de internaciones de la Clínica en todas sus áreas.

Como primera observación importante, podemos destacar el hecho de que sólo un tercio de los pacientes totales de la Clínica provienen de la ciudad en la cual se ubica. Esto implica que los restantes dos tercios provienen de la zona y tiene que ver con el posicionamiento que tiene Clínica La Pequeña Familia como centro de referencia asistencial en la zona. Es decir, la Clínica atrae pacientes, incluso de las grandes ciudades donde existe gran capacidad hospitalaria (tómese, por ejemplo, el caso de Pergamino), porque provee servicios de alta calidad que no existen en la zona.

Además, se observa claramente que es una de las ciudades más importantes de la zona en términos de población, segunda después de Pergamino en esta muestra. A su vez, resulta notable el hecho de que es la ciudad con mayor cantidad de camas, y posee uno de los índices de camas por cada 1000 habitantes más elevados de su zona.

Para entender mejor la distribución geográfica de la demanda, se realizó el siguiente mapa, donde se ubican círculos sobre cada ciudad y su diámetro refleja el tamaño de la demanda

## 1. Introducción

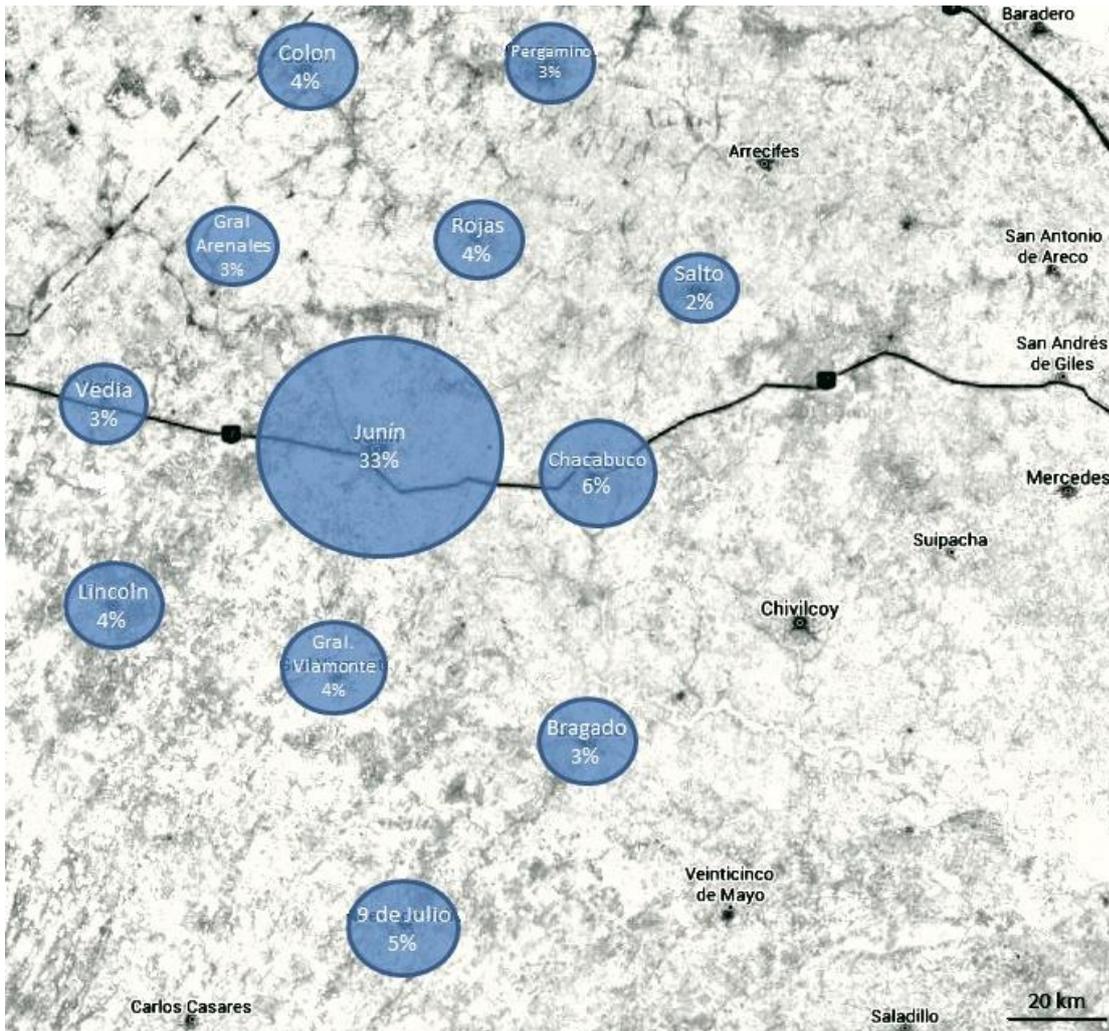


Figura 2 – Representación gráfica de la demanda en la que se destacan todas las ciudades con una representación porcentual de la demanda mayor al 2% (Junín, Chacabuco, Nueve de Julio, Rojas, General Viamonte, Colón, Lincoln, General Arenales, Pergamino, Vedia, Bragado y Salto).

Esta representación da una idea de la magnitud de la influencia que Clínica La Pequeña Familia tiene en la zona, que se extiende con un radio superior a los 100 km. Sin embargo, es preciso notar que la influencia es más leve hacia el Este, puesto que involucra a ciudades más cercanas a la Capital Federal y el GBA. Estos son mercados mucho más competitivos, donde existen centros de salud equiparables a la Clínica.

### 1.2.3 Mercado

Para poder entender mejor como se compone la demanda de La Pequeña Familia se procedió a determinar el Market Share aproximado que tiene la Clínica en cada una de estas 16 ciudades. Definimos como Market Share para una ciudad determinada como la relación entre la cantidad de internaciones en la Clínica provenientes de esa ciudad sobre la cantidad de internaciones totales de la población de dicha ciudad, tomando como unidad temporal un año. De este modo obtenemos la siguiente fórmula:

$$\text{Market Share Ciudad "X"} = \frac{\text{Pacientes internados en LPF anualmente radicados en la Ciudad "X"}}{\text{Internaciones Totales anuales de la población de la Ciudad "X"}}$$

Para determinar la cantidad de internaciones de pacientes de cada ciudad atendidos en La Pequeña Familia, se procesaron los códigos postales de residencia de cada paciente internado entre los años 2011 y 2013. Nótese que puede existir el caso en el que una persona haya sido admitida en el hospital más de una vez en el período considerado, no obstante como el objetivo es contabilizar la cantidad de admisiones se la contará por la cantidad de veces que haya sido admitida. De esta forma obtenemos la cantidad de internaciones promedio anuales discriminadas por ciudad de origen. Estas internaciones incluyen todos los tipos, es decir, Internación General, Terapia, Neonatología, Pediatría, Oncología, etc. Se relevaron entre 9000 y 9500 entradas para cada año, de las cuales en los años 2011 y 2012 se descartaron 500 de cada uno ya que no tenían registrado el código postal; para el análisis se asumirá que se distribuyen siguiendo a la mayoría. Para el año 2013, en el que se encuentran alrededor de 1000 casos sin registro de código postal, se asumirá la misma simplificación.

Por otro lado, los datos de la cantidad de internaciones totales anuales de cada ciudad no es un dato disponible, ya que no se registra para dichas ciudades. Por ello, se aproximaron los totales anuales de cada ciudad a la media del país, que ronda las 8000 internaciones por día. Esto nos da un total de 73 internaciones por año por cada 1000 habitantes. Si bien dicho indicador surge de un promedio nacional, bastará para obtener una dimensión de la demanda absorbida por la Clínica. El producto de este indicador con la población de cada ciudad representa la cantidad de internaciones totales anuales estimada para la población de dicha ciudad.

Se realizó el análisis para las ciudades con mayor cantidad de internaciones anuales en la Clínica, llegando a representar el 80% de la demanda (ver tabla 7) y obteniéndose 16 ciudades. En la siguiente tabla se resumen los resultados ordenados por Market Share. Además se añadió a la tabla la distancia entre cada ciudad y la Clínica, para ilustrar el hecho de que a mayor distancia irá decreciendo la influencia de la Clínica y así su Market Share.

Ciudad	Población	Internaciones Promedio Anuales - LPF	Distancia de LPF (km)	Pacientes Anuales LPF/ Población	Market Share
<b>Junín</b>	90.305	2772,67	3	0,0307	42%
<b>Gral. Viamonte</b>	18.074	358,33	55,7	0,0198	27%
<b>General Arenales</b>	14.855	275,33	64,6	0,0185	25%
<b>Rojas</b>	23.452	362,33	51,5	0,0154	21%
<b>Vedia</b>	16.774	250,67	56,5	0,0149	20%
<b>Colon</b>	24.875	357,00	107	0,0144	20%
<b>Chacabuco</b>	47.802	519,00	55,6	0,0109	15%
<b>9 de Julio</b>	47.733	460,67	109	0,0097	13%
<b>General Pinto</b>	11.356	103,33	97,5	0,0091	12%
<b>Lincoln</b>	42.505	314,67	65,8	0,0074	10%
<b>Carlos Casares</b>	22.076	133,67	150	0,0061	8%
<b>Salto</b>	32.628	192,33	100	0,0059	8%
<b>Bragado</b>	40.320	224,33	81,3	0,0056	8%
<b>Arrecifes</b>	29.027	123,67	129	0,0043	6%
<b>Pergamino</b>	104.922	260,33	91,4	0,0025	3%
<b>Chivilcoy</b>	64.148	113,67	109	0,0018	2%
<b>Otras</b>	-	1643,67	-	-	-

Tabla 8 - Market Share de las ciudades que componen el 80% de la demanda (internaciones) de la Clínica.

Este análisis nos permite comprender que tan importante es la Clínica para algunas ciudades, y el porcentaje que absorbe de la demanda hospitalaria en cada caso. Se destaca a las ciudades de General Viamonte y General Arenales como las más “dependientes” del servicio. Como era de esperarse existe cierta relación<sup>4</sup> entre la distancia a la Clínica y la demanda de su servicio, que ira decreciendo mientras más alejada se encuentre dicha ciudad.

### 1.2.4 Posicionamiento

Los principales aspectos diferenciadores que destacan los pacientes de la Clínica son la alta calidad de la atención médica que provee, la ubicación de la Clínica y el hecho de contar con un prepago y una obra social.

El modelo de La Pequeña Familia ha tenido un gran éxito debido a que el servicio de atención de calidad que se propuso brindar fue innovador en la zona. Hasta la creación de Clínica La Pequeña Familia, todos los centros de salud de Junín se manejaban con el mismo sistema de atención médica, en donde cada paciente tenía su médico personal que determinaba la internación del mismo y le hacía personalmente el seguimiento. El modelo seguido por la Clínica es el mismo que se realiza en numerosos centros de la ciudad de Buenos Aires, donde los pacientes reciben el seguimiento de un equipo de médicos y residentes.

<sup>4</sup> La correlación lineal calculada entre las variables: Distancia a la ciudad de Junín y Cantidad de internaciones en Clínica La Pequeña Familia sobre la población de la ciudad, es de -0,77.

La alta calidad en su servicio se debe a la constante inversión de la Clínica, tanto en equipamiento como en recursos humanos. Prueba de ello fueron la incorporación de los servicios de hemodinamia, cirugía cardiovascular de adultos y medicina nuclear, y el desarrollo paralelo del servicio de infectología y de sus áreas de cuidados intensivos, fundamentalmente en el sector neonatal. Más recientemente le siguieron la cirugía cardiovascular infantil, la neurocirugía y los trasplantes renales. Algunos de estos servicios fueron provistos por primera vez en la zona por la Clínica y luego la competencia los incorporó. Por esto, la gente de la zona reconoce a La Pequeña Familia como una empresa de salud que busca mantenerse a la vanguardia.

Desde los comienzos, los directivos de la Clínica han puesto mucho esfuerzo en desarrollar los servicios quirúrgicos, debido a que observaron que los habitantes de Junín y las localidades aledañas debían trasladarse a ciudades lejanas como Buenos Aires o Rosario para tratar enfermedades que requerían de complejas operaciones quirúrgicas. El resultado de este esfuerzo, ubica a la Clínica como líder en la región en cuanto a operaciones quirúrgicas y cuenta con algunas especialidades como la cirugía bariátrica que son únicas en la región.

Las mencionadas prácticas de alta complejidad fueron acompañadas con el Instituto de Alta Complejidad en Imágenes (IACI) en la que se incorporaron equipos de diagnósticos de avanzada, como resonador magnético abierto, tomógrafo multislice, mamógrafo, ecógrafo 4 D y otros equipos destinando un área de más de 450 m<sup>2</sup> al sector de imágenes. Adicionalmente, en diciembre de 2013 se realizó la ampliación del nuevo servicio de Medicina Nuclear y la inauguración del Primer tomógrafo PET de la región.

Por otro lado, para contar con profesionales de excelencia la Clínica empezó hace más de 8 años un programa de residencias de clínica médica. Hoy en día su programa de capacitación de post-grado creció considerablemente y cuenta también con residencias de terapia intensiva, pediatría, ginecología y obstetricia, cirugía general y urología. Actualmente se están formando más de 50 residentes en estas 6 especialidades. Un aspecto diferenciador de estas residencias, es que los residentes cuentan con la posibilidad de hacer rotaciones en reconocidos hospitales de la ciudad de Buenos Aires como son el Hospital Italiano, el Sanatorio Otamendi o el Hospital Fernández. El hecho de que sus profesionales estén en continuo contacto con hospitales prestigiosos le da la garantía de estar dando un servicio de excelencia.

La ubicación de la Clínica es un aspecto diferenciador importante debido a que el terreno le da la posibilidad de que todas las habitaciones se encuentren en un marco natural. Los pacientes valoran mucho que todas las internaciones se hagan en piezas que dan al jardín de la Clínica. También, al encontrarse sobre la ruta 188 a las afueras de la ciudad, les facilita el acceso a todos los pacientes que viven en las afueras de la ciudad de Junín y en localidades vecinas. Poco más del 30% de los pacientes de la Clínica son oriundos de Junín, mientras que el resto proviene de la toda la región noroeste de la provincia de Buenos Aires y el sur de Santa Fe.

### 1. Introducción

El prepago y la obra social han hecho crecer considerablemente el número de pacientes de la Clínica, logrando presencia en más de 70 localidades, ayudando así a posicionar a la Clínica como una referencia en toda la región del noroeste de la provincia de Buenos Aires.

En el marco de los temas desarrollados en los apartados anteriores, es claro que Clínica La Pequeña Familia es una institución privada que atiende pacientes de diferentes obras sociales, prepagos y particulares. Resulta de importancia analizar la composición de pacientes por prestadores de seguro de salud, como se muestra en el siguiente gráfico.

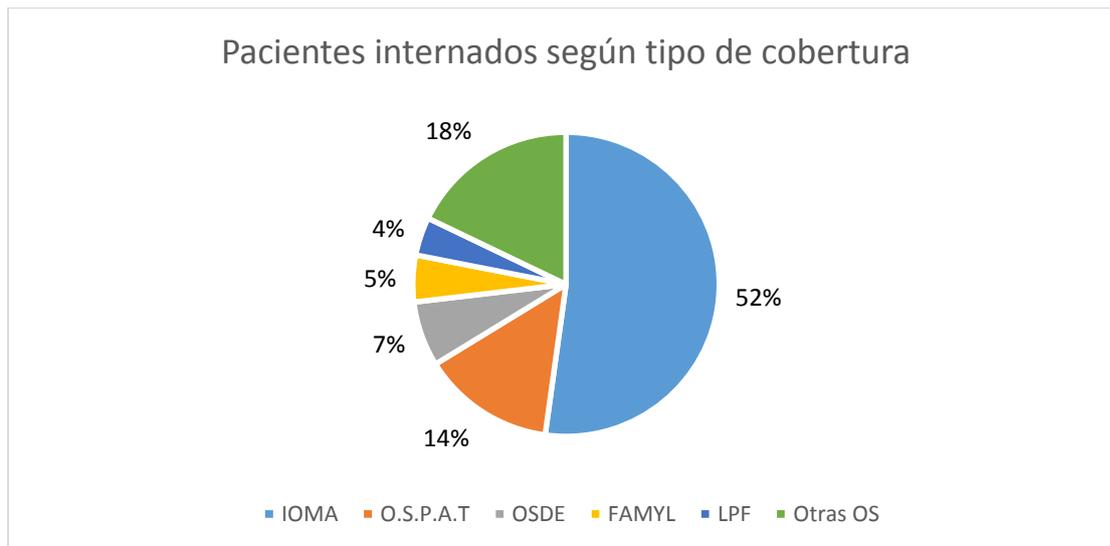


Gráfico 1 - Porcentaje de pacientes internados en LPF según tipo de cobertura. Promedio de los años 2011 a 2013.

La principal fuente de pacientes es el Instituto de Obra Médico Asistencial (IOMA) que es la obra social del sector de administración de la provincia de Buenos Aires y hoy en día representa más del 50% de los pacientes de la Clínica. Esto se debe a que es la principal obra social de la zona, ello le genera a la compañía una gran dependencia hacia esta obra social.

A través del análisis anterior podemos obtener una dimensión de la gran influencia que tiene la Clínica en la Región Sanitaria III, siendo uno de los principales centros de referencia; no solo en la ciudad de Junín sino también en otras ciudades como General Viamonte y General Arenales entre otras. Un mejor conocimiento de la demanda de la Clínica es imprescindible para poder predecir con mejor exactitud los límites de crecimiento de la misma; y de esta manera mediante la simulación y análisis de distintos escenarios poder esgrimir las estrategias más adecuadas para su desarrollo en el mediano y largo plazo.

### 1.3 Objetivos del Trabajo

El objetivo del proyecto es evaluar las distintas causas de congestión del sistema de Internación General de la Clínica en cuestión, desarrollar potenciales soluciones para reducir dicha problemática y posteriormente medir el impacto de estas mejoras.

En primer lugar, se busca poder comprender el funcionamiento del sistema en sí. Esto es comprender la dinámica de los flujos presentes en el mismo, y representa un paso importante para poder identificar patrones de comportamiento, fuentes de variación, cuellos de botella e ineficiencias. A su vez, esto debe permitir individualizar los principales problemas que originan la congestión del área en cuestión.

En segunda instancia, se busca poder identificar oportunidades que deriven en propuestas concretas de mejora. Estas propuestas deberán estar alineadas con la política actual de la empresa de brindar un servicio integral de salud de alta calidad, por lo que la búsqueda de oportunidades de mejora no tiene una finalidad meramente económica.

Finalmente, se busca poder cuantificar el impacto que dichas propuestas tendrían en el sistema real. Para ello, se realizará un modelo de simulación discreta que permitirá la comparación entre las diferentes propuestas de mejora. A su vez, se pretende lograr diferentes alternativas ante los distintos escenarios que hoy se plantean en el contexto de la empresa.

Con todo este análisis, se pretende lograr un conjunto de planes de acción que resulten aplicables y eficientes, y que le sirvan a la empresa para planificar el futuro del área de Internación General. Para llevar a cabo este análisis será necesario realizar un estudio de costos y de factibilidad.

Es importante aclarar que en el sector de salud, el uso de un análisis de costos como único elemento de control no es viable, sino que hay que buscar analizar el servicio que brinda una clínica de manera integral. Esto significa que cualquier propuesta de mejora debe considerar su impacto en el proceso de diagnóstico y terapéutico, el cuidado de los pacientes y su satisfacción, y el compromiso con los objetivos, conjuntamente con la utilización racional de los recursos.

Se podría resumir los objetivos en los siguientes puntos:

- i) Caracterizar patrones de flujo
- ii) Identificar fuentes de variación
- iii) Construir un modelo cuantitativo del flujo de pacientes
- iv) Construir un modelo de simulación
- v) Recomendar acciones aplicables y eficientes

## 2. Entendimiento de la situación

### 2.1 Introducción al proceso de internación

Una clínica es un establecimiento sanitario, generalmente privado, donde se diagnostica y trata la enfermedad de un paciente, que puede estar ingresado o ser atendido en forma ambulatoria<sup>5</sup>. Para el propósito de este trabajo, se hará particular foco en el área de Internación General y por lo tanto, no se considerarán aquellos pacientes que son atendidos en forma ambulatoria. El foco en esta área particular, surge a raíz del estado actual del servicio en Clínica La Pequeña Familia.

A través de la observación crítica y análisis del funcionamiento de la Clínica, y sucesivas reuniones con el personal de la empresa, pudimos determinar que el área de Internación General es el área crítica en cuanto a su capacidad. En otras palabras, si consideramos la atención médica como un único macro proceso, esta área sería el cuello de botella.

Es importante aclarar que la cantidad y tipo de departamentos o áreas que una clínica u hospital poseen en su estructura depende fuertemente del enfoque que cada institución le da a su servicio de atención. Por lo tanto, los procesos de atención de cada institución serán dependientes de dicho enfoque, y los procesos que aquí se describen pueden diferir con aquellos presentes en otros hospitales y clínicas. En este caso, por tratarse de una clínica enfocada en brindar un servicio de diagnóstico y tratamiento de alta complejidad asistencial, podemos caracterizar el modelo de atención en cuatro procesos básicos:

- **Procesos de internación:** esto incluye tanto urgencias como servicios programados de internación. A su vez, difiere en cierta forma dependiendo de la complejidad ya que la Clínica separa a los pacientes según esta en:
  - **Internación General:** área donde se internan los pacientes de menor complejidad. Cuenta con 44 camas disponibles distribuidas en habitaciones simples y dobles.
  - **Terapia:** incluye terapia intermedia y terapia intensiva. En esta área se internan los pacientes de mayor complejidad que requieren mayor cantidad de recursos y un monitoreo constante de su evolución. Cuenta con 20 camas distribuidas en habitaciones simples, habitaciones dobles y una sala general.
- **Procesos quirúrgicos:** la Clínica cuenta con 3 quirófanos donde diariamente se llevan a cabo alrededor de 18 cirugías de las cuales 15 son programadas. Los

---

<sup>5</sup> Definición de Clínica según la Real Academia Española.

procesos quirúrgicos, en la mayoría de los casos, requieren internación tanto previa como posterior a la cirugía.

- **Procesos de consulta ambulatoria:** la institución cuenta con 12 consultorios, pero posee otros 3 externos en una localización más céntrica en la misma ciudad.
- **Servicios médicos complementarios:** incluye laboratorios, actividades de diagnóstico por imágenes (ecografía, radiología, tomografía computada, resonancia y PET, entre otros), cardiología y nefrología.

Es preciso aclarar, que en esta caracterización se está dejando de lado a las áreas pediátricas de internación y terapia, a neonatología, y diversas áreas de soporte que se alejan del foco que se le quiere dar a este estudio.

Esta clasificación de los procesos nos permite entender cómo se distribuyen físicamente las áreas en la Clínica y como se orientan los recursos en torno a las mismas. Sin embargo, es claro que los procesos no son independientes entre sí, sino todo lo contrario; en general estos procesos están íntimamente relacionados. Así, la estadía de un paciente en la institución implica su transferencia entre diferentes sectores, con diferentes tiempos característicos en cada uno de ellos dependiendo siempre de las características del paciente.

De estas interacciones surge que el área que nos ocupa, Internación General, sea la de mayor capacidad y ocupación. De hecho, alrededor del 95%<sup>6</sup> de los pacientes que se internan en la Clínica pasan al menos una vez por este sector. Esta condición particular, lo transforma en el cuello de botella de todos los procesos médicos no ambulatorios que se dan en la institución y le confieren un grado de complejidad que requiere un análisis cuidadoso y meticuloso. Como se muestra en la siguiente imagen y se deduce de la explicación anterior, el área de Internación General es prácticamente<sup>7</sup> un área de paso necesario para finalizar cualquier proceso.

---

<sup>6</sup> El cálculo surge a partir de una muestra de 18651 pacientes entre los años 2011 y 2013, de los cuales 17859 pasaron al menos una vez por el área de Internación General.

<sup>7</sup> En realidad, existen algunos pocos casos en los cuales la recuperación del paciente es muy rápida y el paciente puede salir de alta desde el área de Terapia. Por simplicidad y porque es un camino infrecuente, esa opción no es contemplada en el esquema.

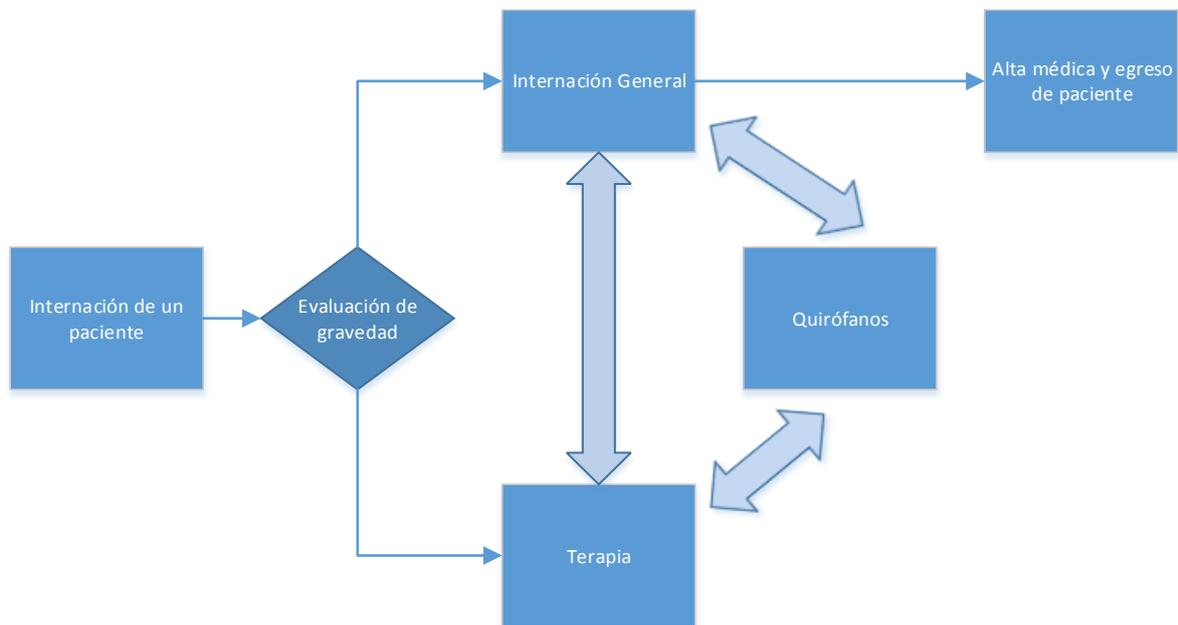


Figura 3 – Esquema del proceso de internación

Dado que existen diferentes formas de que un paciente se interne en la Clínica, el primer paso del esquema propuesto merece al menos una breve descripción. En primera instancia, es conveniente diferenciar aquellas internaciones urgentes de aquellas que no lo son.

Las internaciones denominadas urgentes, son aquellas que se producen por la llegada de un paciente en estado crítico. Lo más común es que estos pacientes se internen en terapia, y dependiendo de su condición y evolución el paciente puede interactuar con las áreas restantes. Ejemplos de estos casos son, los pacientes que llegan en ambulancia por traumatismos severos o aquellos pacientes que requieren una inmediata intervención quirúrgica.

Por otro lado, las internaciones no urgentes pueden clasificarse en, al menos, dos categorías: internaciones no urgentes programadas e internaciones no urgentes no programadas. Una internación no urgente no programada se da cuando un médico en una consulta decide internar al paciente para monitorear su evolución o para iniciar algún tratamiento. Por otro lado, una internación no urgente programada se da cuando el médico reconoce la necesidad de internar al paciente pero entiende que puede postergar la misma por causas personales del paciente o propias de la capacidad de la Clínica.

Recapitulando, podemos definir tres formas típicas de internación de un paciente:

- Urgencias: ingresan generalmente por la guardia médica.
- Internaciones no urgentes y no programadas: el paciente se interna inmediatamente luego del diagnóstico del médico.

- Internaciones no urgentes y programadas: el paciente se interna en un momento definido previamente en una consulta con un médico.

Además, el paciente puede internarse en Terapia o Internación General dependiendo de su condición particular. Una vez internado, el paciente típicamente puede interactuar con las 3 áreas principales definidas en el esquema. Finalmente, cuando termina su tratamiento el “paciente sano” egresa normalmente por el área de Internación General.

## 2.2 Recolección de datos

Para lograr un primer acercamiento a la empresa y entender el funcionamiento de la misma, se mantuvieron una serie de reuniones introductorias con personal perteneciente a las principales áreas de interés. Cabe destacar a los doctores Norberto Petraglia, Director Médico, y Javier Pepa, Subdirector Médico. Estos son los principales responsables del área de Internación General de la Clínica, y aportaron una idea general del funcionamiento del área y de la Clínica en su totalidad. Además, ellos brindaron el soporte necesario para entender todas las particularidades médicas involucradas en los procesos y así lograr una correcta interpretación de los datos que luego se pudo recabar.

Como resultado de estas primeras reuniones, se pudo empezar a definir el problema y consecuentemente se determinó el tipo de información que era necesaria para analizar objetivamente la situación. Si bien el problema fue inicialmente descrito por el personal de la empresa, es necesario realizar un análisis objetivo de la información por dos motivos fundamentales: verificar la existencia de la saturación del servicio de Internación General y calcular la magnitud de dicho problema.

Clínica La Pequeña Familia posee un sistema de información integral con bases de datos que registran la gran mayoría<sup>8</sup> de los movimientos de los pacientes. En estas tablas se encuentran individualizados los pacientes y sus movimientos, detallando fecha y hora, y otro tipo de información que resulta relevante para este estudio. Si bien se pudo aprovechar la existencia de estos registros, fue necesario un meticuloso análisis de la información bruta en conjunto con el personal de las áreas de Sistemas y Prestaciones. En esta primera instancia, se eliminaron cientos de registros con errores de carga que sólo hubieran introducido ruido en el estudio.

A su vez, la empresa no registra información que se considere relevante para entender el problema. Este es el caso de los rechazos por falta de camas en el sector de Internación<sup>9</sup>. Es decir, uno de los síntomas que presenta la saturación del cuello de botella es el rechazo de pacientes porque no hay lugar disponible. Ante esta situación, se decidió implementar un registro simple que permitiera al personal de la Clínica

---

<sup>8</sup> Los movimientos entre el quirófano y cualquier otra área de la empresa no quedan reflejados en el sistema principal. Sin embargo, existe una planilla de datos paralela que registra dichos movimientos. El cruce de estos datos con la información de la base de datos principal permitió la obtención detallada de todos los movimientos de interés para este estudio.

<sup>9</sup> Comúnmente, el área de Internación General se denomina simplemente “Internación”. Siempre que se hable de Internación, se estará haciendo alusión al sector de Internación General.

### 1. Introducción

registrar estos rechazos, detallando fecha y motivo. Una copia de la planilla que finalmente se implementó, se encuentra en el anexo 1. Para el presente trabajo, se usará el resultado de la recolección de datos durante el mes de agosto de 2014. Si bien la implementación de este nuevo registro comenzó con el objeto de recabar datos para el trabajo, la identificación y cuantificación de razones de rechazo le permitió a la empresa tener una visión más clara de este síntoma de saturación.

## 2.3 Definición de variables

Se comenzará definiendo algunas variables importantes y luego se procederá al análisis de las mismas. La definición de estos términos resulta importante en este punto dado que serán usadas a lo largo de todo el texto.

### 2.3.1 Días-cama y % de ocupación

Esta es una de las variables más importantes a analizar para entender y poder cuantificar la ocupación de un hospital. La variable “Días cama” sirve para cuantificar la duración de un episodio de internación, asumiendo que un paciente ocupa siempre una cama. De esta forma, un paciente determinado que se interna por  $n$  días, se dice que consume  $n$  días-cama.

Esta definición permite relacionar la duración de la estadía del paciente con el consumo de un recurso fundamental de cualquier área de internación: la cama<sup>10</sup>. A su vez, permite que la Clínica cuantifique sus recursos como “días cama disponibles” y esto lleva al método internacionalmente recomendado para medir la ocupación de cualquier hospital. Por ejemplo, si tomamos un período mensual compuesto de 30 días, tenemos que:

*Días cama disponibles en el mes = Cantidad de camas disponibles  $\times$  30 días*

*Días cama ocupados en el mes =  $\sum$  Días cama de cada paciente en ese mes*

Por último, para calcular la ocupación del sector haríamos el siguiente cálculo:

$$\% \text{ de ocupación del mes} = \frac{\text{Días cama ocupados en el mes}}{\text{Días cama disponibles en el mes}}$$

Es preciso notar que la medición de la ocupación de los hospitales ha sido un tema de gran discusión en los últimos tiempos. Inicialmente, cuando surgieron los primeros

---

<sup>10</sup> Notar que el término cama no hace referencia únicamente al bien mueble en sí, sino a la plaza que ocupa el paciente en el hospital. Esto implica una serie de recursos asignados a la “cama”, como ser: enfermeras, sueros, equipos de monitoreo, etc.

sistemas de información se aceptó que la ocupación de cada día podía medirse como el censo nocturno, y luego, promediando los censos diarios se calculaba la ocupación mensual. Este enfoque es demasiado simplista y ha sido muy criticado por autores como R. Jones y R. Cochran<sup>11</sup>. Por dicho motivo, se usará la fórmula que aquí se detalló, siendo esta un indicador mucho más útil para representar la realidad.

En este punto, cabe hacer algunas aclaraciones que ayudarán al entendimiento del desarrollo del trabajo en los siguientes apartados. Por un lado, notar que los días-cama disponibles dependen únicamente de la cantidad de camas que tenga el área en cuestión y la cantidad de días del período considerado. Por ejemplo, el área de Internación General tiene 44 camas por lo que en un período mensual de 30 días dispone de 1320 días-cama disponibles. Por otro lado, la variable días-cama ocupados en el período representa un mayor grado de dificultad. Si observamos la fórmula que define a esta variable, notaremos que depende de dos factores:

- La cantidad de pacientes del período de tiempo considerado.
- La cantidad de días que cada paciente ocupa una cama. Este factor tiene una gran importancia porque depende de muchos otros subelementos que dificultan su análisis. Algunos de ellos son: la situación particular del paciente, diagnóstico, edad, historia clínica, etc. En este trabajo, se estudiará particularmente la influencia del diagnóstico en el comportamiento que el paciente tiene en la Clínica. Esta decisión se justifica con los análisis correspondientes a lo largo de todo el trabajo.

### 2.3.2 Número de rechazos

Esta variable, representa la cantidad de rechazos que se producen en el área de Internación. Un rechazo, se define como la incapacidad de internar a un paciente determinado, generalmente por falta de camas. Para que esta variable tenga sentido, debe hacerse referencia a un período temporal específico, como por ejemplo: número de rechazos por mes. Como resultado de un rechazo, el paciente tiene dos alternativas:

- Siempre y cuando su condición lo permita, puede reprogramar su internación para otro momento.
- Puede elegir internarse en otra institución.

En ambas alternativas, el paciente percibe un servicio de baja calidad. Hay que tener en cuenta que para la gran mayoría de la población, una internación no es algo cotidiano y es probablemente uno de los pocos contactos que la persona tiene con la institución. Entonces, al fallar en la disponibilidad de cama, la Clínica no está cumpliendo con la expectativa más básica del paciente: acceder al servicio. Además, si el paciente elige a la competencia y recibe una atención satisfactoria, quizás ésta se torne su primera opción en una instancia futura.

---

<sup>11</sup> Consultar el apartado de bibliografía para mayores precisiones.

Notar que muchas veces resulta muy conveniente referirse a los rechazos de manera porcentual sobre el total de pacientes que ingresan a la Clínica. Es decir, podemos definir:

$$\% \text{ de rechazos} = \frac{\text{cantidad de pacientes rechazados}}{\text{cantidad de pacientes que ingresan para internarse}}$$

### 2.3.3 Relación entre % de rechazos y % de ocupación

Entre las variables definidas en los apartados anteriores, existe una relación obvia: mientras mayor sea la ocupación de la Clínica, mayor será la cantidad de pacientes que deben rechazarse por estar trabajando a plena capacidad.

Dicha relación, resulta de gran interés para el dimensionamiento de hospitales y es por ello que existe bastante bibliografía al respecto. Si se asume que la llegada de pacientes puede ser representada por un proceso Poisson, y consideramos los datos empíricos obtenidos por otros autores<sup>12</sup>, se obtienen gráficos como los que se muestran a continuación.

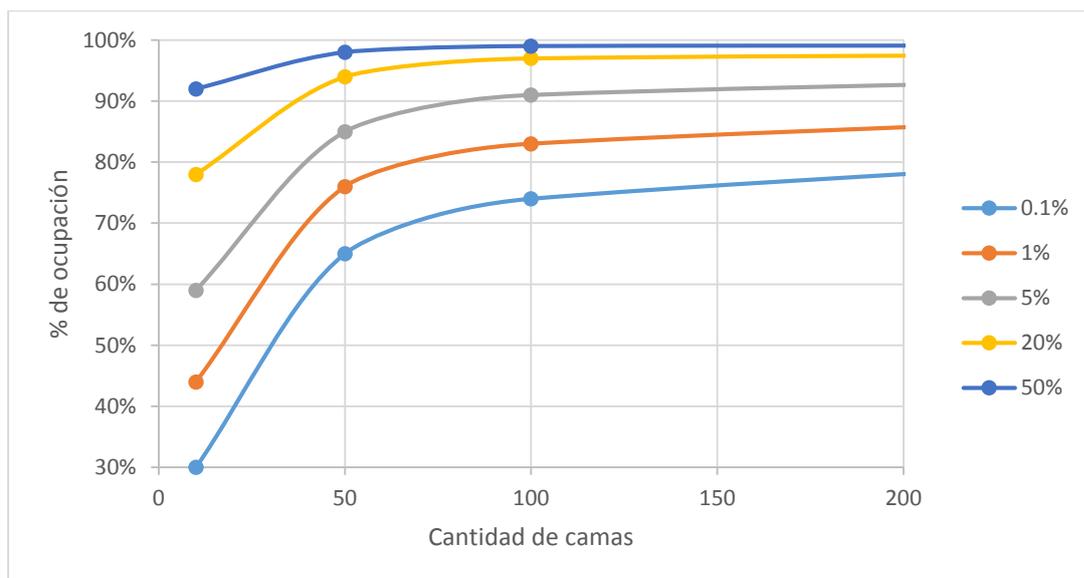


Gráfico 2 – Gráficos de Cantidad de camas vs. % de ocupación para distintos % de rechazo. Estos gráficos se construyen en base a las tablas elaboradas por R. Jones, en el artículo "Bed Management". Véase la bibliografía para mayor información.

Se observa claramente que para una dada cantidad de camas fijas, el porcentaje de rechazos aumenta a mayor porcentaje de ocupación, como intuitivamente se establecía al principio de este apartado. Además, para mantener un porcentaje de ocupación razonable de manera de usar los recursos eficientemente, siempre existirán rechazos. Y finalmente, quizás la conclusión más importante es que a mayor cantidad de camas (o

<sup>12</sup> Véase por ejemplo R. Jones, 2003; o F. Gorunescu et al., 2002.

pool de camas<sup>13</sup>), se puede conseguir un mayor grado de ocupación sin aumentar el nivel de rechazos. En realidad, si se piensa a las camas como un recurso, esto es una consecuencia natural de lo que comúnmente se denomina economía de escala.

## 2.4 Situación actual del área de Internación General en la Clínica

Como se detalló anteriormente, existen varias cuestiones relevantes que hacen del área que nos ocupa, un elemento vital para el funcionamiento de la mayoría de los procesos médicos que se llevan a cabo en Clínica La Pequeña Familia. El objetivo de este apartado es brindar una breve descripción de los problemas que se presentan en el área actualmente. Es importante notar que esta descripción surge de las reuniones mantenidas con el personal de la empresa. Por lo tanto, este apartado refleja en gran medida la apreciación y opinión de las personas que hoy dirigen la empresa, en base a sus métodos de medición y análisis. Esta descripción, debe considerarse como una primera aproximación al problema real, que será objeto de estudio de este trabajo.

La creciente popularidad de la institución, la ha transformado en un centro de referencia de la región en la que se ubica. A lo largo de los años, la Clínica ha invertido para aumentar la calidad de su servicio y para crecer en términos de cantidad y complejidad de pacientes atendidos. Esto le permitió aprovechar esa popularidad para atraer clientes de ciudades cada vez más lejanas.

Sin embargo, el crecimiento de la empresa manifiesta algunos síntomas negativos. El problema principal informado por el personal de la Clínica es un aumento notable en el número de rechazos de pacientes por falta de camas.

La Clínica mantiene buenas relaciones con el Hospital Italiano de Buenos Aires (HIBA), y éste último ha sido siempre una vara para medir la eficiencia del servicio en la empresa. El HIBA, informa tener una ocupación promedio anual del 85%; mientras que Clínica La Pequeña Familia promedia 75% y muestra signos de saturación. Sin embargo, es preciso notar que existe un problema conceptual al hablar de ocupación sin definir un área específica. Como se describió anteriormente, una institución de salud tiene diferentes sectores que se gestionan con recursos diferentes. Por lo tanto, no es válido asumir que los días cama de internación se pueden sumar con los días cama de terapia, y mucho menos con aquellos de los sectores pediátricos.

Para obtener un panorama real de la situación, se deben abrir las métricas y calcular la ocupación de cada sector por separado. A continuación, se incluye la tabla de ocupación para 2013 que utiliza la empresa<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> Cuando se habla de cantidad de camas, se está hablando de un conjunto de camas del mismo tipo. A estos conjuntos de camas se los suele llamar “pool de camas”.

<sup>14</sup> Notar que la tabla fue presentada por la empresa, y por lo tanto fue calculada por el método de censo nocturno que se describió anteriormente. Las mediciones desarrolladas para este trabajo son ligeramente diferentes, debido a la utilización de un método más preciso.

Promedio 2013	
Área	% Ocupación
Sala Común	83%
Terapia intensiva	75%
Pediatría	51%
Neonatología	73%
<b>TOTAL</b>	<b>75%</b>

Tabla 9 - % de ocupación por sector para el año 2013 en Clínica La Pequeña Familia. Nótese que "Sala Común" se refiere a la suma de los sectores de internación A y B, lo que en el presente trabajo denominamos Internación General.

A partir de estos datos, se ve claramente que el problema está en el área de internación y esto motiva el enfoque del presente trabajo. Además, esto confirma el desarrollo conceptual del área en estudio como cuello de botella del macro proceso de atención médica. Sin embargo, hay que tener en cuenta dos factores fundamentales:

- La información que presenta la tabla fue calculada mediante un método anticuado y es por tanto imprecisa.
- La ocupación de Terapia Intensiva se ve "inflada" por un fenómeno particular: suele suceder que pacientes que debieran ser internados en Internación General, sean internados en Terapia Intensiva por falta de camas. Esto es muy importante porque los recursos que implica el área de Terapia son mucho mayores que aquellos destinados a Internación General. Consecuentemente, este hecho implica un incremento en los costos variables de internación por paciente.

Por estos dos motivos, es necesario analizar nuevamente toda la información inherente a los días camas. En los apartados siguientes, se desarrollarán los resultados del análisis realizado para este trabajo, y posteriormente será posible definir y cuantificar con precisión el problema real del sistema.

## 2.5 Análisis de las variables involucradas

Es importante analizar no sólo la situación actual sino también las causas que llevaron a este estado. Esto último permite diagnosticar correctamente la situación actual, y con ello, las recomendaciones que surjan serán coherentes con el funcionamiento del sistema. En este sentido, para el desarrollo del análisis se tomará el período de tres años consecutivos comprendido entre 2011 y 2013.

Para que este análisis sea posible, debieron recalcularse los movimientos de los más de 18000 pacientes. La reconstrucción del comportamiento de cada paciente se realizó a

partir de información de las bases de datos de la empresa, mediante el uso de métodos informáticos<sup>15</sup>.

### 2.5.1 Ocupación: análisis preliminar, evolución en el tiempo y estacionalidad

El objetivo principal de este apartado es describir en forma precisa la situación actual del área de Internación General de Clínica La Pequeña Familia. Para ello, se estudiarán todos aquellos factores que ayuden al entendimiento de la situación y su evolución en el tiempo.

En primera instancia se propone analizar el comportamiento de la variable ocupación a lo largo del tiempo. Con dicho propósito, se incluye un primer gráfico para acompañar la explicación.

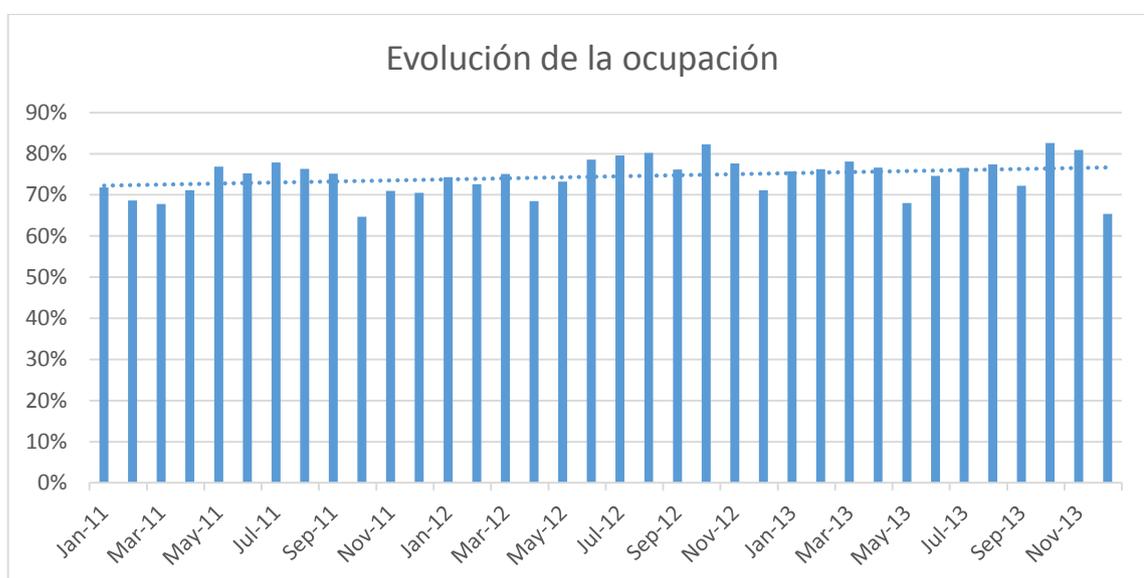


Gráfico 3 - Evolución de la ocupación del área de Internación General de la Clínica durante el período 2011-2013. La línea punteada representa la recta de tendencias en base a una regresión lineal.

Analizando el gráfico, podemos hacer al menos dos observaciones. En primer lugar, la recta de tendencia manifiesta un claro crecimiento a lo largo del tiempo. Para apoyar esta conjetura, se calculó la ocupación promedio anual de cada uno de los tres años en cuestión. Para el año 2011, la ocupación del área fue de un 72% y creció al 75% en 2012. Para el año 2013, la ocupación se mantuvo alrededor del 75%.

Según se pudo averiguar, los primeros síntomas de saturación comenzaron en el invierno de 2012 y se hicieron más fuertes durante todo el año 2013. Por lo que, en principio, parece haber una correlación entre la opinión de las personas que dirigen la

<sup>15</sup> Se utilizó un conjunto de herramientas de Microsoft Excel: se programó en Visual Basic un macro que permitiera relacionar todos los archivos extraídos de las bases de datos para armar una tabla principal con la información de todos los pacientes a lo largo de toda su estadía en la Clínica; y luego mediante el uso de tablas dinámicas, se calcularon los valores de las variables en estudio.

institución y el nivel de ocupación cercano al 75%. Como se describió en los apartados de definición de variables, existe una fuerte relación entre el porcentaje de ocupación, el nivel de rechazos, y la cantidad de camas del sector. Este tema se desarrollará con mayor profundidad en los apartados siguientes.

A continuación, se seguirá analizando la evolución del nivel de ocupación en el tiempo. Al corroborar que efectivamente existe un aumento de la ocupación, se procede a determinar las causas del fenómeno.

Durante el período analizado, la cantidad de camas del sector de Internación General se mantuvo constante en 44 unidades. Es por ello que el aumento en el nivel de ocupación depende prácticamente de la evolución de dos factores: la cantidad de pacientes y el tipo de pacientes.

En primera instancia, se analizará la evolución de la cantidad de pacientes a lo largo del tiempo en el período de análisis. Calculando la cantidad de pacientes que se internaron en el sector analizado, se registra un crecimiento neto del 2,12% para el período 2011-2013.

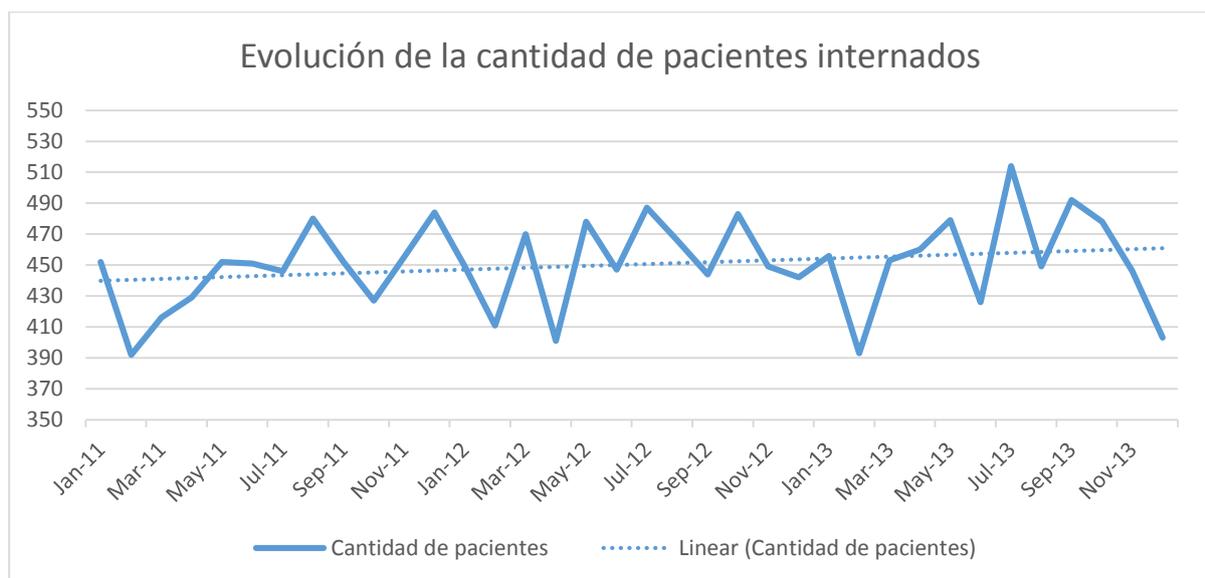


Gráfico 4 – Gráfico de cantidad de internaciones por mes para el período comprendido entre 2011 y 2013. La recta punteada es el resultado de la regresión lineal y se incluye para demostrar la evolución creciente de la variable.

Como puede verse en el gráfico anterior, hay un claro aumento de la cantidad de pacientes internados. De hecho, el pico de invierno para el año 2013 resulta el valor más alto registrado por la institución<sup>16</sup>. Pero como se dijo anteriormente, este es sólo uno de

<sup>16</sup> En el gráfico, se observa claramente que el valor para julio de 2013 es el valor más alto del período de análisis. Sin embargo, se pudo comprobar en registros históricos que nunca antes se alcanzó un valor de tal magnitud.

los factores que inciden en el comportamiento de la evolución de la ocupación. Por ello, se procede a analizar la evolución del tipo de pacientes internados.

El tipo y complejidad de pacientes resulta una variable de mayor dificultad porque depende directamente de la evaluación médica. Por eso, se abordará este análisis en dos etapas. Primero, se analizará la evolución del tiempo de estadía de cada paciente en la Clínica; entendiendo que esto se relaciona directamente con la complejidad del paciente. Luego, se analizará la distribución de los pacientes por tipo de diagnóstico (o servicio de internación). La importancia de esto último radica en que pacientes de diferentes especialidades pueden tener estadías diferentes. Por ejemplo, la duración de internación de un paciente que sale de una neurocirugía es muy diferente de aquella perteneciente a un paciente traumatológico leve.

Para comenzar a analizar este segundo factor, a continuación se incluye un gráfico que representa la evolución de la estadía promedio de los pacientes por cada mes comprendido en el período de análisis.

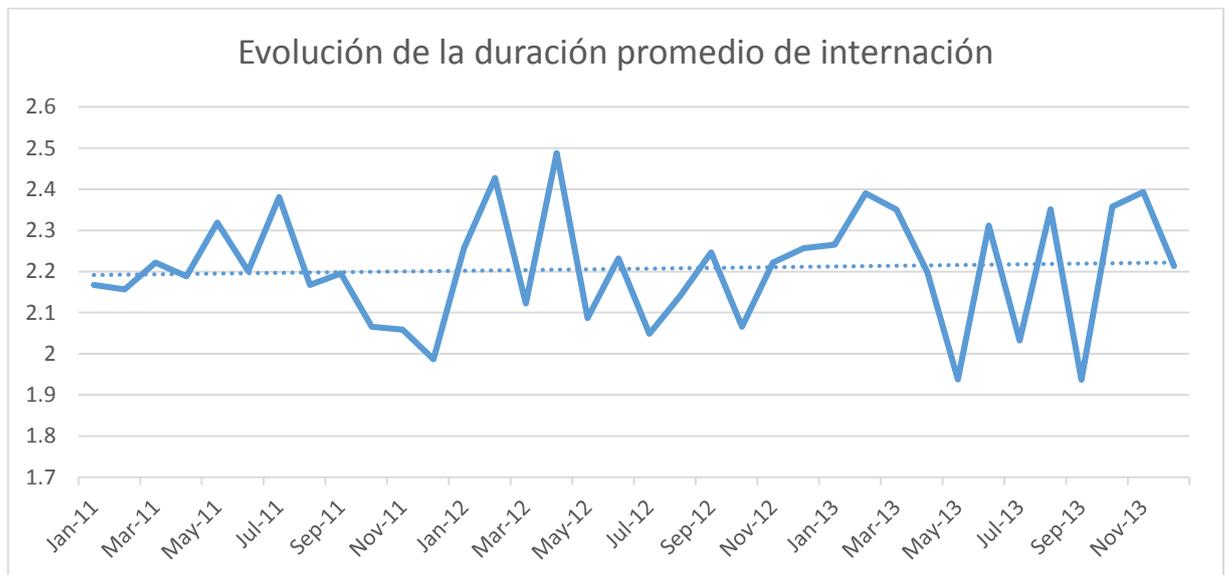


Gráfico 5 – Gráfico del promedio de duración de estadía de los pacientes en el área de Internación General. Los promedios se calculan por cada mes para los 36 meses del período 2011-2013. Se incluye, como recta punteada, el gráfico de la regresión lineal en base a los datos históricos.

Como muestra el gráfico, la evolución de la duración promedio por internación resulta creciente. Además, se calcularon los promedios anuales. Para el año 2011, la duración promedio de internación fue de 2,18 días. Para el año siguiente, fue de 2,22 días; y para el año 2013, el valor alcanzó los 2,23 días. Por lo tanto, no sólo ha aumentado la cantidad de pacientes, sino que esos pacientes se internan durante más tiempo. Para profundizar las causas de este hecho, se procede a analizar el tipo de pacientes que maneja la institución en el período en cuestión.

Clínica La Pequeña Familia trabaja con una gran variedad de servicios médicos. Por lo tanto, para analizar el impacto del tipo de servicios provistos sobre la ocupación, es necesario tomar aquellos de mayor relevancia. Para ello, se enfocará el análisis en

## 1. Introducción

aquellos servicios que representan más del 80%<sup>17</sup> de los días cama de la institución. Los servicios restantes, aquellos que representan menos del 20%, se representan con una única categoría bajo el nombre “Otros”.

A continuación, se incluyen gráficos y tablas que permiten entender con gran detalle la evolución del tipo de paciente. Esta evolución representa las causas del comportamiento descrito anteriormente: el aumento de la duración promedio de la estadía del paciente. Cabe aclarar que el análisis por tipo de servicio se hace para el conjunto de pacientes que pasan por terapia e internación. No resulta conveniente separar, en este caso, al área de Internación General porque distorsionaría los valores de promedio de estadía castigando a los servicios que involucran a pacientes complejos; siendo estos internados con mayor frecuencia en el área de terapia.

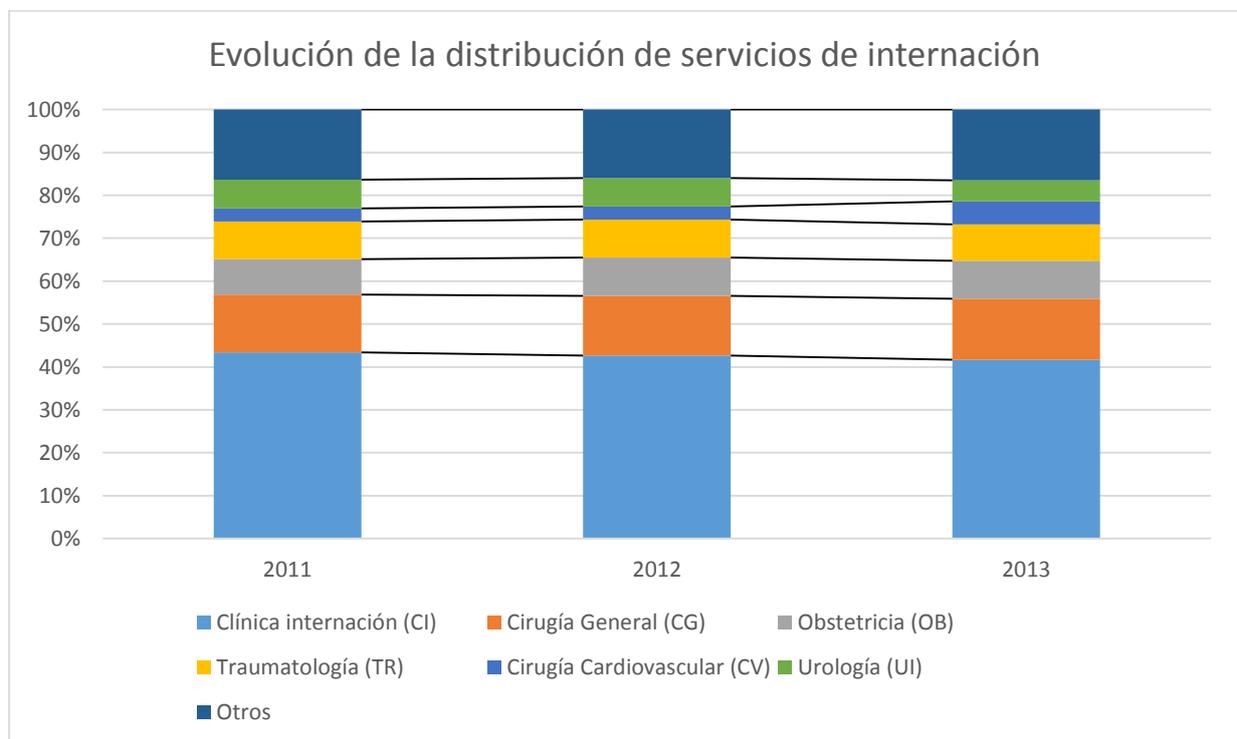


Gráfico 6 – Gráfico de la evolución de la distribución de los servicios de internación a lo largo del tiempo. Se incluyen los 6 servicios más representativos en base a la cantidad de días camas que implican.

<sup>17</sup> Para este análisis, los servicios considerados representan el 83,5%.

Servicio	2011			2012			2013		
	Días cama	Pacientes	Promedio estadía	Días cama	Pacientes	Promedio estadía	Días cama	Pacientes	Promedio estadía
CI	7175	1422	5.0	7403	1361	5.4	7594	1312	5.8
CG	2225	1010	2.2	2408	1100	2.2	2600	1235	2.1
OB	1362	512	2.7	1552	524	3.0	1618	570	2.8
TR	1458	706	2.1	1541	705	2.2	1542	715	2.2
CV	504	150	3.4	527	139	3.8	981	157	6.3
UI	1100	381	2.9	1142	437	2.6	895	402	2.2
Otros	2706	1110	2.4	2775	1127	2.5	3005	1030	2.9
Total	16529	5291	3.1	17348	5393	3.2	18235	5421	3.4

Tabla 10 – La tabla incluye datos numéricos de días cama, cantidad de pacientes y duración promedio de la estadía para los 3 años analizados, para cada uno de los servicios.

Se dividió el total de la operación de la Clínica en 7 categorías: internación clínica, cirugía general, obstetricia, traumatología, cirugía cardiovascular, urología y otros; siendo esta última un conjunto de servicios. Anteriormente, se mostró que el promedio de la duración de la estadía de internación en el área de Internación General aumentó. Ahora se muestra que la duración de la estadía de los pacientes ha aumentado a nivel general y se analizarán sus causas por cada uno de los servicios.

Primero, se comenzará por el servicio más relevante: internación clínica (o también llamado clínica médica). Esta especialidad incluye enfermedades agudas o subagudas que no entran en ninguna especialidad en particular, ni requieren prácticas quirúrgicas. En el período analizado, se registra un crecimiento importante en el promedio de estadía (de 5 a 5,8 días). A pesar de que la cantidad de pacientes ha disminuido levemente, el total de días cama ocupados por el servicio ha crecido. Sin embargo, el crecimiento ha sido menor que el crecimiento de los días cama totales de la institución, por lo que lógicamente ha disminuido levemente su importancia relativa.

Al consultar a los profesionales que trabajan en este servicio, se pudo determinar las principales causas de este hecho. Ellos atribuyen este comportamiento a dos factores principales:

- La puesta en práctica de mejores técnicas de diagnóstico, que evita la internación de pacientes en observación. Las internaciones por estudios son mayormente de corta duración, por lo que esto implicaría la reducción del número de pacientes que se internan durante poco tiempo.
- La existencia de nuevas prácticas ambulatorias que evitan la necesidad de internar al paciente, evitando así internaciones de corta duración.

Por lo tanto, la muestra de pacientes más reciente refleja menos pacientes internados, pero de mayor complejidad. El resultado neto es un incremento en los días cama que requiere el servicio.

Con respecto al segundo servicio en importancia, cirugía general, se observa un crecimiento de alrededor del 17% en días cama. Este crecimiento viene acompañado por un incremento del número de pacientes del mismo orden, y una duración promedio de internación relativamente estable alrededor de los dos días. Esto está alineado con el creciente sesgo quirúrgico que se le ha dado a la institución, y a otras particularidades.

Los médicos responsables de este servicio, atribuyen este comportamiento a la departamentalización del servicio en diferentes subespecialidades y al importante crecimiento de la cirugía bariátrica, única en la región.

En tercer lugar en importancia, teniendo en cuenta el impacto en los días cama, se encuentra el servicio de obstetricia. El servicio presenta un crecimiento de alrededor del 19% en días cama que surge del incremento en el número de pacientes. Clínica La Pequeña Familia, se ha especializado en el seguimiento de embarazos de alto riesgo. Según los responsables del área, esto ha incrementado el número de pacientes provenientes de otras ciudades de la región; lo que justifica el aumento en la cantidad de pacientes de este servicio.

En cuarto lugar, se ubica el servicio de traumatología. Este es un servicio que ha tenido un gran desarrollo en los últimos 7 años, con la incorporación de nuevos médicos y la departamentalización del servicio en diversas subespecialidades. En cuanto a su evolución en el período de análisis, se ve una relativa estabilidad alrededor de los 1500 días cama por año. Por lo tanto, no ha jugado un papel muy importante en el crecimiento de la ocupación de los últimos años.

El siguiente servicio a analizar es el de cirugía cardiovascular. Este servicio atiende alrededor de 150 pacientes y manifiesta cierta estabilidad con respecto a dicha cantidad. Sin embargo, presenta uno de los mayores promedios de estadía en internación. Entonces, el hecho de que sean pocos pacientes con un gran impacto en los días cama, hacen que su impacto sea bastante volátil dependiendo de la complejidad de unos pocos pacientes.

Si bien actualmente la dirección médica de la institución no está desarrollando este servicio, se plantea hacerlo en el mediano plazo. Este es un factor muy importante a tener en cuenta dado que es un servicio con un promedio histórico de estadía cercano a los 4 días, lo que lo convierte en el segundo de mayor impacto detrás de clínica médica. Además, debido a que el número de pacientes es relativamente pequeño es un factor que introduce mucha volatilidad en la ocupación, debido a la particularidad de los pacientes que requieren este servicio. Un claro ejemplo de esta situación puede verse

entre los años 2013 y 2011. En 2011, 150 pacientes ocuparon 504 días cama; mientras que en 2013, 157 pacientes ocuparon 981 días cama.

El sexto servicio en cuestión es el de urología. Este ha presentado un continuo crecimiento, principalmente propiciado por el jefe de este servicio. Actualmente, el servicio se encuentra muy concentrado en unos pocos profesionales. Particularmente durante el año 2013, el servicio presentó una caída tanto en días cama como en cantidad de pacientes. Este fenómeno se atribuye directamente al hecho de que el jefe de servicio no estuvo trabajando en la ciudad durante gran parte de dicho año.

Por último, consideramos al grupo conformado por otros servicios de menor impacto en el área de internación. Se registra un incremento en los días cama y un decremento en la cantidad de pacientes. Por lo tanto, el promedio de estadía para este conjunto de servicios manifiesta un incremento de más del 10% para el período analizado. Esta categoría, parece resumir en parte lo que ha sucedido con el resto de los servicios: un mayor foco en aquellos pacientes que representan mayor complejidad (mayor duración de la internación).

Hasta este punto, se ha descrito con detalle la evolución de las principales variables que representan el estado de funcionamiento de la clínica. Se ha demostrado que el número de pacientes internados ha aumentado y que la duración promedio de la estadía de estos pacientes también ha aumentado. Además, se describieron las causas de estos incrementos. A continuación, se analizará el comportamiento de ocupación del área de Internación General a lo largo de diferentes períodos de tiempo.

Un hecho que puede observarse en la evolución de la ocupación es la presencia de estacionalidad mensual: un leve incremento en la ocupación durante el período de invierno. Para entender mejor este fenómeno, se realizará un análisis detallado del mismo.

Mes	Días Cama por día			Días Cama sin crecimiento			Promedio	Estacionalidad	Coeficiente
	2011	2012	2013	2011	2012	2013			
1	31.6	32.7	33.3	31.6	31.2	31.9	31.6	0.08	0.99
2	30.2	31.9	33.5	30.2	30.5	32.2	30.9	0.08	0.97
3	29.8	33.0	34.4	29.8	31.5	32.9	31.4	0.08	0.99
4	31.3	30.1	33.7	31.3	28.7	32.3	30.8	0.08	0.97
5	33.8	32.2	29.9	33.8	30.7	28.7	31.1	0.08	0.98
6	33.1	34.6	32.8	33.1	33.0	31.5	32.5	0.09	1.02
7	34.3	35.0	33.7	34.3	33.4	32.3	33.3	0.09	1.05
8	33.6	35.3	34.1	33.6	33.6	32.6	33.3	0.09	1.05
9	33.1	33.5	31.8	33.1	32.0	30.4	31.8	0.08	1.00
10	28.5	36.2	36.3	28.5	34.5	34.8	32.6	0.09	1.03
11	31.2	34.1	35.6	31.2	32.6	34.1	32.6	0.09	1.03
12	31.0	31.3	28.8	31.0	29.8	27.6	29.5	0.08	0.93
<b>Total</b>	<b>381.4</b>	<b>400.0</b>	<b>397.9</b>	<b>381.4</b>	<b>381.4</b>	<b>381.4</b>	<b>381.4</b>	<b>1.00</b>	<b>12</b>

Tabla 11 - Cálculo de estacionalidad por mes, teniendo en cuenta los tres años consecutivos comprendidos en el periodo 2011-2013. Se toma al año 2011 como base para el cálculo. Notar que se tomaron los días cama total por mes divididos por la cantidad de días de ese mes para que la cantidad de días del mes no distorsione la realidad.

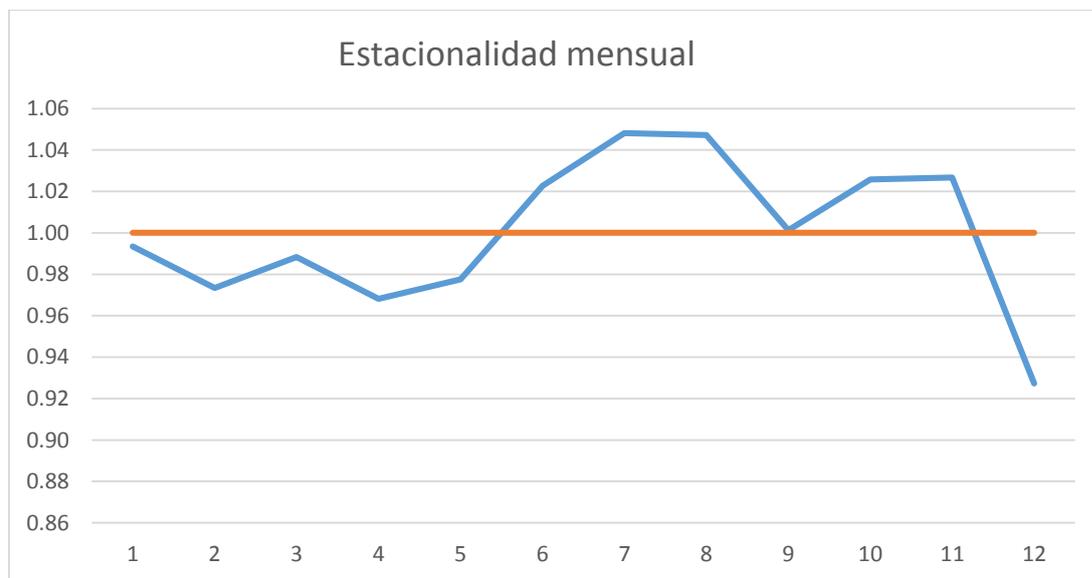


Gráfico 7 - Gráfico del coeficiente de estacionalidad para cada uno de los meses del año. El gráfico se basa en los coeficientes calculados en la tabla anterior.

En este último gráfico resultante del análisis de estacionalidad, se puede apreciar claramente que los períodos de mayor ocupación se registran en la segunda mitad del año. Además, los mayores picos de ocupación se registran en los meses 7 y 8 (Julio y Agosto). Este análisis coincide con las observaciones del personal médico de una mayor actividad durante los meses invernales producto de afecciones típicas de este período.

Además, podemos observar una fuerte caída de la ocupación durante el mes de diciembre. Según se pudo averiguar, es un fenómeno que se presentó desde el comienzo de las actividades de la Clínica y se atribuye a las festividades de dicho mes.

Para realizar un estudio completo de estacionalidad, se estudiaron otras extensiones temporales. Se registra un caso muy interesante si se analiza la situación análoga a la anterior pero por tipo de día de la semana.

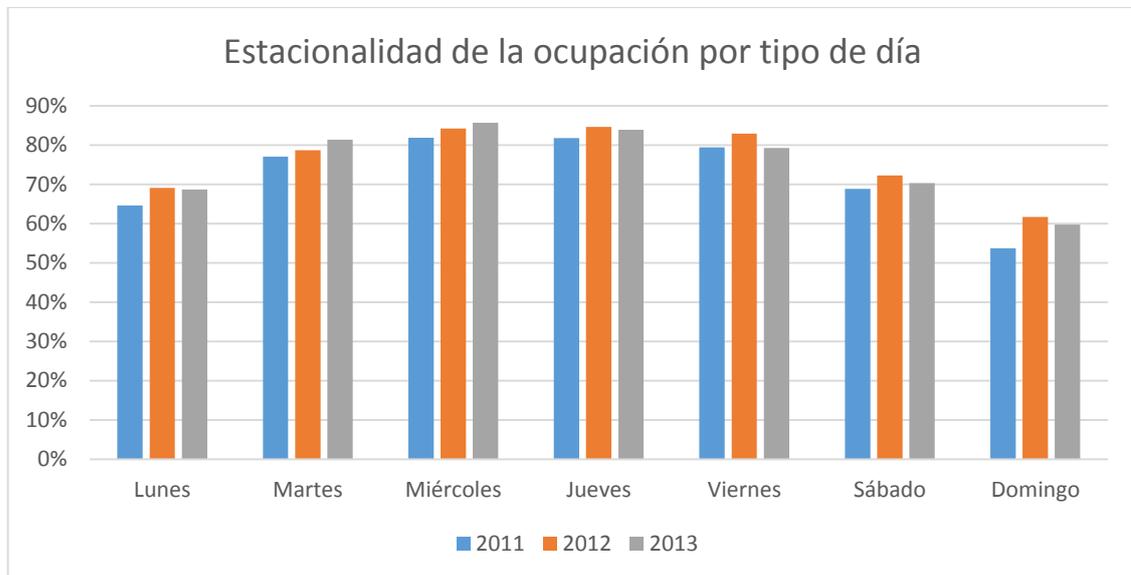


Gráfico 8 – Gráfico de ocupación para el área de Internación General por tipo de día para cada uno de los años comprendidos entre 2011 y 2013.

En el gráfico, se aprecia claramente que los días más complicados en términos de ocupación son aquellos comprendidos entre el martes y el viernes. En cambio entre sábado y domingo, la ocupación no supera el 75%<sup>18</sup>.

Este fenómeno se explica principalmente por el simple hecho de que la Clínica no trabaja con todos sus recursos durante los fines de semana. Esto implica que durante sábados y domingos se atienden mayormente urgencias, y no se internan pacientes programados. A continuación, se incluye un gráfico que ilustra este hecho.

<sup>18</sup> Debe tenerse en cuenta que se está hablando de promedios, es decir, puede haber un día en particular donde la ocupación de alguno de los días comprendido en ese rango supere el 75%. Sin embargo, en el promedio de la muestra considerada para este análisis nunca se supera el 75%.

## 1. Introducción

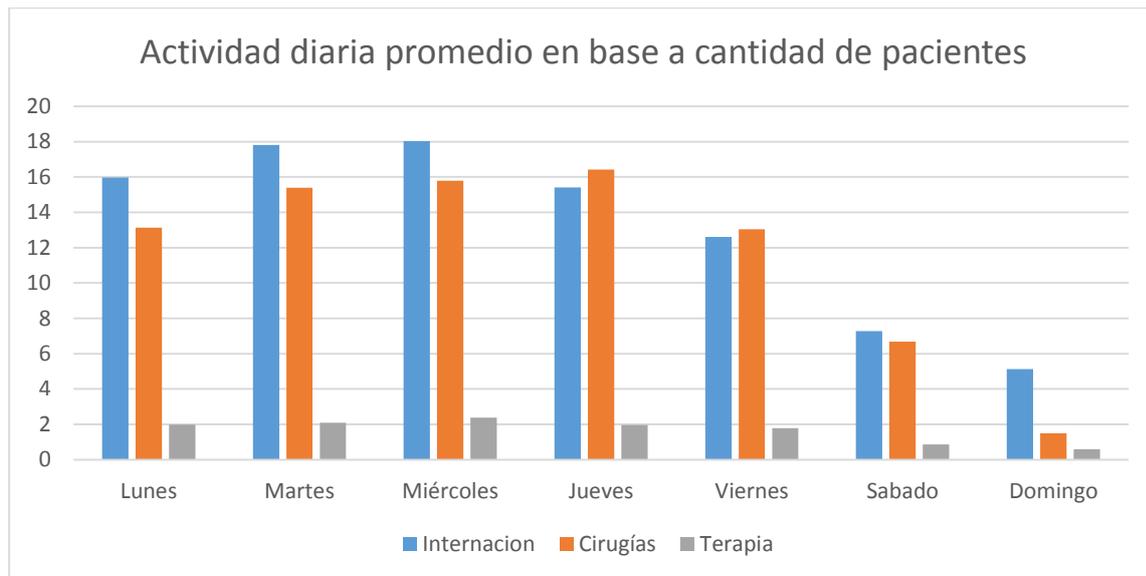


Gráfico 9 – El gráfico representa el promedio de ingreso de pacientes por tipo de día y por servicio para el período 2011-2013.

Como puede observarse, el ritmo de la actividad cae notablemente durante sábados y domingos. Según el personal médico, esta situación tiene que ver con el hecho de que los médicos trabajan media jornada los sábados y no trabajan durante los domingos. Consecuentemente, deciden postergar todas las internaciones de manera tal de evitar tener pacientes propios internados durante el fin de semana (lo que los obligaría, en principio, a realizar al menos una visita por día). A su vez, los pacientes suelen preferir pasar el fin de semana en la comodidad de su hogar, por lo que siempre y cuando su condición les permita optar, deciden no internarse los viernes o sábados.

### 2.5.2 Rechazo de pacientes: principal síntoma de saturación

Trabajar a plena capacidad, o al menos mantener un nivel de ocupación alto puede tener efectos negativos en la operación de la Clínica. Entre todos los efectos negativos posibles, se hace hincapié en el rechazo de pacientes que se van a internar. Cuando el paciente no puede o no quiere reprogramar su internación, este factor es particularmente importante y tiene un efecto negativo directo y cuantificable: se pierde un cliente.

Teniendo en cuenta lo desarrollado al comienzo del presente trabajo sobre el foco y posicionamiento de la empresa, Clínica La Pequeña Familia se define como una clínica mayormente quirúrgica. Esto quiere decir que gran cantidad de los pacientes pasan al menos una vez por el quirófano<sup>19</sup>. El principal factor de rechazo es la falta de camas en

<sup>19</sup> Según nuestros cálculos, para la muestra de pacientes que se atendieron en la Clínica durante el período 2011-2013, el 55% de los pacientes pasaron al menos una vez por el quirófano. Este cálculo respalda la afirmación del personal de la Clínica.

el área de Internación General, pero esto no significa que se rechacen únicamente los pacientes que acuden a la institución para internarse. Por ejemplo, si un paciente se dirige a la Clínica para someterse a una cirugía, puede ser rechazado por falta de camas en internación porque siempre se supone que el paciente estará internado al menos un día luego de la operación. Esta situación relacionada con el sector quirúrgico no debería sorprender, puesto que se trata de un ejemplo de la situación que se describió en el apartado introductorio al proceso de internación.

La existencia de rechazos de pacientes por falta de camas es un hecho que, según el personal de la Clínica, ha ido creciendo a lo largo de los años y se ha presentado con mayor fuerza en los años 2012 y 2013. Esto resulta coherente con el crecimiento de las internaciones, como se ha analizado hasta aquí. El problema fundamental con la cantidad de rechazos es la falta de información acerca de estos, y por ello, cuando se comenzó con la recolección de datos y el relevamiento de procesos se propuso incorporar un registro.

Gracias a este registro se ha podido cuantificar por primera vez el número de rechazos, que para agosto de 2014 resultó ser de 20 pacientes. Esto nos permite inferir que el nivel de rechazos anuales podría encontrarse alrededor del 4%, lo que en principio, es coherente con los análisis de otros autores teniendo en cuenta el nivel de ocupación y la cantidad de camas de la Clínica. Sin embargo, el personal a cargo del relevamiento de datos informó que es probable que el número de rechazos sea mayor, dado que no se han podido registrar todos los casos acontecidos. Esto resulta esperable porque es el primer mes en el que se implementa este nuevo registro e intervienen diferentes empleados en el ingreso de datos.

Sin embargo, este relevamiento permite dar una primera idea de magnitud de los valores de esta variable. Resultados más precisos que esta estimación se obtienen, mediante métodos estadísticos, en el apartado en el cual se desarrolla el modelo de simulación. Pero, el mayor valor de este registro, a un mes de su implementación, ha sido la identificación de otros factores importantes como la falta de personal en determinados horarios.

## 2.6 Perspectiva a futuro

Hasta este punto se ha descrito y analizado la evolución de la Clínica en base a datos históricos. Sin embargo, para proveer soluciones aplicables y ajustadas a la realidad de la empresa, es necesario tener en cuenta hacia donde se dirige la Clínica en términos estratégicos. De esta manera, se intentará resolver el problema de fondo y no simplemente los síntomas que hoy percibe la organización.

Se ha identificado una tendencia de crecimiento que se ha mantenido durante los tres años comprendidos en el período 2011-2013. Entonces, en este punto se tratará de determinar el futuro de dicha tendencia. Con respecto a este aspecto, resulta importante referirnos a la influencia de la empresa en la zona y como se ha dado su

crecimiento en los últimos años. Como se ha visto en los primeros apartados, el desarrollo y posicionamiento de la Clínica ha aumentado su radio de influencia. Esto último es el principal factor al cual se atribuye el constante crecimiento de la demanda<sup>20</sup> en cantidad de pacientes y en el tiempo que estos pacientes se quedan en la Clínica. A su vez, los tiempos de internación están íntimamente ligados a la complejidad de los pacientes que se internan. En resumen, el crecimiento se ha debido mayormente al desarrollo de la institución, lo que le ha permitido focalizarse en los pacientes más complejos, lo que a su vez lo convierte en un centro de referencia para la zona geográfica en la cual tiene influencia.

A lo largo de todos estos últimos años, incluyendo el corriente 2014, la empresa ha invertido en desarrollo tecnológico, en la formación de su personal y en la contratación de nuevos profesionales que agreguen valor a las operaciones de la empresa. Para poder definir claramente la situación futura, se han mantenido reuniones con el personal jerárquico de la empresa y se han tratado temas relacionados con el planeamiento estratégico de la misma. A pesar de la creciente ocupación, la Clínica continúa invirtiendo en tecnología y desarrollo profesional de sus empleados. Es decir, la empresa continúa fomentando el principal factor causal que ha propiciado el crecimiento en años anteriores. Por lo tanto, es lógico suponer que la tendencia creciente se mantendrá, siempre y cuando los demás factores<sup>21</sup> se mantengan constantes.

Producto de los síntomas de saturación que hasta aquí se han descrito, la empresa planea en el mediano plazo aumentar sus recursos para poder atender a la creciente cantidad de pacientes.

### 2.7 Definición concreta del problema

El propósito de este último apartado de la sección es sintetizar los hallazgos que se han presentado hasta aquí y describir brevemente el problema que el presente trabajo pretende abordar.

A lo largo de los últimos años, la cantidad de pacientes ha crecido: un 1,71% en el 2012 y un 0,41% en 2013. Sin embargo, durante el 2013 se han registrado numerosos rechazos. Es decir, el incremento en la cantidad de pacientes atendidos en 2013 hubiera sido mayor si la capacidad lo hubiera permitido. Además, en 2011 el tiempo promedio

---

<sup>20</sup> Esta afirmación surge de los datos cuantitativos que se han analizado en los primeros apartados, pero a su vez, ha sido constantemente confirmado en las reuniones mantenidas con los profesionales pertenecientes a la institución, a lo largo del desarrollo del trabajo.

<sup>21</sup> Se refiere tanto a factores externos como aquellos internos. Con respecto a los externos, podemos mencionar cambios en la legislación de las OS/Prepagas, cambios sociales o económicos, factores propios de la competencia, etc. Por otro lado, los factores internos que pueden tener mucha influencia tienen que ver con la especialización en un servicio médico determinado, el lanzamiento de nuevos servicios, cambios en las prácticas médicas, etc.

de internación de un paciente alcanzaba los 2,18 días y en 2013 esa misma variable aumentó a 2,23 días debido a los cambios en la matriz de servicios que se analizaron anteriormente.

Por otro lado, la ocupación aumentó del 72% al 75% en el período 2011-2012, y en 2012-2013 se ha mantenido alrededor del 75% con un incremento en el número de rechazos en 2013. Es decir, si bien ese 75% refleja que hay aún un 25% de días cama que no se están utilizando, el aprovechamiento de la porción restante es posible, únicamente, a costa de un aumento de rechazos. Hay que tener en cuenta la relación que se ha definido anteriormente entre las variables porcentaje de ocupación y porcentaje de rechazos, con la cantidad de camas del sector. Pareciera ser que para un pool de camas de 44 unidades, no es posible aumentar mucho más ese nivel de ocupación sin rechazar pacientes. A partir de todo lo analizado hasta aquí, es evidente que el costo de aumentar la ocupación es un aumento en el número de rechazos.

En conclusión, se ha determinado que ese 75% en promedio de ocupación, representa el máximo posible que garantiza un buen nivel de servicio<sup>22</sup> en el área de Internación General de Clínica La Pequeña Familia. Por lo tanto, al invertir en nuevas tecnologías y ampliar su gama de servicios, la empresa está invirtiendo indirectamente en aumentar el nivel de una demanda que no está preparada para afrontar con sus recursos actuales.

---

<sup>22</sup> El nivel de servicio es una variable que engloba muchos factores cuantitativos y cualitativos. En este caso, se usa este término por su relación directa con el número de rechazos. A mayor cantidad de rechazos, peor nivel de servicio.

### 3. Oportunidades de mejora

Habiendo definido el problema concreto al que se enfrenta la empresa, en este apartado se propone analizar diferentes alternativas que potencialmente podrían resolverlo. Se hará especial foco en la aplicabilidad de las diferentes opciones, y el impacto en el mediano y largo plazo.

#### 3.1 Variables a analizar

Resulta conveniente, dividir la problemática en sus variables más importantes. Como se desarrolló en los apartados anteriores, el problema a resolver involucra principalmente la ocupación del área de internación. Sin embargo, existe una gran cantidad de variables interrelacionadas que influyen en dicha ocupación. Entre las variables más importantes, se encuentran: la cantidad de pacientes, el tiempo promedio de internación, la cantidad de recursos y la programación de servicios. A su vez, algunas de éstas pueden subdividirse: el tiempo de internación depende del tipo de servicio, complejidad del paciente y los tiempos de otros procesos relacionados con la internación; y la programación de servicios se refiere tanto a la programación de internaciones como de cirugías. A continuación, se incluye una representación esquemática de esta clasificación de variables.

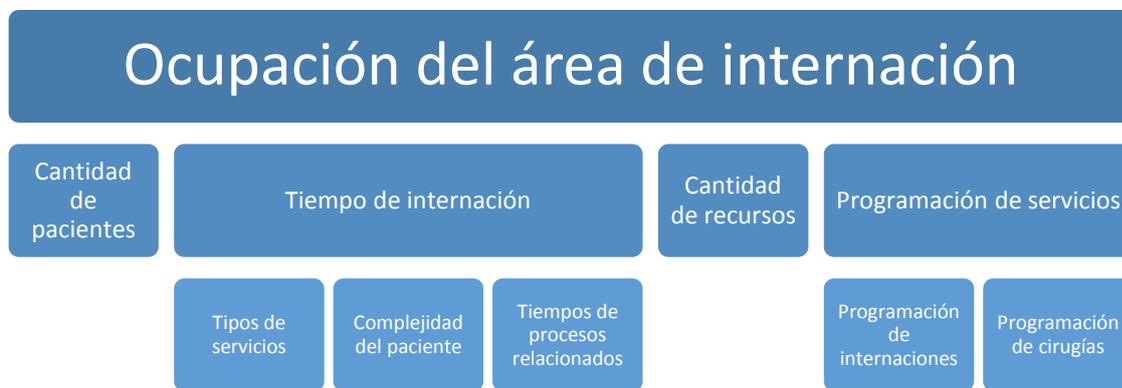


Figura 4 - Esquema de variables a analizar para la propuesta de oportunidades de mejora.

Esta clasificación, resulta de gran utilidad para realizar un análisis de oportunidades de mejoras que comprenda todas aquellas variables que tengan algún impacto en la problemática. A continuación, se analizan cada una de ellas.

## 3.2 Alternativas

### 3.2.1 Enfoque en cantidad de pacientes

Una de las variables que mayor impacto tiene en la ocupación del área de Internación General es, obviamente, la cantidad de pacientes que se atienden. Como se desarrolló en los puntos 1 y 2 de este trabajo, es claro que la empresa ha ido incrementando el número de pacientes mediante una estrategia de expansión en su zona de influencia.

Como en todos los negocios, en el sector de salud hay pacientes que dejan más rentabilidad que otros. Esto se debe principalmente a dos factores. Por un lado hay obras sociales y prepagas que pagan más que otras por un mismo servicio o tratamiento. Por otro lado, hay servicios o tratamientos que a la Clínica le dejan más rentabilidad por su volumen de operación, eficiencia de uso de recursos u otros factores. La rentabilidad de un tratamiento es una ecuación compleja que involucra: la eficiencia en el uso de recursos por parte de la Clínica, la evolución del paciente y el modo de pago de la obra social o prepaga asociada al paciente.

El modo de pago de cada obra social o prepaga difiere bastante y tiene un gran impacto en la rentabilidad que le deja al centro de atención. Hay obras sociales que pagan según módulo, mediante el cual la obra social define cuanto paga para cada tratamiento considerando la complejidad del mismo. En estos casos, la empresa de cobertura no tiene en cuenta la eficiencia de la Clínica, ya que paga un monto predeterminado dependiendo del diagnóstico del paciente. En cambio, otras obras sociales y prepagas pagan por la prestación de servicios que haya recibido el paciente. Estas dos metodologías tienen sus ventajas y desventajas, por lo que merecen un análisis a parte.

Por un lado, el primer método de pago descrito es llamado comúnmente “compensación prospectiva”<sup>23</sup>. Esta metodología consiste básicamente en la implementación de un criterio preestablecido para determinar por adelantado la compensación relacionada con un determinado diagnóstico. El punto más favorable de esta perspectiva es que incentiva la eficiencia en el uso de recursos por parte del establecimiento de salud. Esta metodología, por ejemplo, es la que implementa el sistema nacional de seguro social de los Estados Unidos (Medicare). En el caso particular de Medicare, los criterios se establecieron científicamente mediante el estudio de millones de casos de pacientes, lo que representa un criterio preciso y basado en la realidad del país. Sin embargo, en muchos casos, los criterios que elaboran las obras sociales y prepagas nacionales, difieren en su metodología con aquél descrito anteriormente y responden más bien a una finalidad administrativa asociada a la estructura de costos de la empresa aseguradora. En estos casos, esto genera que la compensación sea inadecuada o insuficiente para proveer cierta calidad de servicio, lo que deriva en la imposibilidad económica de trabajar con determinadas empresas aseguradoras.

---

<sup>23</sup> Traducción de Prospective reimbursement.

Por otro lado, el método de “compensación retrospectivo”<sup>24</sup>, se basa en el tratamiento particular que recibe el paciente. Por ejemplo, en base a la cantidad de días de internación y la cantidad de insumos que requirió. Este último, tiene la desventaja de favorecer prácticas más conservativas donde el paciente puede estar internado más del tiempo estrictamente necesario, aumentando así la duración promedio por internación.

A partir de un análisis estratégico y económico a largo plazo, Clínica La Pequeña Familia decide a qué empresas aseguradoras (obras sociales y prepagas) puede prestarle servicio y a cuáles no. Es decir, a este nivel la Clínica decide con qué tipo de pacientes opera y con cuales no, a través de convenios de prestación. Resulta importante notar el hecho de que no es posible aceptar o rechazar a un paciente por su caso particular, salvo excepciones relacionadas con la capacidad de la Clínica para tratar al paciente, porque va en contra de la política de la empresa y los convenios firmados con otras empresas de salud.

Abordando el problema que nos ocupa, mejorar la situación actual del área de Internación General a partir de la modificación de la variable “Cantidad de pacientes” implica, necesariamente, la reducción del número de pacientes. Esta reducción, siguiendo la lógica propuesta debería estar relacionada con la conservación de aquellas especialidades más rentables y la reducción de pacientes de los servicios menos rentables. Sin embargo, esto es impracticable por dos motivos fundamentales.

Primero, la provisión de servicios de salud implica un conjunto de servicios interrelacionados para el tratamiento del paciente. Esto es, el paciente acude al centro médico para solucionar un problema de salud, no para consumir un determinado servicio. Por esta razón, la Clínica debe poseer entre sus servicios, tratamientos que le son rentables y otros que no; con el objetivo de que en suma, la rentabilidad sea positiva. Para ilustrar este caso, tómese por ejemplo los servicios de imágenes. Independientemente de la rentabilidad del servicio de radiología, la Clínica debe poder prestar este servicio para tratar pacientes traumatológicos.

El segundo motivo por el cual resulta impracticable, tiene que ver con el alcance de este trabajo y la política de la empresa. Como se dijo anteriormente, una opción podría ser que la Clínica invierta más en ciertas especialidades más rentables y que busque posicionarse como un centro médico focalizado en dichas especialidades. Por ejemplo, durante los últimos años, la Clínica fue tomando un sesgo más quirúrgico, pero esto no fue el resultado de la especulación monetaria si no que se debió a que las autoridades de La Pequeña Familia observaron que esta era una necesidad en la región.

La estrategia actual seguida por la dirección, es buscar consolidar a la Clínica como centro de referencia en la región, por lo que se busca brindar una atención integral de la salud. Esto hace que se busque brindar siempre la mejor atención a todos los pacientes de la Clínica. Los directivos reconocen que hay tratamientos menos rentables

---

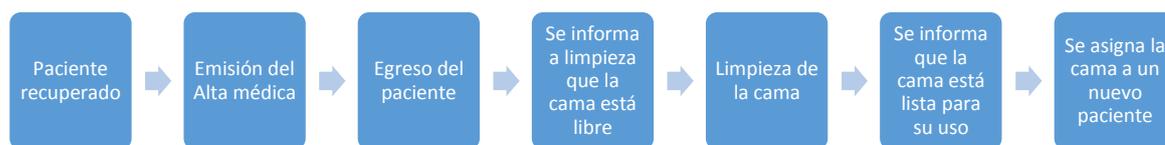
<sup>24</sup> Traducción de Retrospective reimbursement.

pero consideran que esto es un factor inevitable y necesario que la Clínica está dispuesta a afrontar para cumplir su misión organizacional.

### 3.2.2 Enfoque en tiempo de internación

En base a lo descrito en el punto anterior, resulta evidente que la reducción de los tiempos de internación mediante la eliminación de cierto tipo de servicio o tratamiento es impracticable. Sin embargo, la medicina está evolucionando en cuanto a tratamientos ambulatorios, propiciando así una disminución de los tiempos de estadía de los pacientes. Producto de dicha evolución y la inversión de la institución en nuevas prácticas y aparatología, en los últimos años se ha producido una disminución en los tiempos de estadía de pacientes con determinadas enfermedades<sup>25</sup>.

Sin embargo, una alternativa que la Clínica puede mejorar actualmente es la reducción de tiempos involucrados en otros procesos para mejorar la eficiencia del uso de camas. El proceso de mayor impacto potencial, dado que afecta a todas las internaciones, es el proceso de recambio de pacientes para una misma cama. Este proceso se puede esquematizar como sigue:



*Figura 5 – Esquema del proceso de recambio de pacientes. Particularmente, a las etapas comprendidas entre el egreso del paciente y el ingreso de un nuevo paciente se lo conoce como proceso de interface.*

Cómo puede verse en la figura precedente, entre el momento en el que paciente está medicamente listo para abandonar su habitación y aquél en el cual se interna un nuevo paciente en esa misma cama, ocurren una serie de eventos que involucra a personal médico y a personal de servicios de soporte. Mediante esta esquematización, es posible subdividir las oportunidades de mejora en base a las dos mayores fuentes de demora: la demora en la emisión del alta médica (a cargo del médico) y la demora en los pasos del proceso de interface (a cargo del personal de soporte).

<sup>25</sup> Es preciso notar que el efecto de esta medida a nivel clínica, implica en realidad un aumento de la estadía promedio por paciente. Esto es porque pacientes que antes debían internarse durante un día o menos (cantidad que se encuentra por debajo del promedio), hoy no requieren internación. Consecuentemente, las estadías que componen el promedio se ven reducidas en aquellas cantidades que presentan los valores más bajos; y es por ello que el resultado neto es un incremento en la estadía promedio por paciente, como se detalló en el apartado 2 del presente trabajo.

### 3.2.2.1 Demoras en la emisión del alta médica

Estas demoras ocurren porque el momento en el que el paciente se encuentra recuperado, no necesariamente coincide con la visita del profesional responsable de emitir el alta. Estas demoras se ven reflejadas en el indicador giro cama o índice de rotación que mide el número de pacientes que en promedio pasan por una cama en un período de tiempo.

Algunas medidas que recomiendan especialistas para mejorar el indicador giro cama mediante una mejora en el proceso de altas son:

1. Buscar que las altas sean uniforme en todos los días. Debido a que durante los fines de semana hay menor cantidad de personal trabajando en la Clínica se tarda más en dar de alta un paciente. Para esto hay que lograr mejorar la programación de la rotación del personal.
2. Establecer criterios que sirvan como guía para el procedimiento de alta de los pacientes. Se debe buscar que los médicos no retengan a los pacientes más tiempo del clínicamente necesario.
3. Informar a los pacientes sobre el día y hora estimados de alta para que organicen con sus familiares el traslado a sus hogares.
4. Mejorar la comunicación entre médicos, residentes y enfermeras para que se conozca con certeza la situación de todos los pacientes internados.

Existen estudios que afirman que otro aspecto que influye en las demoras en el alta es el día de admisión de un paciente. Los especialistas afirman que los pacientes que son internados los días jueves y viernes tienen un tiempo de estadía promedio mayor que los que son internados en otros días de la semana. La razón de esto es que en general en las clínicas en los días sábados y domingos trabajan menos médicos lo que provoca demoras en el alta de los pacientes durante estos días. Lograr homogeneizar los días de internación es algo que resultaría difícil y traería un aumento en los costos de personal médico y de los servicios auxiliares, y por lo tanto, los beneficios debieran compensar estos costos adicionales.

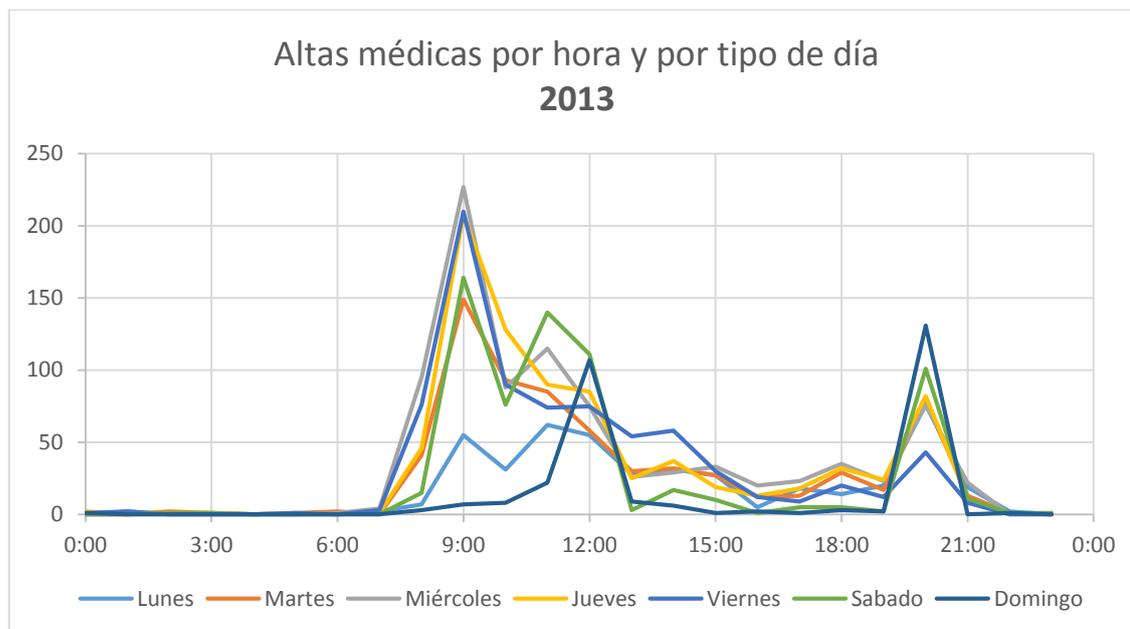


Gráfico 10 – Gráfico de cantidades de altas médicas por hora para cada tipo de día en base a los datos históricos registrados para el año 2013.

Como puede observarse en el gráfico precedente, las altas no se distribuyen de manera uniforme. Por un lado, es esperable que entre la medianoche y el comienzo del día siguiente no se registren altas.

Por otro lado, la distribución de altas durante el día presenta un comportamiento particular. Durante los días de semana se presentan tres picos de altas muy marcados alrededor de las 9:00, 12:00 y 20:00, y esto responde a las recorridas de observación que realizan los médicos. Primeramente, cuando el médico llega a la Clínica realiza una recorrida para conocer el estado de sus pacientes (alrededor de las 9:00). Para algunos tipos de día se registra además una segunda recorrida alrededor de las 12:00, antes del horario de almuerzo. Y por último, antes de retirarse de la Clínica, los médicos realizan una última recorrida que por lo general se da alrededor de las 20:00.

Un caso particular se registra en el día domingo. Como a la mañana trabaja relativamente poco personal médico, prácticamente no hay altas a las 9:00. De esta forma, las primeras altas del día se registran alrededor de las 12:00, y presentan un pico bastante elevado ya que incluye a los pacientes que no fueron dados de alta durante la mañana. A su vez, resulta importante destacar que el domingo es el día con la mayor cantidad de altas alrededor de las 20:00. Esto es porque hay médicos que sólo visitan a sus pacientes durante la tarde del domingo, pero que muy probablemente podrían haber sido dados de alta con anterioridad.

Analizando esta situación con los responsables del área, se estima que un 10% de las altas se dan con una demora de alrededor de 2 horas. Esto, para el año 2013 implicaría un total de 46<sup>26</sup> días cama; lo que considerando la duración promedio de la estadía de

<sup>26</sup> Surge del cálculo de 5549 pacientes multiplicado por 2 horas y dividido por 24 horas.

un paciente implica la posibilidad de atender a 20<sup>27</sup> pacientes adicionales (un 0,36% adicional).

Si bien el aprovechamiento de este tiempo representa una oportunidad de mejora, hay que tener en cuenta que esto implicaría intervenir en el trabajo profesional de los médicos, lo que resulta de muy difícil aplicación.

### 3.2.2.2 Demoras en el proceso de interface

El tiempo que conlleva el proceso de preparación de las camas y asignación, se denomina tiempo de interface y se puede esquematizar, como se vio anteriormente, de la siguiente manera:



Figura 2 – Esquema del proceso de interface.

Este comienza cuando un paciente se retira de la cama que está ocupando. Luego se le comunica al personal de limpieza que la cama está libre. A continuación el personal de limpieza procede a cambiar las sábanas y a limpiar la habitación. Una vez terminada la limpieza, se avisa al personal encargado de asignar las camas que la cama está disponible para recibir un paciente. Finalmente, se le asigna la cama a un paciente. Este último paso es crítico debido a que no sirve invertir en mejorar los tiempos de interface si no se tiene asegurado la posibilidad de internar a un nuevo paciente para ocupar la cama.

El proceso de asignación de camas consiste en identificar las camas que están disponibles y asignárselas a un paciente. La demora entre el momento en el que la cama está lista para ser ocupada y el momento en el que es asignada a un nuevo paciente es muy común. Por un lado, es natural por el hecho de que requiere que haya un paciente en espera; pero por otro lado, también influye la mala comunicación entre los sectores involucrados. Hoy en día la Clínica no cuenta con un sistema informatizado que permita monitorear el estado de las camas en tiempo real.

Según los especialistas, todo este proceso de interface debería tardar aproximadamente una hora y es complicado disminuirlo por debajo de ese valor. Para reducirlo, es necesario contratar más personal de limpieza e implementar nuevos procedimientos para la comunicación en el proceso. Además, es posible que para lograr cambios significativos sea necesario invertir en algún tipo de tecnología para automatizar la comunicación.

En conclusión, en cuanto al proceso de interface, los aspectos que habría que mejorar para este caso en particular son los siguientes:

---

<sup>27</sup> Teniendo en cuenta una duración promedio de estadía de 2,23 días.

- Reducir los tiempos de set up de las habitaciones comenzando por el proceso de limpieza. Mejorar la coordinación y/o implementar una mayor dotación.
- Reducir los tiempos involucrados en la habilitación de camas, es decir, la demora que se produce una vez que la habitación esta lista para ser ocupada y esta información está disponible para el planeamiento de las camas.
- Mejorar la comunicación inter e intradepartamental, reduciendo la burocracia y trabajo manual. La implementación efectiva de un sistema integral puede reducir tiempos y recursos. Por ejemplo una notificación automática al sector de limpieza en el momento necesario.

Todas estas mejoras pueden obtenerse mediante la implementación de herramientas que mejoren la comunicación entre el personal de limpieza, personal de planeamiento y médicos que emiten el alta médica. Básicamente, se considera la posibilidad de implementar un sistema integral que permita monitorear las principales variables del área de internación: estado actual de camas, admisiones pendientes, solicitudes de limpieza y solicitudes de traslado.

En este sentido, existe una gran cantidad de bibliografía sobre casos de éxito que incluyen la implementación de herramientas informáticas para gestionar estas variables, sobre la cual se estimará la oportunidad de mejora<sup>28 29 30</sup>.

De modo que se procede a estimar los tiempos involucrados actualmente en el proceso de interface con el fin de cuantificar el impacto que tienen sobre el tiempo total de la utilización de camas.

---

<sup>28</sup> Erica Drazen, 2011.

<sup>29</sup> Angelo Pellicone y Maude Martocci, 2006.

<sup>30</sup> Diane L. Huber, 2014.

	Proceso	Tiempo promedio estimado (min)
1	Demora entre salida del paciente y la orden de limpieza	20
2	Demora entre la orden y la limpieza	40
3	Limpieza habitación (sector internación)	30
4	Demora entre habitación lista y actualización en el sistema	15
	Total	105

Tabla 12 - Duración estimada de las actividades del proceso de interface.

Las estimaciones corresponden a la apreciación por parte del personal que gestiona las áreas de limpieza y planeamiento de uso de camas, en base a las planillas de registro de uso que posee el pabellón de internación. Estas estimaciones se realizan con el objetivo de dimensionar la oportunidad de mejora que surge de un incremento en la eficiencia del proceso de interface.

Analizando los puntos enumerados, es claro que con la mejora propuesta se pueden reducir los puntos 1 y 4, es decir, aquellas demoras directamente ligadas al flujo de información entre áreas. La demora entre la emisión de la orden y el inicio de la limpieza depende de la organización del personal de servicios y la demora en la limpieza depende de los procedimientos y herramientas de limpieza que estos posean.

Mediante la implementación de una herramienta informática que administre las órdenes de trabajo, los tiempos de emisión de órdenes se reducen al mínimo posible porque se registra automáticamente en el sistema.

	Proceso	Tiempo promedio estimado con mejoras(min)	Mejora de eficiencia
1	Demora entre salida del paciente y la orden de limpieza	1	95%
2	Demora entre la orden y la limpieza	32	20%
3	Limpieza habitación (sector internación)	30	0%
4	Demora entre habitación lista y actualización en el sistema	1	93%
	<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>39%</b>

Tabla 13 – Duración estimada de las actividades del proceso de interface teniendo en cuenta las mejoras de eficiencia que se destacan para cada actividad.

En este hipotético caso se mejora la eficiencia en un 39%, lo que representa una reducción de 41 minutos por paciente internado. Aplicando la misma metodología que en el punto 3.2.2.1, se obtendría una reducción de 157 días cama para el año 2013. A su vez, aplicando el promedio de estadía por pacientes, esto se traduce en la posibilidad de atender a 70 pacientes adicionales (1,26% adicional).

Sin embargo, se deben considerar el costo que implica un sistema integral para el manejo de camas, la implementación de nuevos procedimientos y posibles desvíos en los resultados estimados, puesto que se basa en los resultados obtenidos en otras partes del mundo.

Debido a las dimensiones del problema en cuestión, según se analizó en el punto número 2, se concluye que estas mejoras no alcanzan para resolverlo. Si bien ambas propuestas constituyen procesos de mejora de eficiencia, por sí solos no pueden reducir el número de rechazos a una cantidad aceptable. Cabe destacar que no se emplearon métodos de medición de tiempos más precisos porque los cálculos estimativos demuestran que esta oportunidad no sería suficiente para resolver la cuestión.

### 3.2.3 Enfoque en la organización del servicio: programaciones

Como se explicó en el punto 2.5.1, la ocupación durante los días de semana es mucho mayor que durante los fines de semana. La ocupación durante los días sábados y domingos raramente supera el 75% y en promedio no supera el 70%. Para ilustrar esta situación, se incluye el siguiente gráfico.

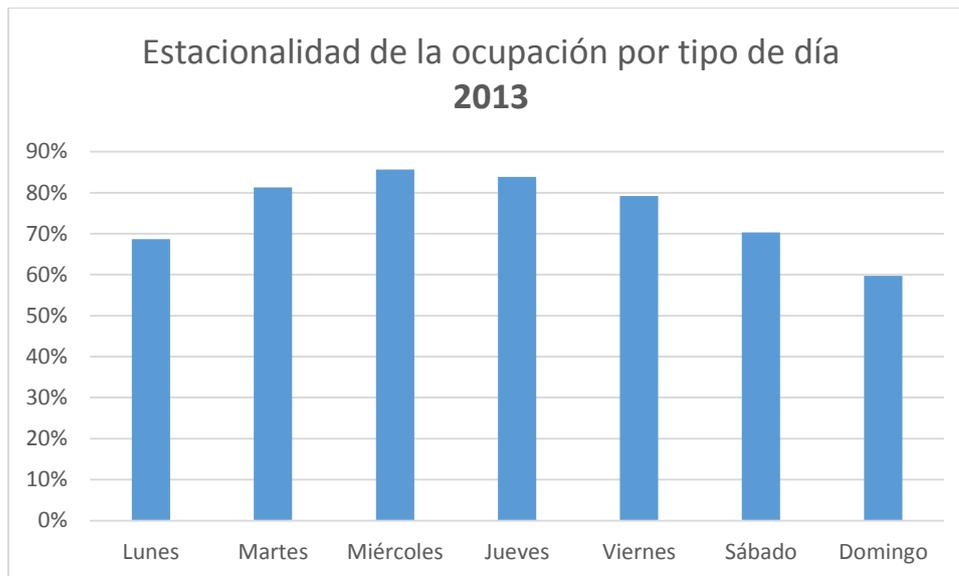


Gráfico 11 – Gráfico de estacionalidad por tipo de día para el área de Internación General en base al promedio de ocupación del año 2013.

Durante los martes, miércoles y jueves se trabaja con una ocupación promedio superior al 80%, lo que implica una alta probabilidad de rechazos en estos días. Sin embargo, si se observa la ocupación de sábados, domingos y lunes; se verá que en promedio no se supera el 70% de ocupación. De hecho si se analiza la diferencia entre el día de máxima ocupación promedio y aquél al que le corresponde la mínima ocupación promedio, se encuentra una diferencia del 26%. Esto implica que la estacionalidad por tipo de día sea la estacionalidad más fuerte a la que está sujeta la variación de la ocupación, y por ello, merece un análisis detallado de las fuentes que originan dicha variación.

Primeramente, debe notarse que este comportamiento estacional es el esperable para este tipo de organización por las causas explicadas en 2.5.1 (preferencias de médicos y comportamiento natural de la demanda: pacientes). Por ello, este es un problema al que se enfrentan la mayor parte de las clínicas y hospitales del mundo para optimizar el uso de sus camas. A modo ilustrativo, se incluyen los gráficos obtenidos por A.M. de Bruin, R. Bekker, L. van Zanten y G.M. Koole, para el servicio de hematología de un centro médico universitario ubicado en Alemania<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> Los gráficos surgen de la publicación a cargo de los mencionados autores bajo el nombre “Dimensioning hospital wards using the Erlang loss model”. Mayores detalles sobre esta obra se encuentran disponibles en el apartado bibliográfico.

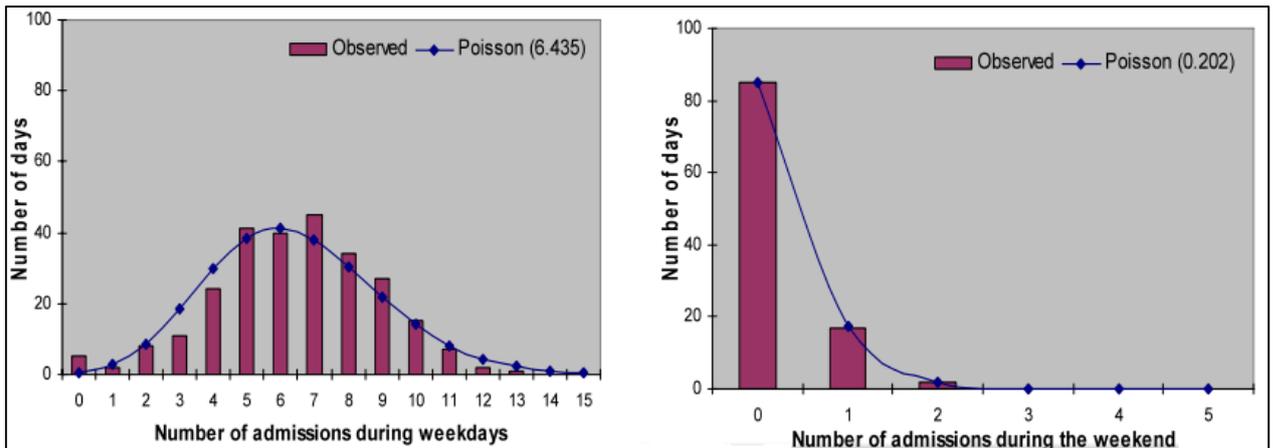


Figure 1 – Gráficos que comparan la cantidad de admisiones para los días de semana (izquierda) y los fines de semana (derecha). Los gráficos ilustran la cantidad de admisiones en el eje horizontal, y la cantidad de días que se observa esa frecuencia en el eje vertical.

De esto, se desprende que es muy difícil eliminar esta estacionalidad, pero se puede intentar reducir la diferencia entre los días de máxima ocupación y aquellos de mínima. Para analizar alternativas de solución de este fenómeno, es conveniente analizar el flujo de pacientes entrantes. Para ello, resulta de gran utilidad discernir entre dos grupos de pacientes para este análisis:

- Pacientes quirúrgicos programables: comprende a todas aquellas personas que ingresan a la Clínica para realizarse una intervención quirúrgica no urgente.
- Otros pacientes: comprende a todos los demás pacientes que ingresan a la institución, como ser, internaciones programadas, urgencias, etc.

La ventaja de esta clasificación es que permite identificar dos patrones de comportamiento muy diferentes entre ambos grupos. Por un lado, el grupo “Otros pacientes” está formado principalmente por pacientes que ingresan diariamente de manera relativamente uniforme debido a su carácter aleatorio. Por otro lado, el arribo de pacientes quirúrgicos programables es totalmente dependiente de cómo se realice la planificación de uso del quirófano. Además, clasificados de manera conveniente, es posible estimar con suficiente precisión las duraciones de las internaciones post quirúrgicas. Esto es porque la variabilidad de los períodos de recuperación post quirúrgica para los procedimientos programables es muy baja.

Las investigaciones demuestran que los cronogramas de cirugías programables son la principal fuente de variabilidad que lleva a la existencia de picos y valles en la ocupación de camas. Esta variabilidad genera restricciones de capacidad, y problemas de personal y otros recursos relacionados durante los picos de utilización de camas.<sup>32</sup>

A primera vista, pareciera ser posible realizar una reprogramación de manera tal de reducir los picos que se producen durante los días martes, miércoles y jueves; trasladando el exceso de demanda hacia el fin de semana y lunes. Es decir, gráficamente la oportunidad queda representada por el siguiente esquema.

<sup>32</sup> OR Manager, Vol.22 No.4, Abril 2006.



Figura 6 - Esquema del modelo propuesto para la reprogramación de pacientes, el mismo es meramente ilustrativo y su único fin es explicar el enfoque del modelo de análisis del tipo de pacientes.

Sin embargo, para evaluar la factibilidad de la reprogramación se deben tener en cuenta varios factores. Por un lado, el hecho de que algunos pacientes pueden no estar conformes con la reprogramación. Este resulta ser un factor cualitativo menor, puesto que el poder de negociación favorece ampliamente al proveedor de servicios en este caso. Además, independientemente de la preferencia de los clientes, resulta razonable que sea el proveedor de servicios quien determine la conveniencia de ciertas fechas para la provisión de determinados servicios.

Por otro lado, un factor de mayor peso es la mano de obra requerida. Operar el quirófano durante los fines de semana implica que se debe mantener el mismo nivel de servicio que durante los días de semana: enfermeras, mucamas, técnicos, médicos, etc. Además, teniendo en cuenta la legislación vigente, esto implica a su vez, la duplicación del costo de mano de obra.

Por lo tanto, para analizar los beneficios de la reprogramación debe tenerse en cuenta la rentabilidad adicional obtenida por la disminución del número de rechazos y un aprovechamiento más eficiente de las camas; y los costos adicionales en los que se incurre por trabajar con mayor cantidad de personal durante el fin de semana. Para ello, se habló con los principales referentes a cargo de la planificación de operaciones de Clínica La Pequeña Familia. Ellos destacan algunas dificultades adicionales para la implementación de estos cambios:

- Primero, los profesionales médicos son gran parte del valor agregado de la Clínica. Esto implica que la institución busca crear las mejores condiciones posibles para que los mejores profesionales disponibles en la ciudad y la zona<sup>33</sup> quieran ejercer la profesión en Junín, trabajando en Clínica La Pequeña Familia. Por ello, los eventuales cambios en los turnos de quirófano deben ser

<sup>33</sup> Incluyendo profesionales oriundos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

consensuados formalmente entre la Clínica y sus médicos, de manera tal de lograr un equilibrio de intereses.

- Segundo, los médicos que trabajan en la Clínica son profesionales de alto nivel que reciben una remuneración acorde. Por ello, se los considera poco sensibles a un eventual incremento de sueldo.

Teniendo en cuenta todas las variables descritas hasta aquí, se ha determinado que es posible reprogramar algunos de los servicios quirúrgicos. Analizando los procedimientos quirúrgicos que mayor impacto tienen en el uso de camas del sector de internación y determinando, con el apoyo del personal abocado a planificación, se ha determinado la posibilidad de realizar reprogramaciones para los siguientes procedimientos quirúrgicos:

- **Histerectomía:** es un procedimiento quirúrgico que consiste en la extracción del útero, trompas de falopio u ovarios. Dependiendo de la condición del paciente, en la mayoría de los casos es posible programar el procedimiento.
- **Artroscopía simple:** es un tipo de endoscopía que se realiza en una articulación. Puede ser para observación o incluir alguna cirugía menor. Casi en la totalidad de los casos resulta programable. Este tipo de procedimiento tiene un tiempo de recuperación algo menor a un día, y por lo general el médico decide internar al paciente de manera tal que pase una noche inmovilizado. Por ello, este tratamiento representa una gran oportunidad para el aprovechamiento del día domingo sin afectar más que una parte del día lunes.
- **Partos por cesárea:** es programable casi en la totalidad de los casos, siempre y cuando no haya habido complicaciones en el embarazo. En este caso, los procedimientos se encuentran mayormente concentrados durante los días lunes y miércoles, lo que resulta particularmente perjudicial para el aprovechamiento de las camas.
- **Colecistectomía laparoscópica:** el procedimiento consiste en la extirpación de la vesícula biliar y se puede reprogramar en un 70% de los casos, dependiendo siempre de la condición del paciente.

A partir de las restricciones existentes para hacer cambios y con el objetivo de estabilizar el uso de recursos<sup>34</sup>, se ha resuelto plantear un método matemático que permita resolver el problema encontrando el cronograma óptimo<sup>35</sup>.

Para ello, se utilizarán las duraciones medias estimadas para cada procedimiento. Es muy importante notar que esta metodología es particularmente apropiada, únicamente para los procedimientos quirúrgicos programables. Esto se debe a que, como se mencionó anteriormente, presentan una variabilidad menor en comparación con otros procesos. Para todos los procedimientos mencionados anteriormente, el desvío

---

<sup>34</sup> Para estabilizar el uso de recursos, se aplicaron métodos de optimización para minimizar la diferencia entre los valores máximo y mínimo de ocupación.

<sup>35</sup> La optimización se plantea para reprogramar los datos históricos de 2013.

estándar de la duración de la internación post quirúrgica se mantiene por debajo de las 7 horas<sup>36</sup>.

El algoritmo a implementar es un problema de programación lineal, por lo que se busca optimizar una función lineal de ciertas variables de decisión, sujeta a una serie de restricciones lineales. Esta herramienta resulta ser particularmente adecuada por las condiciones descritas en los párrafos anteriores. Además, existen diversos estudios que han desarrollado modelos de programación lineal para el cálculo de cronogramas óptimos de procedimientos quirúrgicos<sup>37 38 39 40</sup>.

### 3.2.3.1 Desarrollo teórico del modelo de programación lineal

- Variables
  - Sean  $i$  y  $j$  números enteros de manera tal que  $i \in (1, 4)$  y  $j \in (1, 7)$ , donde además  $i$  representa tipos de procedimientos y  $j$  días de la semana.
  - $X_{ij}$  = cantidad de procedimientos  $i$  programados para el día  $j$  (Variables de decisión)
  - $O_j$  = ocupación del área de Internación General, en días cama para el año 2013, exceptuando aquellos procedimientos comprendidos en este análisis.
  - $b_i$  = cantidad de procedimientos de tipo  $i$  que se llevaron a cabo en 2013.
  - $m_{ij}$  = cantidad de procedimientos de tipo  $i$  en el día  $j$  que no se pueden reprogramar.
  - $P_j$  y  $N_j$  son dos números que representan la parte positiva y negativa de la diferencia entre la ocupación de dos días consecutivos. Se emplean para linealizar el módulo de dicha diferencia y poder aplicar el método Simplex. (Variables de decisión)

---

<sup>36</sup> 6.24 horas para la Histerectomía, 3.36 horas para la Artroscopia, 6.72 horas para los partos por cesárea y 5.04 para la colecistectomía laparoscópica.

<sup>37</sup> Emrah Koksalmis et al., 2014.

<sup>38</sup> Suliadi F. Sufahani et al., 2012.

<sup>39</sup> John T. Blake et al., 2002.

<sup>40</sup> Bo Zhang et al., 2007.

- Función objetivo: se busca minimizar las diferencias de ocupación entre días consecutivos. La función queda representada como la sumatoria de los elementos  $T_j$  debido a la necesidad de linealizar el problema para ser resuelto por el método Simplex, como se comentó anteriormente.

$$\min\left(\sum_{j=1}^7 T_j\right)$$

- Restricciones

$$\sum_{j=1}^7 X_{ij} = b_i, \forall i \text{ (Cumplimiento del número de procedimientos históricos)}$$

$$X_{ij} \geq m_{ij}, \forall i \forall j \text{ (Procedimientos no programables)}$$

$$T_1 = O_1 - O_7, \text{ (Diferencia de ocupación entre lunes y domingo)}$$

$$T_j = O_j - O_{j-1}, \forall j > 1 \text{ (Diferencia de ocupación entre dos días consecutivos)}$$

$$\begin{aligned} T_j \\ = P_j \\ - N_j, \forall j \text{ (Diferencias entre días consecutivos, definida de manera lineal)} \end{aligned}$$

$$O_1 = X_{11} + 0,78X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{17} + X_{37} + 0,13X_{47} + 0,41X_{16} + 0,54X_{36}$$

$$O_2 = X_{12} + 0,78X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{11} + X_{31} + 0,13X_{41} + 0,41X_{17} + 0,54X_{37}$$

$$O_3 = X_{13} + 0,78X_{23} + X_{33} + X_{43} + X_{12} + X_{32} + 0,13X_{42} + 0,41X_{11} + 0,54X_{31}$$

$$O_4 = X_{14} + 0,78X_{24} + X_{34} + X_{44} + X_{13} + X_{33} + 0,13X_{43} + 0,41X_{12} + 0,54X_{32}$$

$$O_5 = X_{15} + 0,78X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{14} + X_{34} + 0,13X_{44} + 0,41X_{13} + 0,54X_{33}$$

$$O_6 = X_{16} + 0,78X_{26} + X_{36} + X_{46} + X_{15} + X_{35} + 0,13X_{45} + 0,41X_{14} + 0,54X_{34}$$

$$O_7 = X_{17} + 0,78X_{27} + X_{37} + X_{47} + X_{16} + X_{36} + 0,13X_{46} + 0,41X_{15} + 0,54X_{35}$$

$$P_j \geq 0, \forall j$$

$$N_j \geq 0, \forall j$$

$$X_{ij} \in \mathbf{Z}, \forall i \forall j$$

- Aclaraciones del modelo
  - Se consideran los mínimos servicios diarios en base a lo conversado con el personal de dirección médica (elementos  $m_{ij}$ ):

		Días, j						
		1	2	3	4	5	6	7
Procedimientos, i	1	4	0	5	2	1	2	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	20	20	20	20	20	0	0
	4	10	10	10	10	10	0	0

- Las ecuaciones de ocupación (elementos  $O_j$ ) se elaboraron teniendo en cuenta la duración media de cada uno de los procedimientos. Estas resultan ser: 2.41, 0.78, 2.54 y 1.13 días camas correspondientes a los procedimientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

### 3.2.3.2 Resultados de la optimización

Corriendo el modelo de optimización propuesto, se obtiene la redistribución óptima en base a los casos históricos del año 2013. Es decir, es la redistribución tal que si se hubiera implementado en 2013 hubiera producido la mayor estabilidad posible en la ocupación del sector de Internación General. A continuación se describe la reprogramación para cada uno de los procedimientos analizados.

Día	GO5Q (Histerectomía)			
	2013	Propuesto	Distribución 2013	Distribución propuesta
Lunes	4	4	6%	6%
Martes	48	0	77%	0%
Miércoles	5	5	8%	8%
Jueves	2	2	3%	3%
Viernes	1	1	2%	2%
Sábado	2	28	3%	45%
Domingo	0	22	0%	35%

Tabla 14 - Tabla de reprogramación para Histerectomía. Los valores propuestos surgen del modelo de optimización lineal. A partir de ello se calcula una distribución de casos propuesta que sirve como estimación de la posible reprogramación a implementar en el futuro.

En el caso de la Histerectomía, se reprograman todos los procedimientos del día martes para el fin de semana, manteniendo únicamente aquellos que deban ser realizados de urgencia. Por otro lado, en el caso de la Artroscopía, se dispone de total flexibilidad debido a que es un procedimiento relativamente simple que puede ser postergado.

Día	TRS57Q (Artroscopía Simple)			
	2013	Propuesto	Distribución 2013	Distribución propuesta
Lunes	46	69	47%	71%
Martes	15	0	15%	0%
Miércoles	17	0	18%	0%
Jueves	4	0	4%	0%
Viernes	0	0	0%	0%
Sábado	15	0	15%	0%
Domingo	0	28	0%	29%

Tabla 15 - Tabla de reprogramación para Artroscopía simple. Los valores propuestos surgen del modelo de optimización lineal. A partir de ello se calcula una distribución de casos propuesta que sirve como estimación de la posible reprogramación a implementar en el futuro.

Como puede verse en la tabla precedente, la programación propuesta consiste en concentrar los procedimientos durante los días lunes y domingo. Esto tiene lógica dado que el tiempo requerido de internación es, en promedio, menor a un veinticuatro horas.

Otro procedimiento importante y bastante flexible para su programación es el parto por cesárea. Si bien se establecieron ciertos procedimientos obligatorios durante la semana, existe la posibilidad de realizar el procedimiento durante los fines de semana.

Día	GO19Q (Parto por cesárea)			
	2013	Propuesto	Distribución 2013	Distribución propuesta
Lunes	74	36	25%	12%
Martes	29	20	10%	7%
Miércoles	74	20	25%	7%
Jueves	53	20	18%	7%
Viernes	39	20	13%	7%
Sábado	22	0	7%	0%
Domingo	6	181	2%	61%

Tabla 16 - Tabla de reprogramación para Parto por cesárea. Los valores propuestos surgen del modelo de optimización lineal. A partir de ello se calcula una distribución de casos propuesta que sirve como estimación de la posible reprogramación a implementar en el futuro.

De acuerdo con la configuración óptima, se concentra a la mayor cantidad de casos durante el día domingo, dejando para los días de semana sólo aquellos casos que no puedan ser postergados.

Por último, algo similar ocurre con la colecistectomía. Según los cálculos de optimización, se debe concentrar el grueso de los procedimientos durante los fines de semana y dejar el resto de la semana para aquellos casos que no puedan ser reprogramados, o requieran cierto grado de urgencia.

Día	GE25Q (Colecistectomía laparoscópica)			
	2013	Propuesto	Distribución 2013	Distribución propuesta
Lunes	78	10	27%	3%
Martes	43	10	15%	3%
Miércoles	81	10	28%	3%
Jueves	22	10	7%	3%
Viernes	50	10	17%	3%
Sábado	17	146	6%	50%
Domingo	3	98	1%	33%

Tabla 17 - Tabla de reprogramación para Colecistectomía laparoscópica. Los valores propuestos surgen del modelo de optimización lineal. A partir de ello se calcula una distribución de casos propuesta que sirve como estimación de la posible reprogramación a implementar en el futuro.

Con estos cambios, se genera una gran estabilidad en el uso de las camas del sector de internación general. Calculando para 2013, si se hubiera reprogramado los servicios como se propone, la diferencia entre los picos máximo y mínimo pasa del 25,95% al 5,58%.

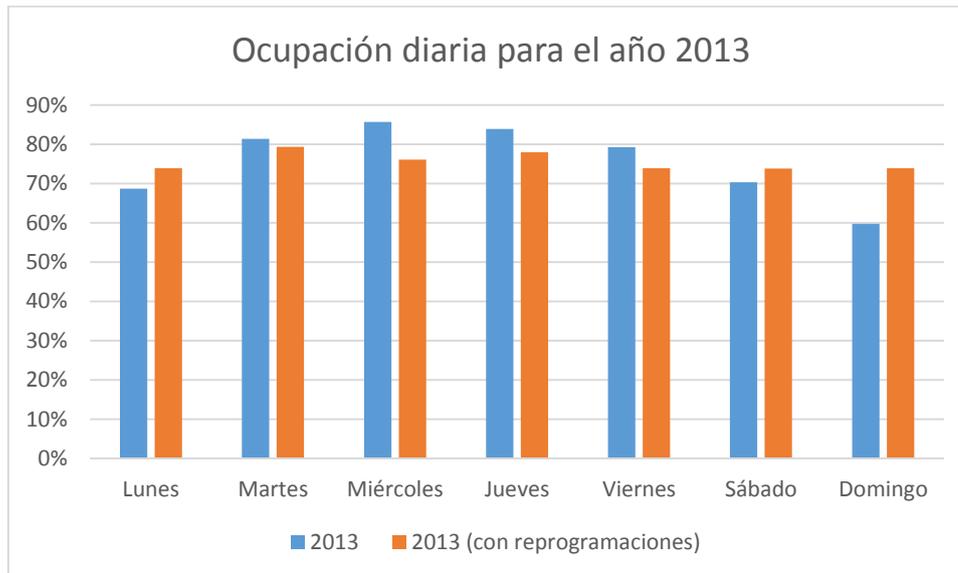


Gráfico 12 – Gráfico comparativo entre los promedios diarios de ocupación durante 2013 y aquél calculado efectuando las reprogramaciones propuestas anteriormente.

Como puede verse en el gráfico precedente, la ocupación se mantiene estable entre el 74% y el 79%, lo que implica una mejora sustancial puesto que ningún día se trabaja superando el 80%.

La combinación calculada en este caso, responde al cálculo de la mejor combinación posible dentro de todas las restricciones impuestas por la dirección médica. Es importante notar que puede existir alguna combinación de servicios (considerando todos los procedimientos posibles) que matemáticamente estabiliza la ocupación en un valor equivalente al promedio de ocupación. Pero como se mencionó anteriormente, esto no sería posible de llevar a la práctica porque hay cambios que no se pueden implementar debido a ciertas decisiones estratégicas, preferencias y disponibilidad de los médicos, etc.

Como se demostró hasta aquí, es evidente que esta reprogramación representa una mejora en la operación de la Clínica porque se reducen los picos de ocupación. Es decir, al reducir la ocupación de los miércoles y jueves, del 86% al 76% y del 84% al 78% respectivamente, se infiere que la probabilidad de rechazar pacientes en esos días críticos se reducirá. De hecho, según estudios enfocados en este tema, uno de los puntos clave para mejorar el flujo de pacientes en un centro médico es la reducción de máximos y mínimos en la carga de trabajo<sup>41</sup>.

Sin embargo, para tomar una decisión es necesario saber en qué medida se reducen los rechazos. Así, se espera obtener el número de pacientes adicionales que se pueden atender y con ello la utilidad adicional esperable, en contraste con los costos relacionados con el mayor nivel de servicio que se requiere para los fines de semana. Pero todos estos datos no se encuentran disponibles porque Clínica La Pequeña Familia, así como muchos otros centros médicos de nivel mundial<sup>42</sup>, no registra el número de pacientes que rechaza por falta de camas.

Por todo esto, es necesario desarrollar alguna herramienta que permita cuantificar el impacto que estos cambios tienen en el sistema real. Cómo se describió al comienzo de este trabajo, la herramienta en cuestión es un modelo de simulación discreta. El mismo se desarrolla teóricamente y se implementa en el punto 4 de este trabajo.

### 3.2.4 Enfoque en la cantidad de recursos

Hoy en día, la Clínica trabaja con niveles de ocupación en internación que en promedio rondan el 75%, con picos máximos que alcanzan en promedio un 86% durante los días miércoles debido a la estacionalidad por tipo de día. Sin embargo, como se desarrolló en los apartados anteriores, es muy difícil aumentar mucho más la ocupación promedio sin incurrir en una gran cantidad de rechazos. Además, este fenómeno se agrava aún más cuando el pool de camas es relativamente pequeño<sup>43 44</sup>.

El tema a desarrollar en este apartado tiene que ver con los recursos de la Clínica para atender a sus pacientes, y como se ha visto, el principal recurso limitante hoy en día es la cantidad de camas en el área de internación. Entonces, el camino directo para la solución de la problemática actual en cuanto a la cantidad de recursos parece ser el incremento del número de camas en Internación General.

Sin embargo, si pensamos en el macro proceso de atención médica descrito en el apartado 2, el incremento de recursos para el área que actualmente es el cuello de botella aumentará la capacidad del sistema. Pero no deben perderse de vista todos aquellos procesos relacionados, que con sus recursos limitados pudieran convertirse en el nuevo cuello de botella, modificando la relación entre la cantidad de recursos del área

---

<sup>41</sup> Bernd Rechel et al., 2010.

<sup>42</sup> A.M. de Bruin et al., 2009.

<sup>43</sup> A.M. de Bruin et al., 2009.

<sup>44</sup> R. Jones, 2003.

que actualmente es cuello de botella y la capacidad del sistema. Por ello, al pensar la problemática actual como un problema de capacidad, deben considerarse los recursos disponibles de todas las demás áreas. A continuación, se enumeran taxativamente aquellos factores que deben ser considerados para evaluar un aumento de número de camas en el área de Internación General.

- Servicios complementarios: se incluyen en esta categoría a los servicios de lavandería, esterilización, farmacia y cocina. Estos están trabajando, según se pudo relevar, a un promedio del 70% de su capacidad actual. Por esta razón, estos servicios pueden tolerar un cierto incremento en el número de camas. Sin embargo, existe un incremento dado para el cual debe contemplarse la ampliación del área y el incremento de recursos para estos servicios.
- Personal médico: esta categoría incluye tanto a médicos como a personal de enfermería. Es importante aclarar que esta área es la que menos horas de personal médico requiere, porque involucra el tratamiento de pacientes agudos. Sin embargo, para aumentar la capacidad del área de internación, es importante mantener el mismo nivel de servicio. Por lo general, este se mide en base a cantidad de enfermeras por cama, o cantidad de médicos por cama. Para hacer un cálculo conservativo, en este caso se asume que se mantendrá constante la relación, con lo cual se deberá incrementar el personal en la misma proporción que las camas. Actualmente, la proporción de camas por enfermera para las áreas de internación y terapia es de 7.33 y 2.86 respectivamente<sup>45</sup>.
- Camas en el sector de Terapia: cómo se explicó en el apartado 2, Terapia es un sector que está íntimamente ligado a Internación General, y existe un cierto flujo de pacientes de un sector hacia otro. Por esta razón, al aumentar la cantidad de pacientes internados, aumentará dicho flujo. Además, es preciso aclarar que el sector de Terapia es un sector mucho más crítico por el tipo de pacientes que maneja. Por ello, los rechazos en esta área son inaceptables para la empresa y la ocupación de este sector será un limitante para el aumento de la capacidad del área de Internación.
- Quirófanos: análogamente al caso anterior, existe un cierto flujo de pacientes entre los quirófanos y el área de Internación General, por lo que el incremento de dicho flujo sería esperable al aumentar el número de camas. Sin embargo, los quirófanos trabajan con un nivel de ocupación mucho más bajo. Para un eventual incremento de capacidad en Internación, la capacidad del quirófano seguirá siendo adecuada puesto que está dimensionada para poder programar las cirugías con cierta libertad.
- Otras Instalaciones: existen otras instalaciones que no quedan englobadas en las demás categorías, entre las cuales cabe destacar el estacionamiento. Si bien

---

<sup>45</sup> Basado en el promedio de enfermeras para cada área teniendo en cuenta los 4 turnos diarios de 6 hs que corresponden a la actividad. Nótese que por convenio, la cantidad de camas por enfermera para el área de internación y terapia no puede ser mayor a 12 y 4 camas por enfermera respectivamente.

puede parecer un aspecto secundario, considerando que por la ubicación de la Clínica todos los pacientes llegan en auto, puede ser un factor considerable cuando estos evalúan el servicio de La Pequeña Familia. El mismo está siempre lleno por lo que muchos pacientes terminan estacionando en las calles aledañas a la Clínica. Dado que muchas calles de la cercanía son de tierra, cuando estas están embarradas, estacionar se convierte en un problema. Al aumentar la capacidad de Internación, aumentará la cantidad de pacientes y familiares que acuden a la Clínica. Por ello y por la ubicación de la Clínica es esperable que la cantidad de autos aumente. Es necesario evaluar el impacto cualitativo que esto tiene en la calidad del servicio, y contemplar si deberá ampliarse el espacio dedicado a estacionamientos.

Por otro lado, el punto crítico a analizar para determinar si conviene o no aumentar el número de camas del sector internación es la demanda. Teniendo en cuenta que existen rechazos de pacientes por falta de cama, existe cierta demanda que la Clínica actualmente no está satisfaciendo. Por ello, es importante saber la dimensión de esa demanda para determinar la capacidad que se requiere, actualmente y en el mediano plazo, para cubrirla en su totalidad. Por esto último, es importante conocer el mercado en el que se encuentra la empresa y su crecimiento, así como otros factores que influyan en la demanda del servicio.

#### 3.2.4.1 Análisis de la demanda

Como se mencionó anteriormente, el conocimiento del número de rechazos actuales es fundamental y representa la demanda real que existe hoy en día en la Clínica. Sin embargo, es importante conocer la evolución de esa demanda para poder planificar un aumento de la capacidad que sea coherente con dicha evolución. El objetivo de este apartado es estimar la oportunidad que existe en el mercado para el crecimiento de la Clínica, para asegurar que los escenarios de crecimiento que se propongan sean consistentes con la realidad.

En este sentido, para realizar un análisis más detallado de la capacidad de la Clínica para internar pacientes se procede a analizar la demanda de la misma. En la Clínica acuden anualmente entre 9000 y 9500 pacientes para internarse. Como ya se ha analizado previamente en la sección 1, solo el 33% de estos pacientes corresponden a personas que viven en Junín, es esperable que este porcentaje disminuya a través del tiempo ya que la demanda de las otras ciudades presentan un mercado menos maduro que el de Junín. Como la demanda del segmento en particular al que apunta la Clínica en dicha ciudad ya fue absorbida en gran medida, se analizará una expansión en base al resto de las otras ciudades que componen el 67% restante de los pacientes. Es decir, si bien en Junín la Clínica no puede crecer mucho más, si lo puede hacer en las demás ciudades donde el límite todavía parece estar lejos: Pergamino, Chivilcoy, Arrecifes, Bragado, Salto, Carlos Casares, Lincoln, General Pinto, Nueve de Julio y Chacabuco en primera instancia.

### 3. Oportunidades de mejora

Si bien cada ciudad debería ser considerada un caso aparte debido a la diversidad de factores que intervienen (grado de competencia entre los centros asistenciales de dicha ciudad, demografía, estado de las rutas y accesos a Junín, etc.) el objetivo de este análisis es proponer un límite orientativo al crecimiento. Para establecer una cota máxima en el largo plazo (10 años) se establecerá un aumento del market share considerablemente alto, siendo este del 50%<sup>46</sup> para todas las ciudades, a excepción de Junín ya que como se ha explicado anteriormente se considera un mercado muy maduro. Se recuerda que se define a market share como:

$$\text{Market Share Ciudad "X"} = \frac{\text{Pacientes atendidos en LPF anualmente radicados en la Ciudad "X"}}{\text{Pacientes totales anuales en la Ciudad "X"}}$$

En la situación actual Junín representa el 33% de las internaciones y el resto de las ciudades el 67%. De modo que si aumentase en el largo plazo (10 años) un 50% las internaciones de pacientes provenientes del resto de las ciudades obtendremos una nueva distribución de la demanda: Junín representaría ahora el 25% y el resto de las ciudades el 75%.

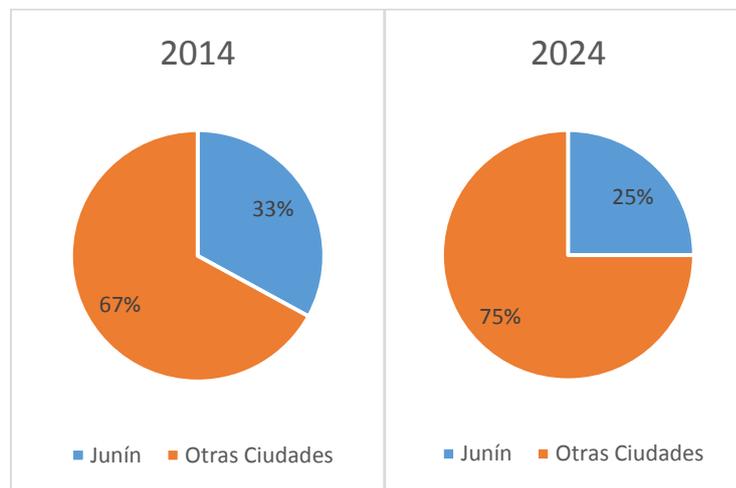


Gráfico 13 - Distribución de las ciudades de origen de los pacientes internados. La estimación del año 2024 corresponde a un aumento del 50% de la demanda fuera de Junín.

En promedio durante los últimos 3 años se efectuaron aproximadamente 5500 internaciones anuales en la Clínica (contabilizando únicamente las correspondientes a Internación General y Terapia). En la situación actual 3685 internaciones anuales provienen del resto de la ciudades, si este número aumenta un 50% obtenemos un incremento de 1842.5 internaciones anuales, obteniéndose en total 7342.5 internaciones anuales (Junín y el resto). Esto significaría un crecimiento anual del 3% durante 10 años. Hay que recordar que este número corresponde a la *demanda potencial* y no a las internaciones efectivas, es decir que se llegaría esa cantidad solamente si la Clínica va aumentando su capacidad e influencia geográfica año tras año. Siguiendo el mismo análisis que se hizo para la cota de internación general y terapia será necesario establecer la de internaciones totales:

<sup>46</sup> Surge de lo hablado con los directores de la Clínica. Ellos aseguran que los mercados en los que están presentes, a excepción de la ciudad de Junín, se encuentran desarrollados en un 50%.

2011 - 2013							COTA		
	Ciudad	Población	Pacientes Promedio Anuales - LPF	Distancia de Junín (km)	Pacientes Anuales LPF/ Población	Market Share	Crec. máximo posible	Nuevo Market Share	Nuevos Pacientes
1	Junín	90,305	2772.67	-	0.0307	42.06%	0%	42%	0.00
2	General Viamonte	18,074	358.33	55.7	0.0198	27.16%	50%	41%	179.17
3	General Arenales	14,855	275.33	64.6	0.0185	25.39%	50%	38%	137.67
4	Rojas	23,452	362.33	51.5	0.0154	21.16%	50%	32%	181.17
5	Vedia	16,774	250.67	56.5	0.0149	20.47%	50%	31%	125.33
6	Colon	24,875	357.00	107	0.0144	19.66%	50%	29%	178.50
7	Chacabuco	47,802	519.00	55.6	0.0109	14.87%	50%	22%	259.50
8	9 de Julio	47,733	460.67	109	0.0097	13.22%	50%	20%	230.33
9	General Pinto	11,356	103.33	97.5	0.0091	12.46%	50%	19%	51.67
10	Lincoln	42,505	314.67	65.8	0.0074	10.14%	50%	15%	157.33
11	Carlos Casares	22,076	133.67	150	0.0061	8.29%	50%	12%	66.83
12	Salto	32,628	192.33	100	0.0059	8.07%	50%	12%	96.17
13	Bragado	40,320	224.33	81.3	0.0056	7.62%	50%	11%	112.17
14	Arrecifes	29,027	123.67	129	0.0043	5.84%	50%	9%	61.83
15	Pergamino	104,922	260.33	91.4	0.0025	3.40%	50%	5%	130.17
16	Chivilcoy	64,148	113.67	109	0.0018	2.43%	50%	4%	56.83
	Otras	-	1643.67	-	-	-	50%	-	821.83
<b>TOTAL NUEVOS PACIENTES</b>									<b>2846.50</b>

Tabla 18 - Cálculo del aumento aproximado de las internaciones anuales por ciudad en base a un aumento del 50% del market share en un período de 10 años para todas las ciudades menos Junín.

Por lo tanto podemos establecer como una cota estimativa para la cantidad de internaciones anuales un aumento de 3000<sup>47</sup> para el plazo de 10 años. Suponiendo que la Clínica va aumentando su capacidad e influencia a lo largo del tiempo y se mantiene un nivel de rechazos aproximadamente constante en el tiempo.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la tasa de crecimiento histórica para los años 2011, 2012 y 2013 fue de alrededor de 0,5%-0,7%. Pero estos crecimientos responden al crecimiento de la demanda aceptada, ya que no contempla el crecimiento en los rechazos. Por esta razón, el crecimiento de la demanda real puede estar alrededor del 1%.

Con este análisis de mercado, se ha estimado un crecimiento máximo posible cuya utilidad radica en el establecimiento de un tope al crecimiento. Pero la estimación de la tasa de crecimiento es un problema a parte, para el cual se deberán suponer diferentes

<sup>47</sup> En los datos que se procesaron para cada uno de los 3 años en análisis hay aproximadamente 500 entradas de datos de pacientes internados (5% del total) que no tenían asignado el código postal, impidiendo así determinar su ciudad de origen. Se asume que ese 5% de pacientes se distribuye igual al 95% restante. Por lo que el número total de nuevos será 3000 en lugar de 2846.

### 3. Oportunidades de mejora

escenarios. Además, como actualmente existen rechazos, al aumentar la capacidad aumentará inmediatamente la cantidad de internaciones.

Aún con todo este esquema, resulta muy difícil estimar con precisión la cantidad de camas óptima a adicionar. Esto se debe principalmente a la falta de información cuantitativa acerca de la cantidad de pacientes que son rechazados por falta de camas. Además, si se agregaran camas al área de internación, interesaría saber cuál sería la ocupación resultante del área de terapia y cuál sería el nuevo índice de rechazos. Por todas estas razones, se vuelve necesaria la aplicación de alguna herramienta que permita calcular el valor de dichas variables con cierto grado de exactitud. Como se explicó al comienzo de este trabajo, la herramienta que se empleará es un modelo de simulación discreta que se desarrollará en el apartado número 4.

### 3.3 Evaluación preliminar de alternativas

A lo largo de este apartado se han desarrollado diferentes oportunidades de mejora, en base a las 4 dimensiones propuestas para analizar la variable “ocupación del área de internación”. En este punto, se pretende hacer un breve resumen de los principales hallazgos, ordenar las alternativas y justificar la elaboración del modelo de simulación.

En primer lugar, se habló de la imposibilidad de modificar la cantidad de pacientes atendidos o reducir el mercado target de la empresa. Por esta razón, la propuesta de mejoras se reduce a las tres dimensiones restantes de acuerdo al esquema propuesto en el punto 3.1.

Con respecto a la reducción del tiempo de internación, se encontraron dos propuestas de mejora que incluyen: la reducción de demoras en emisión de altas y la reducción de los tiempos de interface. Además, por las características de éstas, es posible estimar su impacto en 53 minutos por paciente internado. Como se calculó anteriormente, esto permitiría un incremento de las internaciones del 1,65%.

Sin embargo, a partir de la implementación del registro de rechazos detallada en el apartado 2, se pudo estimar que el número de rechazos es superior al 4%. Por ello, si bien estas alternativas permiten mejorar la eficiencia en el uso de las camas, no alcanzan por sí solas para resolver el problema que actualmente presenta la Clínica. Además, la reducción de tiempos de interface requiere una gran inversión en tecnología para la mejora de la comunicación; y la reducción de demora en emisión de altas puede presentar grandes dificultades al momento de implementar cambios de procedimientos en el trabajo diario de los médicos.

Con respecto a las programaciones, se demostró la posibilidad de reducir drásticamente la estacionalidad diaria mediante la reprogramación de cuatro procedimientos quirúrgicos. A partir de la aplicación del modelo de programación lineal se obtuvo una distribución recomendada para la programación de servicios. Si bien el impacto de esta alternativa pareciera ser alto, no es posible determinarlo con precisión sin la ayuda de un modelo de simulación. Por esta razón, en el próximo apartado se abordará la evaluación

de esta alternativa. A su vez esta también involucra grandes costos para operar prácticamente en iguales condiciones durante los fines de semana.

Por último, con respecto a la cantidad de recursos, su impacto dependerá básicamente de la cantidad de camas a adicionar. Esta alternativa no es una mejora en la eficiencia del uso de recursos, sino una mera alteración de la dimensión de los mismos. Sin embargo, la determinación de la cantidad de camas a adicionar es una decisión que no puede tomarse a la ligera porque requiere el conocimiento del número de rechazos actual, y el crecimiento del mercado y la demanda. Por estas razones, es necesario evaluar esta alternativa en torno a diferentes escenarios que contemplen las diferentes variantes posibles y su impacto en las principales variables de la empresa. Además, esta alternativa requiere una gran inversión en los servicios de soporte, personal, etc.

A modo de resumen, se incluye la siguiente matriz que incluye impacto, factibilidad, costo y tiempo de implementación estimados para cada alternativa.

Mejora	Impacto	Factibilidad	Costo	Tiempo de Implementación
Disminuir demoras en emisión de altas	Bajo	Bajo	Bajo	1 mes
Disminuir demoras en procesos de interface	Medio	Alto	Alto	6 meses
Reprogramación de procesos quirúrgicos	Alto <sup>48</sup>	Alto	Alto	4 meses
Aumentar la cantidad de camas	Alto <sup>49</sup>	Alto	Alto	12 meses

Tabla 19 – Matriz de impacto, factibilidad, costo y tiempo de implementación estimados para cada alternativa.

A partir de esta comparación, se concluye que las alternativas más prometedoras son la reprogramación de procesos quirúrgicos y el aumento de camas. Sin embargo, se necesita más información para tomar una decisión con cierto grado de certidumbre. El modelo de simulación discreta que se desarrollará en el capítulo siguiente, pretende dimensionar el problema actual y el impacto de las alternativas que aquí se describen, teniendo en cuenta el crecimiento de la demanda.

<sup>48</sup> Estimado, suponiendo que la estabilidad en la ocupación permitirá reducir el número de rechazos.

<sup>49</sup> Depende de la cantidad de camas, pero comparativamente es alto porque el agregado de una única cama supera a las alternativas de disminución de demoras.

## 4. Evaluación de alternativas mediante simulación discreta

### 4.1 Introducción a la simulación

La simulación es la imitación de la operación de un proceso o sistema del mundo real a lo largo del tiempo<sup>50</sup>. Para este trabajo en particular, la simulación resulta una herramienta sumamente apropiada porque permite el estudio de las interacciones internas del sistema en estudio y la evaluación de diferentes escenarios. La mera construcción del modelo, obliga a un estudio detallado y cuantitativo de las reglas que rigen el comportamiento observado del sistema. Así, este estudio proporciona una potente herramienta para la evaluación de alternativas; pero además, y quizás más importante, proporciona un valioso conocimiento sobre el funcionamiento del mismo. Esto último, genera un importante valor agregado en la toma de decisiones, o como en este caso, en la sugerencia para la toma de decisiones.

Es importante aclarar que lo que se pretende simular es un modelo del sistema, y este, por definición es una simplificación del sistema. Sin embargo, el modelo debe ser lo suficientemente detallado como para permitir que las conclusiones sean aplicables al sistema real. El tipo de modelo que se desarrollará en este trabajo es dinámico, porque representa el funcionamiento del sistema en el tiempo; y estocástico, porque utiliza variables aleatorias como datos de entrada. Esto último, genera que las variables de salida sean a su vez aleatorias. Por lo tanto, los resultados de la simulación deben ser considerados como estimadores de las variables del modelo.

En la mayoría de los hospitales el planeamiento de la capacidad del mismo se suele basar en modelos determinísticos simples, i.e. promedios y relaciones lineales; combinados a su vez con la experiencia en el campo en cuestión. Este tipo de modelos obligan a sobredimensionar la capacidad debido a la falta de exactitud del método en sí. Además dichos modelos no son los más adecuados al momento de tratar con sistemas altamente variables como lo es el planeamiento de la capacidad de camas en un hospital. Para poder predecir los efectos en la capacidad a partir de cambios significativos en la estructura, recursos y/o políticas del hospital, la elaboración de un modelo de simulación parece ser la decisión más adecuada.

El objetivo de la simulación es poder identificar opciones viables para disminuir tanto las restricciones de capacidad como aquellas relacionadas con el flujo de pacientes; de manera de incrementar la ocupación manteniendo un nivel de rechazo aceptable. Por lo tanto se procede primero a desarrollar el modelo y posteriormente a validarlo. Luego se utilizará el mismo para predecir cambios en los recursos, prácticas y políticas.

Entre los escenarios que se busca evaluar, se encuentran aquellas alternativas identificadas en el apartado anterior como oportunidades de mejora al funcionamiento del sistema. A su vez, se pretende evaluar diferentes cambios en las variables

---

<sup>50</sup> Definición de simulación según el libro "Discrete-Event System Simulation" citado en la bibliografía.

involucradas para poder conocer en mayor detalle el comportamiento del sistema ante diferentes condiciones, y ante un mismo cambio de diferentes magnitudes.

## 4.2 Descripción del método

Existen distintas metodologías para desarrollar un modelo de simulación de un hospital, las 3 más relevantes que podemos destacar son: Simulación por Eventos Discretos (SED), Sistemas Dinámicos (SD) y Modelo Basado en Agente (MBA). Cada metodología aborda el sistema desde distintos enfoques. La metodología de simulación escogida afecta directamente al modelo conceptual.

Dicho modelo conceptual permite un mejor entendimiento de la situación, i.e. determinar los objetivos de la simulación e identificar los límites del sistema, entradas, salidas y las interacciones entre los distintos elementos. El mismo se expresará en un diagrama de procesos, ya que suelen ser los más adecuados para estos casos<sup>51</sup>.

Se decidió realizar el modelo utilizando la metodología SED ya que permite modelar sistemas que cambian de estado dinámicamente, estocásticamente y en intervalos discretos. Es un modelo particularmente bueno en sistemas en los que las colas sean un componente importante ya que se basa en seguir cada entidad que cambia de estado en el sistema. Dichas colas son formadas naturalmente por entidades que compiten por los recursos escasos.

Algunas ventajas de la metodología DES son:

- Flexibilidad para responder a cambios de escala y nivel de detalle. Este nivel puede ser alto o bajo según lo requiera el modelo.
- Enfoque en el paciente como unidad individual. El movimiento de los pacientes a través de los distintos módulos puede ser observado a través del tiempo.
- Factores estocásticos que afectan al sistema. Permite incluir estos eventos en el modelo, como ser emergencias, tiempo de estadía de los pacientes, internaciones programadas, etc.
- Mecanismos complejos de colas, como redes de colas y colas de prioridad. Permite la obtención de “fotos” del sistema en cualquier momento.
- Representación visual del flujo de pacientes. Dicha cualidad permite un mejor entendimiento del sistema y su funcionamiento.

Dicho modelo deberá incluir:

- Entidades y atributos (pacientes y sus enfermedades).
- Recursos (camas).
- Red de procesos (tratamiento).
- Variables: entradas y salidas.

---

<sup>51</sup> Murat M. Gunal, 2012.

La simulación SED se llevará a cabo con el software Arena (Rockwell Software), el más utilizado dentro de esta categoría.

El proceso de construcción de un modelo de simulación discreta es un proceso no lineal, en el cual intervienen una serie de subprocesos iterativos. A continuación, se presenta un esquema de este proceso, y luego se incluye una descripción de cada uno de los pasos que lo conforman.

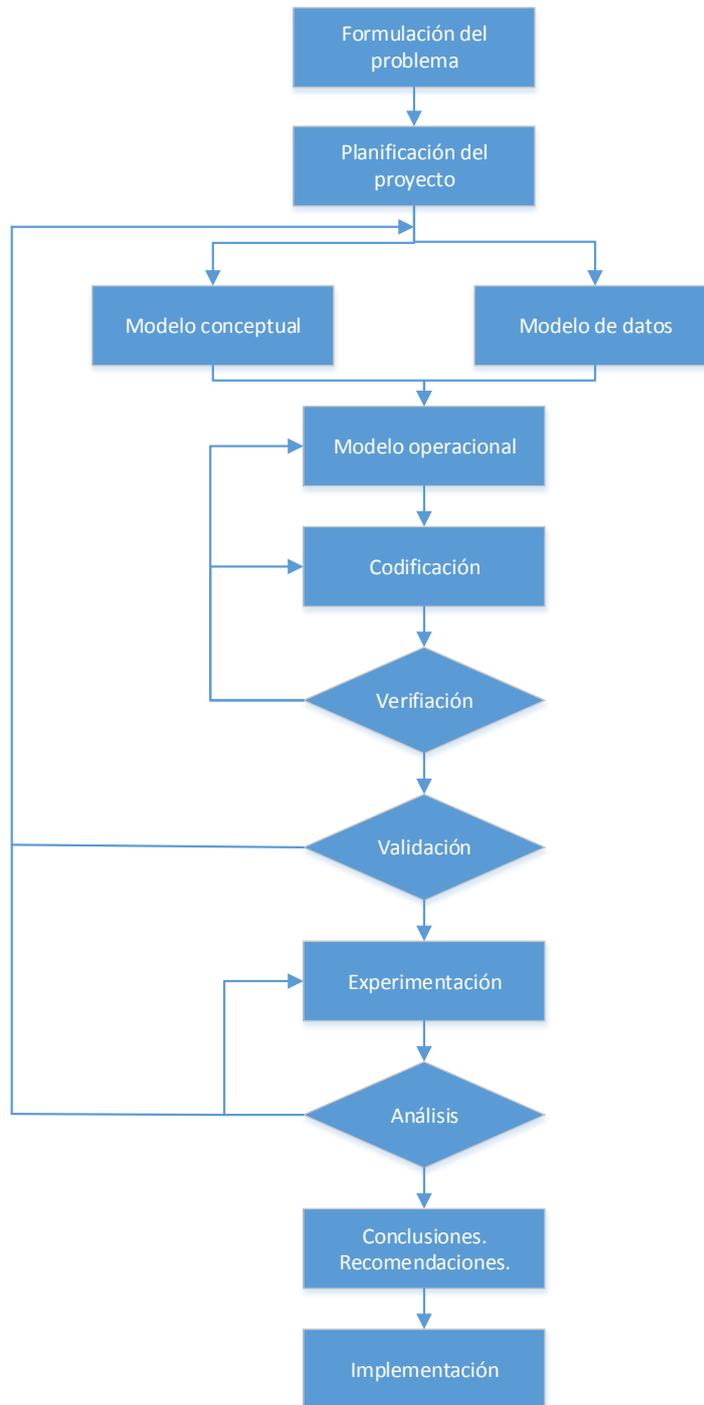


Figura 7 – Esquema del proceso de desarrollo del modelo de simulación.

### **Paso 1: Formulación del problema**

El encargado de formular el problema es el dueño del problema. Muchas veces cuando se empieza un estudio de simulación el problema no está definido con precisión o entendido completamente. A medida que el estudio avanza crece en general la comprensión del problema y de la situación a la que se enfrenta por lo que muchas veces se reformula el problema.

En esta etapa se deben discutir las siguientes cuestiones:

- Los objetivos generales del estudio.
- Las respuestas que tendrá que se deberán buscar con la simulación y el nivel de detalle que se buscará alcanzar.
- Los factores de medición que se usarán para determinar y comparar la eficacia de distintas configuraciones del sistema.
- El alcance del modelo.
- Las posibles configuraciones del sistema que se modelarán.
- El tiempo que durará el estudio y los recursos que se destinarán al mismo. Muchas veces los tiempos se alargan más de lo previsto debido a que los sistemas terminan siendo más complejos de lo esperado en un principio.

### **Paso 2: Planificación del proyecto**

En este punto se documenta cuanta gente está involucrada en la simulación, el costo del proyecto y los días que demandará cada etapa del proceso y los resultados esperados de cada etapa.

### **Paso 3. Modelo conceptual**

Esta es una etapa crítica que muchas veces no se documenta debido a que se cree que con discutirlo verbalmente alcanza. El modelo conceptual debe incluir lo siguiente:

- Una sección donde se especifique los objetivos generales, los aspectos principales a ser estudiados y los indicadores de performance que se utilizarán.
- Un flujograma del sistema o un layout del sistema.
- Descripción detallada de todos los subsistemas involucrados y sobre la interacción entre ellos.
- Las simplificaciones realizadas y sus motivos. Un modelo de simulación debería ser una simplificación del sistema real, con el nivel de detalle necesario para llegar a las conclusiones de interés.
- El modelo conceptual no debería contener información técnica debido a que debe ser entendible tanto para el dueño del problema como para los analistas.

### **Paso 4: Modelo de datos**

Se puede realizar en simultáneo con el modelo conceptual y consiste en buscar y analizar toda la información posible del problema. Es necesario que los analistas que trabajen en la simulación se reúnan con varios expertos en el tema para adquirir el mayor conocimiento del sistema posible.

## **4. Evaluación de alternativas mediante simulación discreta**

Se deberá conseguir la cantidad de datos necesarios para definir los parámetros del sistema y las distribuciones de probabilidad que siguen estos parámetros.

### **Paso 5: Modelo operacional**

Consiste en programar el modelo en un software de simulación adecuado.

### **Paso 6: Codificación**

La información que se ingresa al sistema se debe ingresar en un formato que sea reconocido por el software que se utilice.

### **Paso 7: Verificación**

En la verificación se busca responder si se modeló correctamente el sistema. Si los parámetros de los inputs y la estructura lógica del modelo están correctamente representados en el programa, la verificación está hecha.

### **Paso 8: Validación**

La validación del modelo es necesaria para determinar si el modelo representa la realidad con la precisión necesaria para alcanzar los objetivos que se proponen. Se puede alcanzar cierto grado de precisión mientras se construye el modelo, pero siempre se necesitará una validación cuando se tenga el modelo completo. Una validación perfecta es imposible de alcanzar ya que el único modelo que representa de la manera perfecta el comportamiento del sistema es el sistema real.

Una forma de validar es apelar a la experiencia de las personas que trabajan con el sistema real ya que ellos conocen el sistema real y deberían ser capaces de determinar si el modelo se comporta como el sistema real. La técnica que se utilizará en este trabajo es también muy utilizada y consiste en validar un modelo mediante la comparación de los resultados del modelo contra el desempeño del sistema real en un determinado período de tiempo.

### **Paso 9: Experimentación**

Se deben determinar las alternativas que se simularán. Muchas veces estas alternativas surgen cuando ya se han hecho varias corridas al simulador, y este está completado y analizado. Para cada una de estas alternativas se debe definir el periodo inicial, la longitud de cada corrida y la cantidad de corridas que se realizarán.

### **Paso 10: Análisis**

En esta etapa se realizan las corridas y se analizan los resultados. De acuerdo a los resultados se determina si se realizarán más corridas.

### **Paso 11: Conclusiones y recomendaciones**

Se debe hacer un informe claro y conciso con los resultados de la simulación. El dueño del problema debe poder comprender las distintas configuraciones del sistema que

fueron estudiadas, los resultados de las experimentaciones y la recomendación final propuesta.

### **Paso 12: Implementación**

El éxito de esta etapa depende de qué tan bien se realizaron las 11 etapas anteriores. También influye cuánto se involucró en el proceso de simulación al encargado de implementar las mejoras propuestas.

## 4.3 Diseño del modelo

### 4.3.1 Introducción

En línea con el esquema que se describió anteriormente, cabe mencionar que en los primeros apartados se analizó en detalle el problema del estado actual del sector de Internación General de Clínica La Pequeña Familia. Por consiguiente, a continuación se abordarán cuestiones relacionadas con la formulación del problema, pero orientadas al modelo de simulación. A su vez, también se mencionó que el objetivo general de la construcción del modelo de simulación es la prueba de la eficacia y eficiencia de las diferentes alternativas de mejora que se detallaron en el apartado anterior.

A continuación, se incluye un resumen de aquellos datos de entrada que requerirá el modelo, junto con su fuente; y de los datos de salida, junto con el objetivo o propósito de los mismos.

Entradas del simulador	Fuentes
Arribos de pacientes	Registros de entradas y salidas de pacientes de la Clínica
Distribución para la asignación de diagnósticos a los pacientes entrantes	Registros históricos de la Clínica y análisis de estacionalidad
Duración de internaciones para cada tipo de paciente en cada instancia de su diagnóstico	Datos obtenidos a partir de la base de datos de pacientes, analizando su distribución estadística con Crystal Ball (Oracle Software)
Caminos de los pacientes	Información elaborada a partir de la base de datos y un meticuloso análisis por enfermedad
Enfermedades (códigos/diagnósticos)	Base de datos interna de Clínica LPF, códigos adaptados en base a la nomenclatura de IOMA

*Tabla 20 – Descripción de los datos de entrada y sus fuentes*

Salidas del simulador	Objetivo
Nivel rechazo	Comparar con valores históricos y registrar su evolución en distintos escenarios
Porcentaje promedio de ocupación del área de Internación General y Terapia	Comparar con valores históricos y registrar su evolución en distintos escenarios
Eficiencia: utilización de recursos.	Identificación de problemas y recursos desaprovechados
Identificación de cuellos de botella	Identificación de subprocessos clave del sistema

Tabla 21 – Descripción de los datos de salida y sus objetivos

### 4.3.2 Modelo conceptual

La obtención de un modelo de simulación exitoso depende en gran medida de un buen planteo del modelo conceptual. El objetivo principal es diseñar un proceso lo más simple posible que represente con precisión el comportamiento real del sistema. Sin embargo, debe poder representar el comportamiento con la complejidad suficiente. A continuación, se incluye el diagrama de procesos del modelo conceptual propuesto para este trabajo.

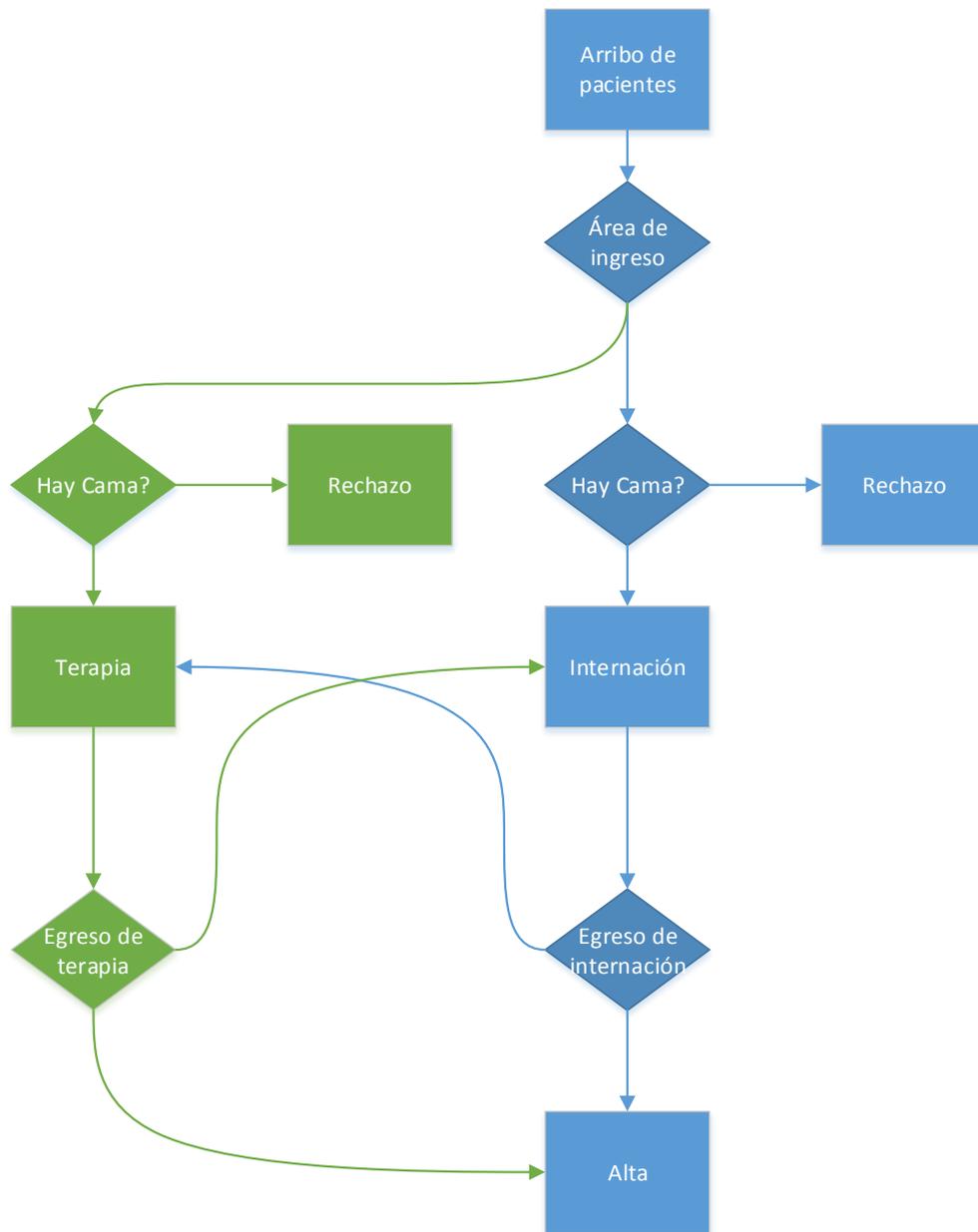


Figura 8 – Diagrama de modelo conceptual.

El modelo propuesto, se centra en el área principal de interés: Internación. Sin embargo, se incluye la terapia por su gran interacción y su importancia en la operación del área de Internación. Cabe destacar, que aquí se está omitiendo al quirófano. Esto tiene que ver con que el área cuenta con capacidad suficiente como para absorber las variaciones de los parámetros a simular, y con el modo actual de operación de la Clínica: todo paciente que entra al quirófano debe estar previamente internado, y su transferencia al quirófano no influye en su estado de “internado”. Es decir, si un paciente pasa por quirófano, el sistema de información de la Clínica considerará que este se encuentra internado. Esto tiene su fundamento en el hecho de que todo paciente que sale del quirófano debe tener una cama garantizada para su post operatorio. Por lo tanto, es

lógico extraer la unidad de quirófano porque la condición quirúrgica queda registrada en el tipo de diagnóstico de cada paciente<sup>52</sup>.

Siguiendo con el modelo conceptual, un paciente con una determinada enfermedad tiene un área de entrada determinada. Es decir, aquellos pacientes de gravedad tendrán una mayor probabilidad de entrar por el área de terapia; mientras que aquellos menos complejos ingresarán por el área de internación. Además, los pacientes pueden ingresar a su área sólo si hay camas disponibles en ese momento.

A partir del ingreso en algún área, los pacientes pueden recorrer diferentes combinaciones de caminos entre las áreas (pasando posiblemente también por el quirófano). Esas combinaciones, están íntimamente ligadas al tipo de diagnóstico del paciente. Así, por ejemplo, un paciente que se opera exitosamente de una fractura de tobillo ingresa por internación y luego de unos pocos días se va de alta<sup>53</sup>.

Finalmente, todos los caminos terminan en el paso de alta. Es preciso notar que si bien un paciente puede perder la vida en la Clínica, en el modelo se registrará como alta médica porque tiene el mismo impacto en el sistema en estudio.

### 4.3.3 Recolección y análisis de datos de entrada

#### 4.3.3.1 Recolección de datos

Normalmente, la recolección de datos es una de las tareas más importantes y demandantes para resolver un problema real; y representa uno de los problemas más difíciles a la hora de construir un modelo de simulación<sup>54</sup>. Esto se debe, en parte, a que no involucra únicamente una mera recolección de datos, sino todo lo contrario. Se requiere un muy buen entendimiento del proceso mediante el cual se registran esos datos y del proceso que se está registrando. De esta forma, se logra tener conocimiento de los errores que la muestra puede contener y una idea de las magnitudes lógicas esperables de cada variable.

En el presente trabajo, el grueso de los datos proviene de las bases de datos que utiliza Clínica La Pequeña Familia para su operatoria. Sin embargo, el método de entrada de datos suele ser el ingreso manual por parte de diferentes empleados de la organización. Por lo tanto, los datos que se extraen del sistema requieren una meticulosa revisión,

---

<sup>52</sup> Este tema se detalla en los apartados siguientes, pero debe quedar claro que si bien no se considera la unidad de quirófano; sí se contemplan los pacientes quirúrgicos como diferentes a aquellos que no lo son. Esto es muy importante para representar adecuadamente el sistema.

<sup>53</sup> Notar que en el sistema real, el paciente ingresa a su habitación en el área de internación, luego pasa por quirófano, y finalmente vuelve a su habitación. Como lo que aquí interesa es el impacto en la ocupación de las áreas, se omite su pasaje por el quirófano.

<sup>54</sup> Jerry Banks et al., 2010.

previo a su análisis. A su vez, el volumen de datos requerido para el presente estudio imposibilita que dicha revisión pueda realizarse manualmente.

Para poder aprovechar los datos con la menor cantidad posible de errores es necesario identificar las fuentes o errores típicos, como ser, errores de tipeo, corrección de errores mediante altas<sup>55</sup>, incongruencias entre el tipo de servicio y el tipo de paciente, pacientes en espera registrados como internados, etc. Como se mencionó anteriormente, el volumen de datos requiere que se implemente algún procedimiento escalable para poder aprovechar estos datos. En este trabajo en particular, luego de identificar los errores típicos y hablar con el personal involucrado en el manejo de estos datos, se procedió a definir algoritmos que permitieran filtrar los datos que no fueran representativos de la realidad.

En todo este proceso de análisis preliminar, se comienza a tener una idea de las relaciones entre diferentes variables y como éstas se pueden representar adecuadamente en un modelo de simulación.

#### 4.3.3.2 Identificación de distribuciones

El segundo paso en este proceso de análisis de datos de entrada del modelo que se pretende construir es, justamente, encontrar una forma de representar las variables involucradas. Es decir, se busca que a partir de números aleatorios generados por el software de simulación las variables vayan tomando valores de acuerdo a una serie de reglas predefinidas en el modelo. Para esto, se debe asignar alguna regla lógica o distribución estadística que asigne los valores a las variables. Como esta instancia es sumamente particular para cada tipo de variable, en este apartado se describe el proceso genérico pero luego en los apartados siguientes se ahondará en las particularidades de cada una de las variables.

Existen diferentes herramientas que ayudan a decidir cómo seleccionar las distribuciones estadísticas que representen a las variables del modelo. En este trabajo, se utilizan métodos basados en la existencia de datos históricos y en la creencia de que las variables a representar son independientes y se encuentran idénticamente distribuidas.

Entre las herramientas que se han utilizado en este análisis, se destaca el uso de histogramas. Estos permiten una primera representación de los datos y permiten tener una idea de la forma que tiene que tener la distribución estadística que representará a estos datos. Si bien la construcción de histogramas es un proceso relativamente simple, debe tenerse en cuenta que para el desarrollo de este trabajo se realizaron más de 200 análisis de distribuciones. Por consiguiente, se recurrió al uso de herramientas

---

<sup>55</sup> Es un error típico en el cual el empleado que registra la internación se da cuenta de que cometió un error, y para salvarlo registra el alta del paciente para internarlo nuevamente. En este caso, el sistema registra un paciente internado durante unos pocos minutos, lo que obviamente se aparta de la realidad.

informáticas que en nuestro caso se basó en el uso de Oracle Crystal Ball, la herramienta de análisis de datos de la empresa Oracle.

A partir de los histogramas, siempre que la muestra de datos sea representativa, se puede seleccionar una familia de distribuciones. Sin embargo, es de suma importancia analizar el contexto y la naturaleza de las variables en estudio. En este sentido, se realizó una exhaustiva revisión de la bibliografía disponible sobre análisis de datos relativos a los sistemas de salud. Como en el caso anterior, se incluirán detalles para cada tipo de variable en los apartados siguientes.

Aprovechando las diferentes funcionalidades de la herramienta Crystal Ball, la misma se empleó para estimar los parámetros de las distribuciones a analizar y para correr las pruebas de bondad de ajuste. Estas pruebas, permiten tener un apoyo cuantitativo a la hora de tomar una decisión por una u otra distribución estadística para representar a una variable. Las pruebas de bondad de ajuste ofrecen una guía muy útil para evaluar que tan adecuada es una distribución para representar a la variable en estudio, pero no existe una única y correcta distribución para representar a un proceso real; por lo que uno no debe ser esclavo del resultado de dichas pruebas<sup>56</sup>. Además, debe tenerse presente que el tamaño de la muestra afecta directamente al resultado de la bondad de ajuste. Así, con una muestra de pocos datos, es poco probable que las pruebas rechacen alguna de las distribuciones analizadas. Por el contrario, si la cantidad de datos de la muestra es muy grande, probablemente la prueba rechazará cada una de las distribuciones en cuestión. Por lo tanto, que la prueba de bondad de ajuste rechace o acepte a una distribución determinada debe ser tomado sólo como una pieza de evidencia en contra o a favor de esa alternativa<sup>57</sup>. El resultado de las pruebas no es determinante, e incluso en el modelo final de este trabajo se utilizan algunas distribuciones que han sido rechazadas por el modelo estadístico de bondad de ajuste. Sin embargo, debe existir un análisis complementario que avale tal decisión.

En resumen, para escoger adecuadamente una distribución estadística que represente el comportamiento de las variables que se quiere modelar se debe realizar un análisis desde diferentes enfoques. En primera instancia se estudia la bibliografía existente y el método de representación utilizado en casos similares por otros autores. Luego se procede a estudiar la muestra de datos disponibles mediante las diferentes herramientas descritas. Finalmente, se selecciona la distribución estadística que representa de la mejor manera posible, según el criterio de los autores del presente trabajo, a cada una de las variables en cuestión.

### 4.3.4 Llegadas de pacientes

Los pacientes que llegan a la Clínica para internarse pueden diferenciarse en dos tipos: pacientes programados y pacientes no programados. Los pacientes programados, como

---

<sup>56</sup> Jerry Banks, 2010.

<sup>57</sup> Jerry Banks, 2010.

se describió al comienzo de este trabajo, son aquellos que han pautado su internación con anterioridad para una fecha específica. Por el contrario, aquellos no programados son los que llegan de forma imprevista para internarse. Si bien estos son esencialmente diferentes, para la construcción del modelo los consideraremos similares por dos razones:

- Primeramente, la empresa no tiene un registro histórico preciso como para analizar aquellos pacientes que programaron sus internaciones y aquellos que no lo hicieron. Por lo tanto, la única forma de considerar sus diferencias hubiera sido implementar cambios en los registros de ingreso de pacientes. Sin embargo, a menos que se recolecten datos durante algunos años, se debería trabajar con una muestra de datos y extrapolar eso a la muestra total de datos considerada para este estudio. Es decir, habría que modificar el proceso actual y recolectar datos durante algunos meses para obtener sólo una aproximación para discernir qué pacientes fueron programados y cuáles no, dentro de la muestra<sup>58</sup> que se utiliza en este trabajo.
- En segunda instancia, la programación de pacientes no se da de forma precisa especificando fecha y hora. Por el contrario, se establece una fecha y un horario preferencial de ingreso antes del mediodía.

Teniendo en cuenta estas dos consideraciones, se analizaron los datos bajo el supuesto de que todos los pacientes arriban a la institución del mismo modo. Sin embargo, el método estadístico empleado permite diferenciar las llegadas de manera tal de contemplar una cierta diferenciación basada en la hora de llegada, contemplando así el efecto de las programaciones durante la mañana.

Para la modelización de las llegadas, se recurrió a la elaboración de un Proceso Poisson No Estacionario o NSPP por sus siglas en inglés. Este proceso contempla una función de razón de llegadas  $\lambda(t)$  y los siguientes supuestos:

- Las llegadas ocurren de a un paciente por instante.
- La cantidad de llegadas de pacientes durante diferentes intervalos de tiempo es una variable aleatoria e independiente. Por lo tanto, la cantidad de arribos futuros son aleatorios e independientes de la cantidad de arribos en el pasado.

La razón por la cual se recurre a un proceso Poisson no estacionario, es justamente por la presencia de estacionalidad en las llegadas. En los apartados anteriores se discutió sobre la estacionalidad en las variables de ocupación del área de internación. Aquí, se refiere a la estacionalidad en el arribo de pacientes. Sin embargo, estas dos estacionalidades están íntimamente ligadas. A continuación, se incluyen algunos detalles del análisis de estacionalidad.

---

<sup>58</sup> Se utilizan una muestra comprendida por todos los pacientes internados durante el período 2011 al 2013.

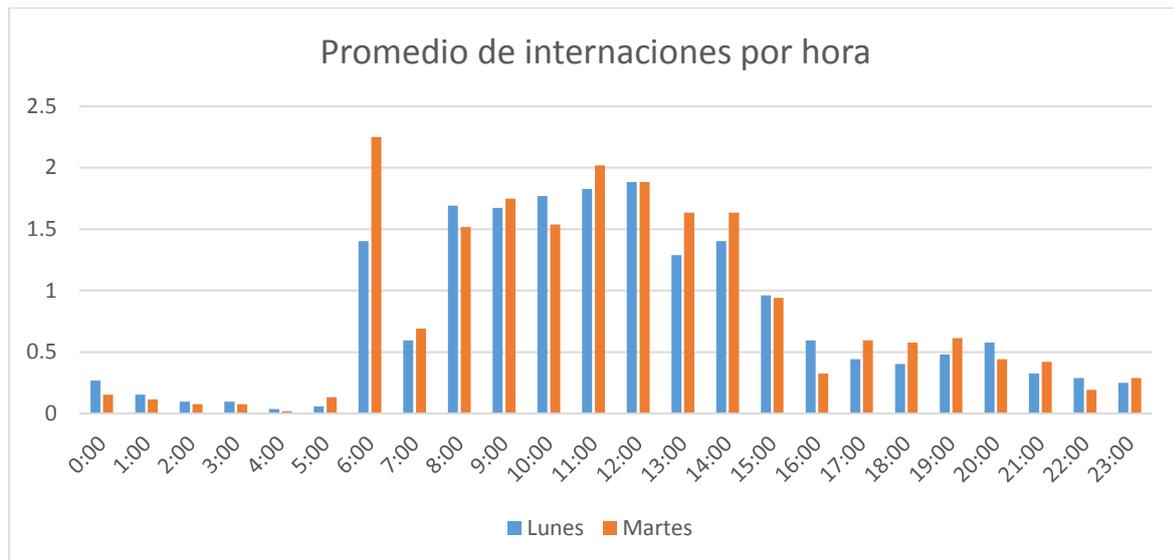


Gráfico 14 – Gráfico del promedio de internaciones por hora para los días lunes y martes en los sectores de Internación General y Terapia en base al registro histórico del año 2013.

En el gráfico anterior, se ve claramente como las llegadas se concentran en la primera parte del día, y prácticamente no hay internaciones durante la madrugada (se admiten únicamente urgencias). Esta es la distribución típica que presentan los días de semana, en los que el personal que registra las internaciones comienza el día laboral temprano por la mañana.

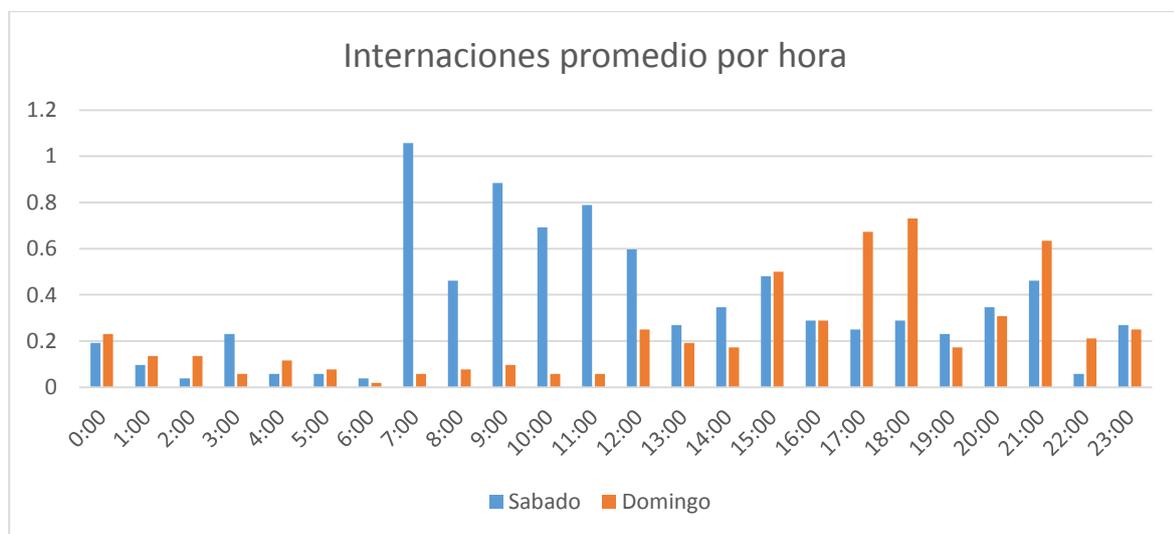


Gráfico 15 – Gráfico del promedio de internaciones por hora para los días Sábado y Domingo en los sectores de Internación General y Terapia en base al registro histórico del año 2013.

Durante los fines de semana, la cantidad de internaciones baja considerablemente, además se observa que durante los domingos el comportamiento de la cantidad de internaciones es ligeramente diferente debido a que sólo se internan urgencias.

Por lo tanto, al representar los arribos de pacientes como un NSPP se puede definir la función  $\lambda(t)$  en base a los datos analizados de promedios de arribos. Para ello, se dividirá el intervalo de tiempo en estudio en pequeños intervalos donde cada razón de llegadas  $\lambda_i$  se mantenga constante. Para este estudio en particular, se encuentra que para

cumplir esa condición es conveniente dividir el período en intervalos de 30 minutos. Además, para considerar los factores estacionales del tipo de día de la semana, se dividirá el período de una semana. Es decir, se contemplarán 336 intervalos de tiempo con sus respectivos  $\lambda_i$  para representar todas las semanas del año. Adicionalmente, se considerará un multiplicador por mes para representar la estacionalidad mensual también presente en las muestras.

Cabe destacar que existen numerosas publicaciones de profesionales que consideran los procesos de arribos de pacientes como procesos Poisson no estacionarios. Entre muchos otros, podemos destacar a Benjamin A. Christensen (2012) o Mark L. Weng y Ali A. Houshmand (1999).

Una vez hecho esto, se procede a analizar si efectivamente es posible representar este fenómeno como un proceso aleatorio. Para ello, se realizan los histogramas correspondientes y se corren las pruebas de bondad de ajuste para cada uno de los 336 intervalos. Por simplicidad, a continuación se muestra el análisis detallado de un caso en particular. Para mayor detalle de las distribuciones restantes, se adjunta una tabla con el total de las distribuciones en el anexo 2.

Para explicar la metodología aplicada, se detalla el estudio de la llegada de pacientes para un día jueves entre las 10 y las 10:30 hs. Para este caso se tiene una muestra de los tiempos entre llegadas, esto es el tiempo entre dos llegadas consecutivas, y se busca demostrar que su distribución es exponencial (propiedad del proceso Poisson). Para ello, se realizan las pruebas de bondad de ajuste con el software correspondiente y se obtiene el siguiente resultado.

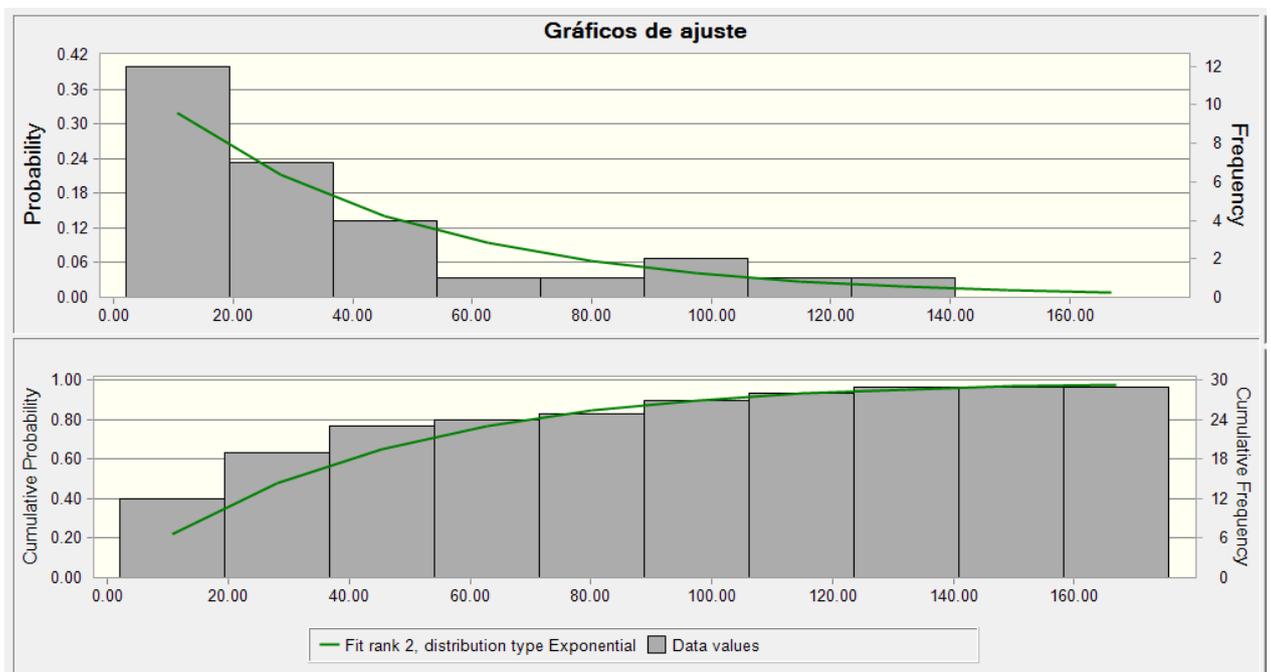


Figura 9 – Captura de pantalla del resultado de “Batch Fit” de la herramienta Crystal Ball para la muestra de tiempos entre llegadas en el horario de 10 a 10:30 hs un día jueves.

En los gráficos se puede ver que a simple vista la curva pareciera aproximarse a una distribución exponencial. Para mayores detalles, a continuación se muestran las tablas con los resultados de las pruebas de bondad de ajuste.

Distribution	A-D	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square P-Value	Parameters
Lognormal	0.3610	0.358	0.1126	0.337	1.6000	0.449	Mean=47.69642, Std. Dev.=78.11641, Location=0
Exponential	0.3720	0.679	0.1089	0.698	4.4000	0.355	Rate=0.02344
BetaPERT	0.9671	---	0.1560	---	8.0000	0.018	Minimum=-1.57377, Likeliest=2, Maximum=261.66923
Max Extreme	1.1639	0.000	0.1614	0.040	7.6000	0.055	Likeliest=24.71566, Scale=25.93624
Logistic	1.6939	0.000	0.2055	0.000	16.0000	0.001	Mean=34.3, Scale=23.89014
Student's t	2.2576	---	0.2254	---	22.0000	0.000	Midpoint=42.66667, Scale=37.65734, Deg. Freedom=5.39022
Weibull	2.4055	0.120	0.1218	0.000	2.0000	0.368	Location=2, Scale=38.81287, Shape=0.87582
Normal	2.4109	0.000	0.2140	0.000	23.6000	0.000	Mean=42.66667, Std. Dev.=47.48309
Gamma	3.5447	0.000	0.3414	0.000	16.4000	0.000	Location=2, Scale=120.57119, Shape=0.33728
Min Extreme	3.8271	0.000	0.3046	0.000	42.4000	0.000	Likeliest=69.92964, Scale=67.09261
Pareto	4.4698	---	0.3783	---	26.0000	0.000	Location=1.83355, Shape=0.38361
Triangular	10.7356	---	0.4248	---	22.0000	0.000	Minimum=-1.57377, Likeliest=2, Maximum=261.66923
Uniform	17.9692	0.000	0.5413	0.000	46.8000	0.000	Minimum=-5.03226, Maximum=227.03226

Tabla 22 – Resultados numéricos de las pruebas de bondad de ajuste. Se muestran todas las distribuciones testeadas ordenadas según el resultado del estadístico de Anderson-Darling.

Para este caso, la muestra consiste en 30 valores. Como la muestra es bastante pequeña, seguiremos los lineamientos de Banks (2010) y optaremos por el uso de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, referida en la tabla como K-S. Con ese valor de estadístico, no se puede rechazar la hipótesis nula<sup>59</sup> de bondad de ajuste y a su vez, se obtiene un valor p<sup>60</sup> bastante elevado. En este caso, todos los indicios parecen demostrar la posibilidad de considerar el comportamiento de la variable como exponencial. A su vez, esto permite asumir que las llegadas en ese período de tiempo para ese tipo de día se comportan como un proceso Poisson.

Este mismo análisis se aplica para todos los intervalos durante una semana y se obtienen las restantes 335 distribuciones. Es preciso notar que en este caso, todos los indicios apoyan la hipótesis nula, sin embargo, en el proceso de análisis ha habido casos para los cuales la situación era la opuesta. En los casos donde las pruebas de bondad de ajuste no favorecían la hipótesis, se ha optado por asumir su comportamiento como un proceso Poisson a pesar de ello. En estos casos, se asume que por alguna razón la muestra de datos disponible contiene errores en el registro o la cantidad de datos es insuficiente. La validez de esta hipótesis será materia de estudio durante el proceso de validación.

Una vez obtenidas las distribuciones, es necesario explicar un proceso adicional que surge de la naturaleza del proceso no estacionario y su representación en el software de simulación discreta. Para representar el proceso de arribos se recurre al método

<sup>59</sup> La hipótesis nula en un test de bondad de ajuste es la siguiente: “la variable se comporta conforme a la distribución testada”.

<sup>60</sup> El valor p es el nivel de significancia para el cual se rechaza la hipótesis nula con el valor obtenido del estadístico. Un valor grande de p sugiere un buen ajuste porque si se rechazara la hipótesis, existe una gran probabilidad de error.

denominado “Thinning”, que es desarrollado en Lewis y Shedler (1979) y aplicado en numerosos estudios incluyendo el de Christensen (2012).

El método consiste en crear entidades según una distribución exponencial con la mayor razón de llegadas,  $\lambda_{max}$  de la muestra. Para el caso en particular  $\lambda_{max}=4,2692$ , lo que significa que se van a crear muchas más entidades que las que estrictamente entrarán al sistema. Para filtrar aquellas que no entran al sistema se establece una probabilidad de ingreso igual a  $\lambda/\lambda_{max}$ . En caso de rechazo, la entidad se descarta y no ingresa al sistema. A continuación se presenta una ilustración del método en el modelo desarrollado para este trabajo.

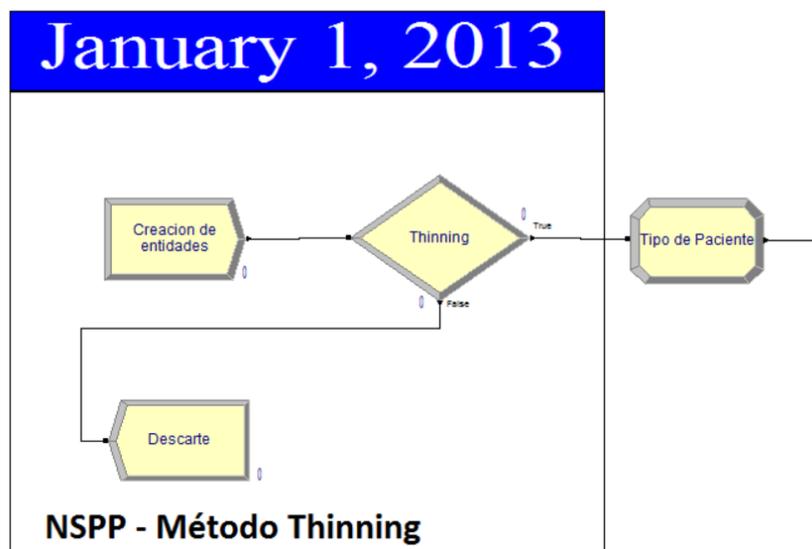


Figura 10 – Captura de pantalla de la primera sección del modelo de simulación. El área que encierra el cuadrado corresponde al proceso de simulación de entradas mediante el método Thinning.

Por último, queda por describir el método de simulación de los rechazos de internación. Como se comentó anteriormente, la empresa no posee un registro de los mismos y, si bien se pudo implementar un registro que contemple esta variable, los datos recolectados no son suficientes como para asumir un nivel de rechazo. El problema de falta de información queda ilustrado con la siguiente figura.

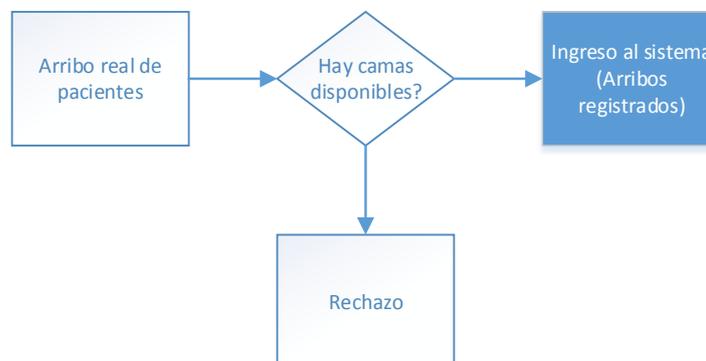


Figura 11 – Esquema de información disponible e información faltante. En color oscuro se marca la información disponible y en colores claros la parte del proceso que no queda registrada y debe ser inferida.

Es decir, los arribos registrados por la base de datos corresponden a arribos de pacientes no rechazados. Por lo tanto, estos son necesariamente inferiores a los arribos reales en un momento determinado puesto que no incluyen la cantidad de pacientes rechazados. En términos matemáticos se puede expresar que para un determinado período de tiempo  $t$ , se cumple:

$$\text{Arribos reales}_t = \text{Arribos percibidos}_t + X_t$$

Además, vamos a suponer que la cantidad de rechazos está relacionada con la cantidad de arribos percibidos. Esto tiene su fundamento lógico en el hecho de que es natural esperar más rechazos en los momentos en los que arriban más pacientes. Dicho esto, suponemos que la cantidad de rechazos  $X_t$  se puede representar como:

$$X_t = \text{Arribos percibidos}_t * \text{Factor}\%$$

Donde  $\text{factor}\%$  es un porcentaje sobre los arribos percibidos. Entonces, tenemos que:

$$\text{Arribos reales}_t = (1 + \text{Factor}\%) * \text{Arribos percibidos}_t$$

Representado de esta forma, lo que queda por definir es el valor de  $\text{factor}\%$ ; del cual no tenemos información histórica, más allá de la muestra que se pudo recolectar implementando la planilla de rechazos.

Para suplir esta falta de información, se recurre a emplear el modelo de simulación que se está construyendo. Definimos la regla de rechazos como la plena utilización de recursos, es decir, si un paciente llega y en ese momento no hay camas disponibles se rechaza el paciente. Esto nos permite prescindir de cualquier tipo de información de rechazos para simular el proceso de rechazo, pero aún falta determinar el  $\text{factor}\%$  que determinará el ingreso real de pacientes. Además, como se definió anteriormente, los arribos reales equivalen a los percibidos multiplicados por una cierta cantidad superior a uno.

Entonces, es posible estimar los datos faltantes del siguiente modo. El modelo crea entidades según la función de arribos percibidos, pero se van probando diferentes valores de  $\text{Factor}\%$  que aumenten la cantidad de arribos reales. Consideraremos que el  $\text{factor}\%$  es el correcto, cuando el modelo puede representar los valores históricos percibidos con mínimo error. Gráficamente, esto se puede representar como:

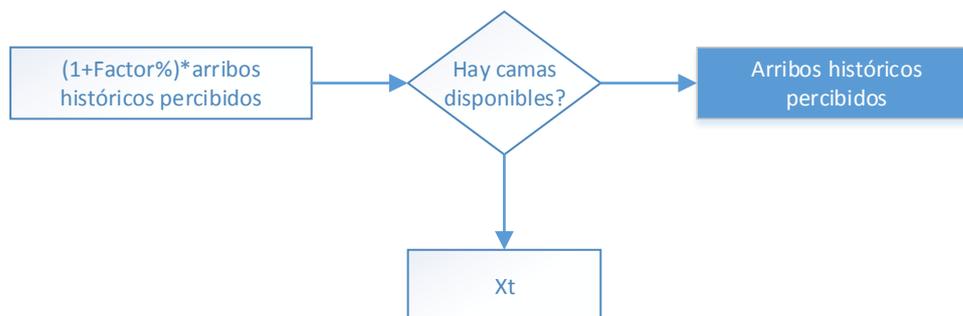


Figura 12 – Esquema de estimación de información faltante.

Para el caso que nos ocupa, nos interesa obtener información de rechazos del último año disponible, esto es 2013. Por lo tanto, se utilizan los datos correspondientes al año en cuestión y se busca que mediante el empleo de diferentes valores de factor%, pueda observarse el mismo patrón de ingreso que percibió la empresa y, a su vez, que el valor de  $X_t$  se ajuste a la ecuación<sup>61</sup> supuesta.

De este modo, el modelo, aún incompleto para simular todo el sistema, nos permite obtener información muy valiosa en esta primera aproximación. Y el valor estimado de factor% resultó ser **5.6%**; lo que resulta ser a su vez el nivel de rechazos promedio del sistema. En el apartado de validación se incluirá mayor información sobre este valor y la metodología empleada.

#### 4.3.5 Tiempos de internación y altas médicas

Hasta este punto, se ha construido un modelo que representa el ingreso de los pacientes al sistema. Pero como se ha visto a lo largo de todo el presente trabajo, cada paciente tiene un comportamiento diferente y dependiente de un sinnúmero de variables asociadas a cada uno (sexo, edad, diagnóstico, historia clínica, evolución de su enfermedad, etc.).

En este apartado, se desarrolla la parte más difícil y costosa de todo el modelo. Esto tiene que ver con el hecho de que se quiere representar el comportamiento humano y la evolución de enfermedades totalmente diferentes. Como punto de partida, se realizó un meticuloso análisis tanto de la bibliografía existente como del sistema en estudio. A partir de esto, habiendo estudiado los diferentes comportamientos y estadías en la Clínica de la muestra de pacientes analizada; se ha determinado que es posible individualizar tipos de pacientes según su diagnóstico. Es decir, el diagnóstico del paciente será el atributo fundamental que individualice a cada entidad dentro del modelo.

Sin embargo, analizando los datos históricos a lo largo de los tres años comprendidos entre 2011 y 2013, se concluye que se requiere algún parámetro adicional para individualizar el comportamiento de un determinado tipo de paciente. En este sentido, el estudio se ha focalizado en los diferentes “camino” que los pacientes con un determinado diagnóstico son más propensos a experimentar dentro de la Clínica. Estos caminos, no son otra cosa que las diferentes transferencias entre sectores internos de la Clínica. Por ejemplo, tomemos el caso de un paciente que ingresa por el sector de Internación General. El paciente hipotético tiene una complicación que requiere una intervención quirúrgica complicada y luego de su operación es internado en terapia intensiva. Luego de algunos días, evoluciona favorablemente y se interna unos pocos días en Internación General antes de irse de alta. En este caso, decimos que el paciente

---

61

$$X_t = \text{Arribos percibidos}_t * \text{Factor}\%$$

realizó el camino Internación-Terapia-Internación. Por simplicidad, a lo largo del trabajo abreviaremos los caminos con las letras iniciales de cada sector, o sea que este camino podría escribirse como ITI.

En la muestra analizada, existen 475 diagnósticos diferentes (sin considerar las variaciones en los caminos) y 16.212 pacientes. Como la variable más importante para el análisis del sistema es la cantidad de días que los pacientes permanecen en el mismo, se procedió a tomar aquellos diagnósticos que representen más del 80% de los días cama ocupados del período. Esto implica el análisis individual de 113 diagnósticos.

Para el análisis individual de diagnósticos se diseñó una planilla semiautomática en Microsoft Excel, que permite rápidamente determinar los caminos más frecuentes para un diagnóstico. Esto permite, en principio, determinar grupos de comportamiento similar para un dado diagnóstico. A continuación, se incluye una captura de pantalla de la herramienta en cuestión para un diagnóstico en particular que será utilizado como guía para explicar la metodología.

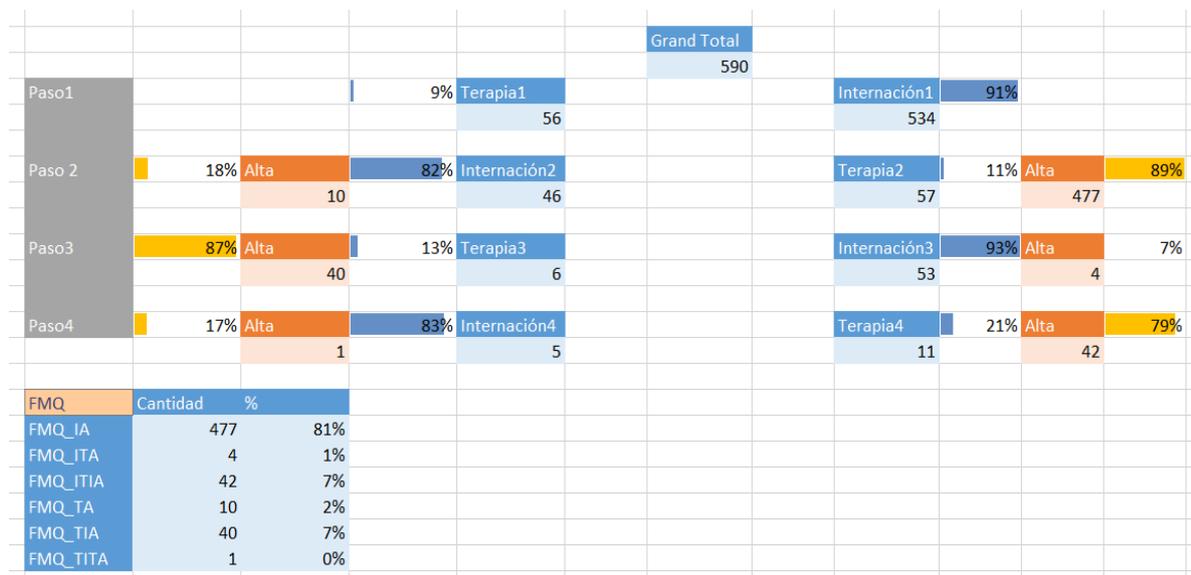


Figura 13 – Captura de pantalla de la plantilla replicable para el estudio individual de diagnósticos. En este caso, se muestra el resultado para el diagnóstico FMQ, que significa fuera de módulo quirúrgico. El número indicado como Grand Total es el total de casos para el diagnóstico en particular, 590 en este caso. Luego, se realizan todos los caminos posibles hasta el paso 4, indicando la cantidad de pacientes en cada caso. Además, se incluye un resumen para todos los casos posibles de 4 pasos en la esquina inferior izquierda.

Una vez determinados los caminos más frecuentes, se procede a analizar cada camino en particular. Para ello, se utilizan métodos estadísticos de ajuste de distribuciones para cada paso del camino. Es decir, si se analiza un camino con 3 pasos, deben analizarse los tiempos involucrados en cada uno de los pasos. A continuación se incluyen los gráficos de ajuste para el camino Internación-Alta del diagnóstico en cuestión.

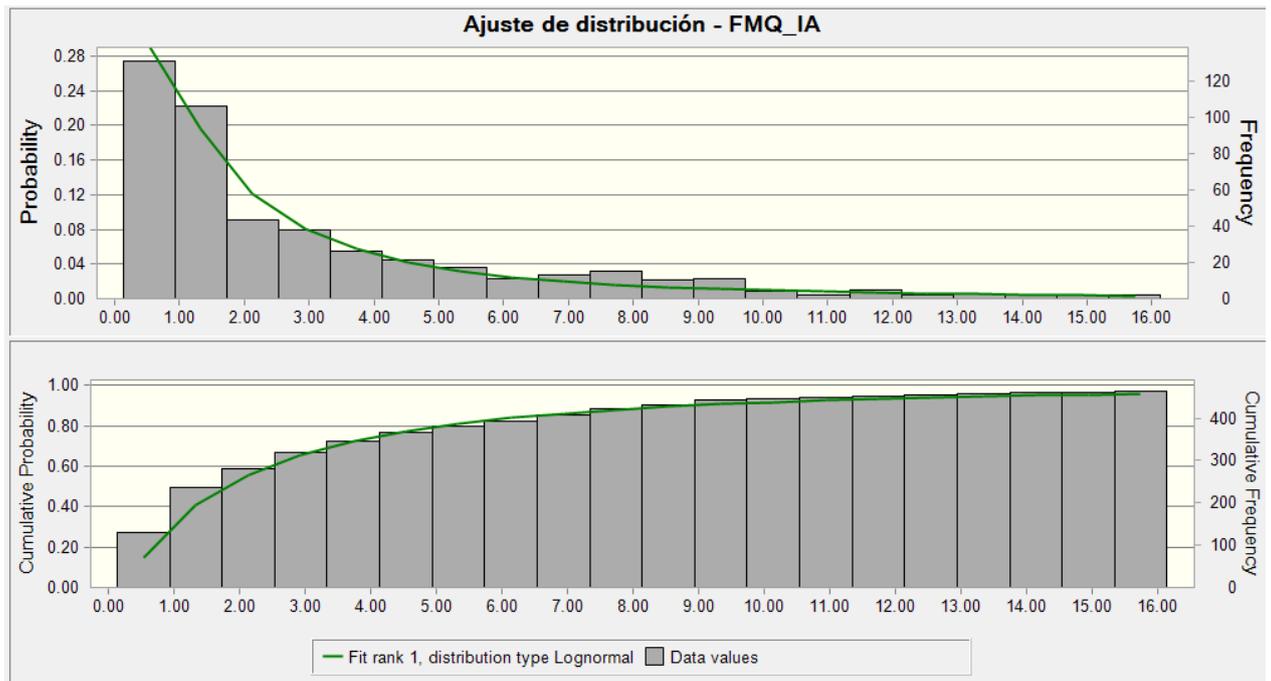


Figura 14 – Gráficos de ajuste de distribución, para el camino Internación-Alta correspondiente al diagnóstico FMQ.

En los gráficos, se puede apreciar un ajuste bastante bueno de la distribución Log-normal, que resulta ser la más adecuada entre todas las alternativas testeadas. Sin embargo, como se discutió anteriormente, esto es sólo una pieza de evidencia a favor de la distribución. Además, para este caso las pruebas de ajuste empleadas (Chi-cuadrado y Anderson-Darling) rechazan a la distribución seleccionada.

Es prudente en este punto, hacer una breve revisión bibliográfica sobre el ajuste de distribuciones estadísticas relacionadas con diagnósticos médicos. Primero que nada, hay que tener en cuenta que la variable días cama por paciente o, lo que es lo mismo, la duración de la estadía del paciente, es una variable difícil de analizar porque su distribución estadística no es normal y los datos suelen contener una gran cantidad de valores atípicos<sup>62 63</sup>.

Para superar este problema, se han desarrollado diversas reglas para filtrar los valores atípicos de la muestra en análisis. Sin embargo, como la cantidad de datos que se maneja en este tipo de análisis es usualmente muy grande, se deben desarrollar procedimientos automáticos. Un procedimiento usual consiste en filtrar los valores de estadía según  $\mu + k\sigma$ , donde  $\mu$  es la media de la muestra,  $\sigma$  el desvío estándar y  $k$  una constante<sup>64</sup>. En concordancia con el criterio que utiliza Medicare<sup>65</sup>, en este trabajo consideramos  $k=3$ .

El tiempo de estadía depende de muchos factores y varía en cierta medida dependiendo del centro médico en consideración y del tipo de tratamientos que se practiquen. Esto

<sup>62</sup> Los valores atípicos son valores más altos que aquellos que podrían ser predichos con los parámetros de su distribución, como ser la media y el desvío estándar.

<sup>63</sup> Elena Kulinskaya et al., 2005.

<sup>64</sup> Alfio Marazzi, et al., 1998.

<sup>65</sup> Medicare es un programa de seguro social administrado por el gobierno de los Estados Unidos.

#### 4. Evaluación de alternativas mediante simulación discreta

hace que sea muy difícil o imposible determinar una distribución de tiempos generalizable, y por tanto, requiere un análisis del caso particular. Sin embargo, por las propiedades que presenta esta variable, muchos autores sostienen que las distribuciones adecuadas para representar los tiempos de estadía son: Lognormal, Weibull y Gamma<sup>66 67 68</sup>. En este sentido, para este trabajo consideraremos entre las tres distribuciones candidatas, aquella que mejor ajuste la muestra.

A partir de estos lineamientos, se ha desarrollado una metodología de estudio de distribuciones ajustada a la muestra disponible de datos en este estudio en particular. Se toman los 113 diagnósticos identificados anteriormente como los más relevantes en términos de días-cama para esta clínica en particular, se identifican los caminos relevantes, y se los ajusta con las distribuciones Lognormal, Weibull o Gamma según corresponda.

Sin embargo, es preciso notar que en esos 113 diagnósticos hay algunos caminos poco frecuentes y para la muestra de tres años utilizada no se disponen casos suficientes como para estudiarlos estadísticamente. Además, hay que representar al 20% restante que no fue considerado en el análisis individual. Para ello, se crean dos grandes grupos de pacientes cuyo comportamiento es similar en términos de caminos y duración de internación.

Grupo	Camino
OTROS	IA
	TA
	TIA
LAR	ITITIA
	TITIA

Tabla 23 – Caminos creados para poder representar prácticamente la totalidad de los pacientes de la muestra. Se observan dos grupos (Otros y Lar) con sus respectivos caminos.

Es preciso notar que el grupo OTROS contiene a todas las enfermedades que quedaron contenidas en el 20% menos relevante en términos de días cama, y el grupo LAR agrupa a prácticamente todos los pacientes que experimentaron caminos largos en todas las enfermedades. Este último grupo es fundamental para representar la realidad, puesto que si bien existe una pequeña cantidad de estos pacientes por enfermedad, en el total es una cantidad considerable y su duración de internación es mucho mayor.

Además, hay que destacar que en estos grupos no se está diferenciando a pacientes con diagnóstico similar y por lo tanto, requieren un análisis mucho más detallado. Esto es así, dado que en un grupo de pacientes con diagnóstico similar, es posible aceptar una distribución a pesar de que las pruebas de bondad de ajuste sean desfavorables, basándose en el apoyo bibliográfico al respecto. Pero en este segundo caso, como se están mezclando diagnósticos diferentes, hay que asegurarse de armar los grupos de

<sup>66</sup> D.V.S. Sastry, R.K. Sinha, 2010.

<sup>67</sup> Atienza, 2005.

<sup>68</sup> Apiradee Lim, Phattrawan Tongkumchum, 2009.

manera tal de que las pruebas de bondad de ajuste puedan apoyar la hipótesis de que es posible agrupar pacientes de diferentes diagnósticos.

En resumen, se analizaron 113 diagnósticos individuales identificando sus caminos típicos. Para cada uno de los pasos de esos caminos se buscó la distribución estadística que mejor ajustara. Adicionalmente, se crearon dos grupos para contener a los casos que no quedaron contemplados en dichas distribuciones. Con todo esto, se construyeron las 129 distribuciones detalladas en el anexo 2.

#### 4.3.6 Asignación de diagnósticos

Hasta aquí se ha descrito cómo se pretende representar la llegada de pacientes y cómo se comportan los pacientes en la Clínica. En este punto, se desarrollará su relación, es decir, el modelo mediante el cual se representará la atribución de los diferentes diagnósticos a cada paciente.

En este caso, el modelo se basará en los datos históricos, razón por la cual se pretende utilizar funciones empíricas de distribución discreta. Sin embargo, no es posible ignorar las variaciones de las distribuciones en el tiempo y por lo tanto se debe usar una gran cantidad de funciones dependiendo de la estacionalidad.

Esta estacionalidad implica que hay horarios, días y meses más frecuentes para cierto tipo de enfermedades. Para proceder a su estudio, se tabularon todos los pacientes existentes en la muestra de 2013 según su horario, día y mes de internación. De esta manera se puede representar el porcentaje del total de pacientes atribuible a cada diagnóstico. A partir dichas tablas, se calculó el coeficiente de variación para cada tipo de estacionalidad, con el objeto de estimar la relevancia que tiene cada período para cada diagnóstico. Es decir, se estudió el impacto que tiene cada tipo de estacionalidad en los datos observados, para poder determinar si la estacionalidad por hora es más relevante que aquella mensual o diaria.

A partir de este estudio, es posible concluir que para la muestra de pacientes considerada, la estacionalidad mensual es la menos importante. Por ello, para la asignación de diagnósticos consideraremos únicamente el tipo de día y la hora de ingreso del paciente. Por lo tanto, para el modelo se utilizaran 168<sup>69</sup> funciones de distribución discreta calculadas a partir de la muestra histórica.

#### 4.3.7 Otras consideraciones

Un tema no menor a considerar para correr el modelo, es la precisión que se quiere obtener en los datos de salida, y esto está íntimamente relacionado con la cantidad de replicaciones o corridas que se realizan. Los datos provenientes de diferentes

---

<sup>69</sup> Surge de considerar la cantidad de períodos involucrados en la estacionalidad diaria y horaria, es decir, 7 multiplicado por 24.

replicaciones son independientes porque se basan en números aleatorios diferentes; se encuentran idénticamente distribuidos, porque provienen del mismo modelo en cada corrida; y tienden a estar distribuidos normalmente, si son promedios de los datos internos de cada replicación<sup>70</sup>. Como este es el caso de los datos que se pretende analizar, la utilización de intervalos de confianza del tipo  $\bar{Y} \pm H$ <sup>71</sup>, suele ser una medida adecuada del error de los datos de salida.

El valor de H se calcula según la expresión:

$$H = t_{\frac{\alpha}{2}, R-1} \frac{S}{\sqrt{R}}$$

Donde  $t_{\frac{\alpha}{2}, R-1}$  representa el fractil  $\frac{\alpha}{2}$  para una distribución t Student con R-1 grados de libertad, R es el número de replicaciones y  $S^2$  la varianza de la muestra.

Es evidente que el error se reduce a mayor cantidad de replicaciones, pero a su vez esto implica que el modelo tarde más tiempo en correr. Por lo tanto, se buscará una solución de compromiso donde a partir de un error específico se estimará el número mínimo de replicaciones necesarias. Como la variable principal en este estudio es la cantidad de días-cama, es lógico proponer una estimación del error mínimo aceptado en base a la misma. En este caso, se considerará una cota  $\epsilon$  para H tal que  $H < \epsilon$ , asignándole un valor de 60 días cama a  $\epsilon$ , valor que representa menos del 0.5% del valor actual anual de la variable días cama ocupados en un año. Además, siguiendo los lineamientos de la bibliografía sobre simulación discreta y los diversos casos de aplicación para este rubro en particular, se tomarán intervalos de confianza del 95%; por lo que  $\alpha=0.05$ .

Dicho esto, se calcula R a partir de un valor inicial, iterando hasta cumplir con la cota propuesta. Luego del estudio de los resultados obtenidos, se decidió tomar como número de replicaciones necesarias para obtener la precisión buscada el valor  $R = 60$ .

Otro tema muy importante resulta ser el hecho de que interesa estudiar el sistema en estado estable. Esto se debe a que el sistema real viene funcionando de manera continua desde sus inicios como empresa hasta el día de la fecha. Por lo tanto, se busca evitar que las condiciones iniciales del modelo afecten los resultados de las variables a medir y las consecuentes recomendaciones.

En este sentido, una posible solución es correr la simulación durante un cierto tiempo hasta alcanzar el estado estable. En este estudio en particular, se observa gráficamente que el sistema alcanza este estado alrededor del tercer mes de funcionamiento. Sin embargo, para asegurar que las condiciones iniciales no influyan en la medición de las variables y en línea con otros estudios similares, se decide tomar como período de inicialización un año entero.

---

<sup>70</sup> Jerry Banks, 2010.

<sup>71</sup> Donde  $\bar{Y}$  es el valor promedio para todas las corridas del parámetro estudiado, y H el valor de medio intervalo de confianza.

## 4.4 Validación del modelo

El objetivo de este punto es demostrar que el modelo representa el comportamiento del sistema real, de manera suficientemente precisa como para ser usado como sustituto del sistema real, para analizar el comportamiento del sistema y predecir su comportamiento. A su vez, se busca que este proceso de validación genere la credibilidad suficiente como para que el modelo pueda ser usado como una herramienta en la toma de decisiones.

Este proceso, para este estudio en particular, se divide en dos etapas. En primera instancia, se validará el modelo con respecto a aquellos datos que sirvieron de base para su desarrollo. Es decir, el primer objetivo es que el modelo pueda representar con buena precisión el comportamiento del sistema en el pasado. En este sentido, a continuación se presentan los resultados obtenidos.

En primer lugar, se analizarán los arribos de pacientes.

Día	Real	Simulado	Discrepancia (real-simulado)
<b>Lunes</b>	18.94	19.55	-3.19%
<b>Martes</b>	20.16	20.13	0.12%
<b>Miércoles</b>	20.83	20.11	3.43%
<b>Jueves</b>	17.35	17.23	0.64%
<b>Viernes</b>	14.43	14.57	-0.94%
<b>Sábado</b>	8.65	8.88	-2.68%
<b>Domingo</b>	5.61	5.86	-4.50%
<b>Promedio</b>	15.16	15.21	-0.33%

Tabla 24 – Tabla comparativa de las mediciones históricas de cantidad de internaciones vs. Simuladas para el año 2013. Se encuentran clasificadas por tipo de día para mostrar el ajuste estacional y la diferencia de las discrepancias en cada día.

Como puede verse en la tabla precedente, la discrepancia promedio es muy baja, lo que implica que el modelo representa el comportamiento general con buena precisión. Sin embargo, también se observa que el modelo tiene las mayores discrepancias en torno a los días con los valores más extremos (domingo y miércoles). Pero hay que tener en cuenta que estos valores presentan un desvío estándar considerable, por ejemplo para la muestra de los días lunes, su desvío estándar es igual a 5,63. Esto implica que las discrepancias pueden tener origen en la variación natural de los valores de la variable. Para analizar en detalle este fenómeno, se analizan los intervalos de confianza del 95% como se ilustra a continuación.

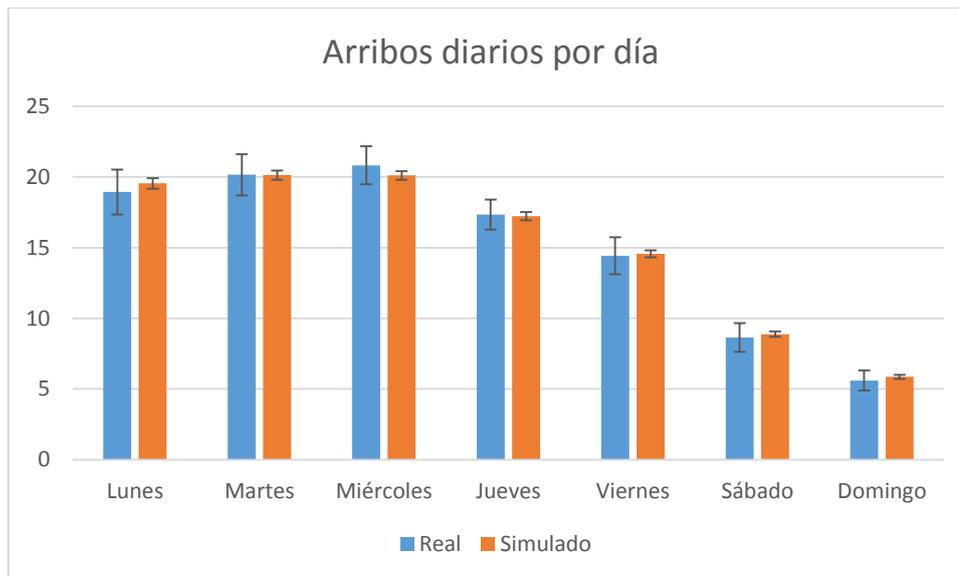


Gráfico 16 – Representación gráfica de los arribos históricos reales vs. Los valores obtenidos de la simulación. Se incluyen los intervalos de confianza de 95% para ambas variables.

En el gráfico, puede observarse un solapamiento del 100% de los intervalos. Esto significa que todos los intervalos de confianza de 95% de la variable simulada se encuentran siempre dentro de aquellos pertenecientes a la muestra analizada.

Además, en cuanto a la cantidad total de arribos para el 2013 simulado, el modelo predice que la cantidad total de pacientes se encuentra entre 5534 y 5568 con un 95% de confianza y una media de 5551. El valor histórico llega a los 5549 pacientes y se encuentra dentro del intervalo de confianza. Esto constituye una prueba más en favor del modelo.

Se considera que esto garantiza una precisión suficiente, de acuerdo al uso que se le pretende dar al modelo. Sin embargo, aún resta analizar el comportamiento de los pacientes en el sistema y esto se refleja en la ocupación del área en estudio como se ve a continuación.

Día	Real	Simulado	Discrepancia (real-simulado)
<b>Lunes</b>	30.22	30.31	-0.30%
<b>Martes</b>	35.79	34.51	3.58%
<b>Miércoles</b>	37.71	36.25	3.86%
<b>Jueves</b>	36.91	36.66	0.69%
<b>Viernes</b>	34.86	34.94	-0.22%
<b>Sábado</b>	30.94	31.92	-3.15%
<b>Domingo</b>	26.29	26.96	-2.54%
<b>Promedio</b>	<b>33.15</b>	<b>33.08</b>	<b>0.22%</b>

Tabla 25 - Tabla comparativa de las mediciones históricas de los días cama vs. Simuladas para el año 2013. Se encuentran clasificadas por tipo de día para mostrar el ajuste estacional y la diferencia de las discrepancias en cada día.

Análogamente al caso de las internaciones, se encuentran discrepancias menores al 4% en cada tipo de día. Pero si se observa el promedio anual, la discrepancia se reduce al 0,22%. Esta discrepancia es lo suficientemente baja para la aplicación que se le pretende dar al modelo, pero aún resta analizar las variaciones de los valores de la variable.

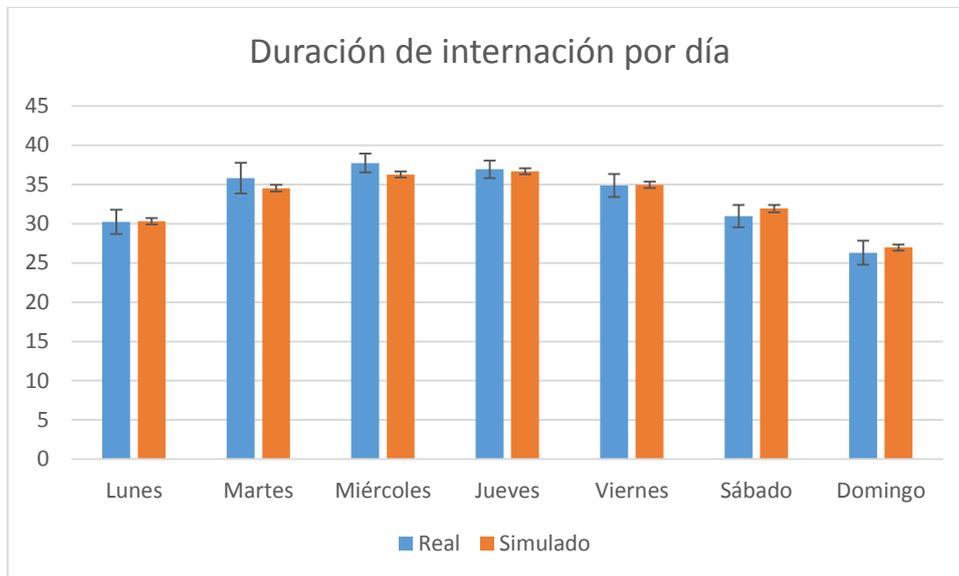


Gráfico 17 - Representación gráfica de los días cama promedio históricos reales vs. los valores obtenidos de la simulación. Se incluyen los intervalos de confianza de 95% para ambas variables.

En este caso, también se observa que todos los intervalos de confianza de la variable simulada quedan comprendidos en un 100% dentro del intervalo de confianza para los valores observados. Además, el intervalo de confianza para la ocupación promedio anual del área de internación contiene al nivel de ocupación registrado para el año correspondiente<sup>72</sup>.

<sup>72</sup> El intervalo de confianza de 95% para la ocupación resultó ser (74,87%; 75,53%) y el valor registrado para el año 2013 fue 75,35%.

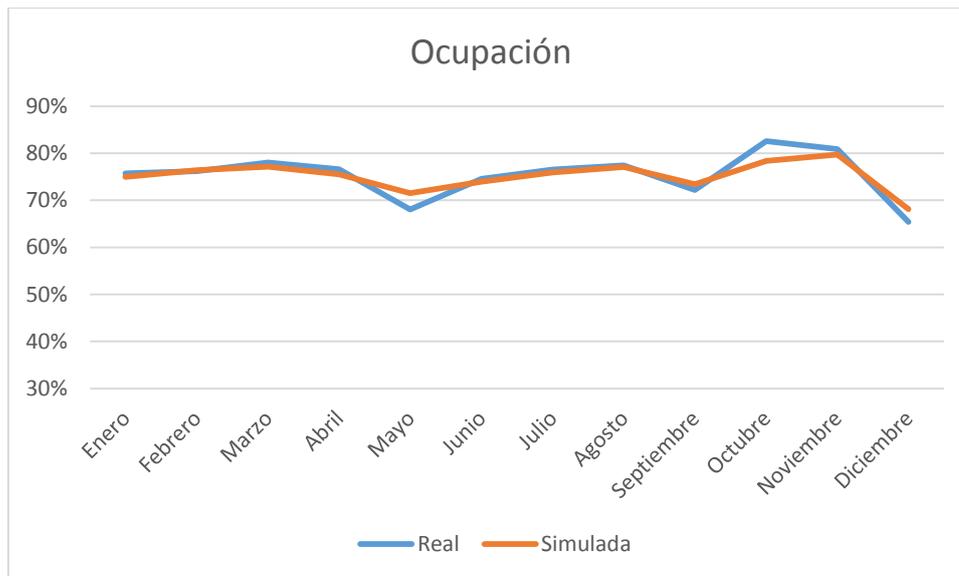


Gráfico 18 – Gráfico de ocupación promedio mensual comparando los promedios históricos con aquellos provistos por el modelo de simulación.

Como se puede apreciar en el gráfico precedente, el modelo representa con buena precisión las variaciones estacionales. Sin embargo, como en los casos anteriores, las mayores discrepancias se presentan en los valores extremos: picos positivos y picos negativos. Pero como se ha demostrado anteriormente, estas discrepancias no son lo suficientemente grandes como para afectar la precisión de las variables en estudio de manera significativa (teniendo en cuenta los niveles de precisión buscados, definidos al comienzo de este apartado). Esto resulta de vital importancia dado que se pretende analizar el impacto a mediano plazo de las diferentes oportunidades de mejora.

Mediante el proceso de validación, en este punto se ha demostrado que el modelo predice con buena precisión la cantidad de pacientes, la duración de su internación y los factores estacionales. Por ello, resulta razonable suponer que representa con similar nivel de precisión los rechazos por falta de cama. Es decir, hasta este punto sólo se contaba con una muestra de rechazos de un mes, pero ahora es posible cuantificar con buena precisión la cantidad de rechazos anuales.

En línea con la metodología empleada en los casos anteriores, si calculamos un intervalo de confianza del 95% para la cantidad de rechazos, se obtiene que los mismos se encuentran entre 265.1 y 289.4, siendo 277.26 el promedio de las 60 replicaciones. Esto implica que el nivel de rechazos en 2013 se encontró entre 4.8% y 5.2%.

Sin embargo, una posible crítica a este método es el hecho de que el modelo se ajusta a un set de datos en particular<sup>73</sup>. Por ello, se decide realizar una segunda etapa de validación con datos más recientes que no fueron tenidos en cuenta en todo el presente trabajo. En este caso, consideraremos el período Enero-Agosto de 2014.

Es preciso notar, que es necesario especificar un crecimiento para este período. Es decir, como se vio anteriormente, la cantidad de pacientes que arriban a la Clínica está en

<sup>73</sup> Jerry Banks, 2010.

crecimiento desde hace algunos años, y además, hay razones<sup>74</sup> para suponer que ese crecimiento se ha mantenido durante 2014. Sin embargo, también es cierto que el sistema ha presentado síntomas de saturación con el nivel de servicio registrado en 2013. Por lo tanto, es esperable que el crecimiento de 2014 derive en un aumento proporcionalmente mayor en rechazos que en pacientes atendidos.

A continuación, se consideran 5 escenarios con incrementos en la cantidad de arribos de pacientes del 0,5%, es decir, el primer escenario no contempla crecimiento alguno y el quinto incluye un crecimiento del 2%. Además, existen razones para suponer que el crecimiento se encontrará entre el 0,5% y el 1%, porque este ha sido el crecimiento histórico y no existen grandes cambios estratégicos que hagan suponer que esto haya variado demasiado.

	Crecimiento supuesto	Ocupación (Internación)	Resultados de la simulación		
			Pacientes Atendidos	Rechazos	Tasa de rechazos
Escenario 1	0.0%	75.33%	3704	244.99	6.6%
Escenario 2	0.5%	75.59%	3716	252.15	6.8%
Escenario 3	1.0%	75.92%	3734	276.79	7.4%
Escenario 4	1.5%	76.52%	3741	274.08	7.3%
Escenario 5	2.0%	76.69%	3756	294.20	7.8%

Tabla 26 – Resultados de la simulación para el período Enero-Agosto de 2014, en base a 5 escenarios, cada uno con diferente crecimiento de la demanda.

Analizando el período comprendido entre enero y agosto del año 2014, encontramos que se atendieron un total de 3.715 pacientes y que la ocupación para el área de Internación General fue del 75,67%. Es decir, como se ve en la tabla precedente, pareciera ser que lo que pasó en el período es bastante cercano a lo que predice el escenario 2. A continuación, se incluyen los intervalos de confianza para los escenarios en cuestión, lo que proporciona un criterio más correcto para analizar el ajuste a los datos reales.

<sup>74</sup> Entre estas razones, se encuentran el aumento de la influencia de Clínica La Pequeña Familia en ciudades cercanas y la implementación de nuevas tecnologías que posibilitan el acceso a nuevos tratamientos. Estos temas se trataron con mayor detalle en los apartados anteriores.

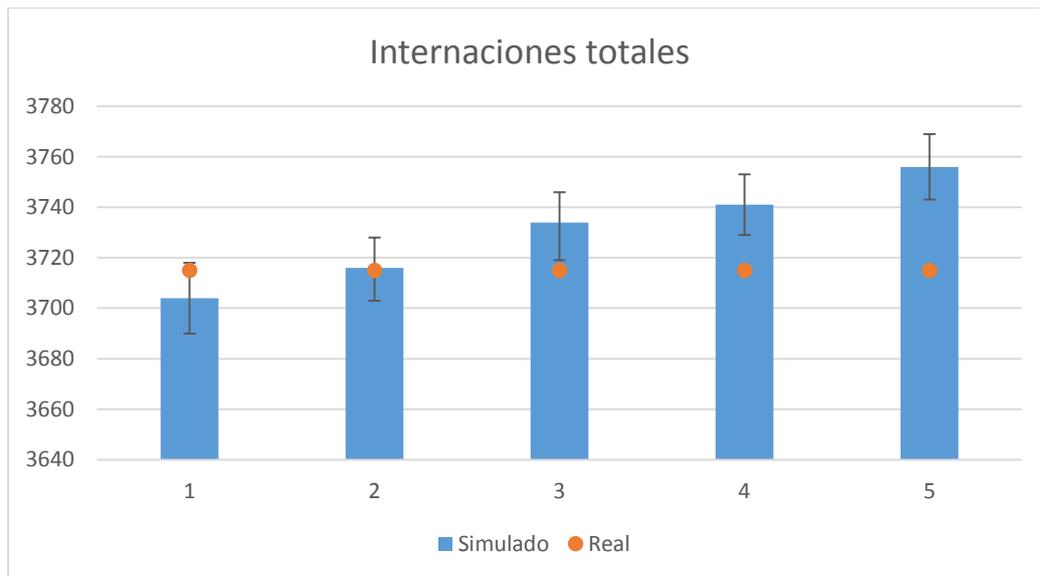


Gráfico 19 – Gráfico de la cantidad de pacientes que se internaron en el período Enero-Agosto de 2014, para cada uno de los escenarios simulados. Se incluyen los intervalos de confianza al 95% y el valor real observado.

Como se puede observar, en el caso de la cantidad de internaciones, se obtiene un ajuste casi perfecto con el escenario número 2, aquél cuyo crecimiento estimado fue del 0,5%. Además, esto coincide con el crecimiento esperable, o aquél más probable en función del comportamiento que esta variable ha tenido históricamente.

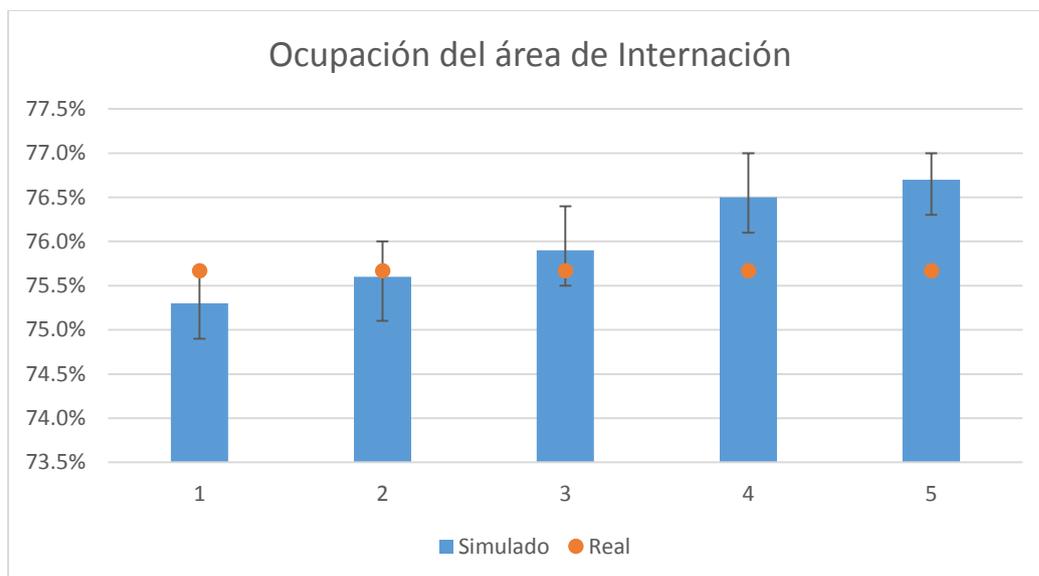


Gráfico 20 – Gráfico de la ocupación del área de internación para cada uno de los escenarios simulados, correspondientes al período Enero-Agosto de 2014. Se incluyen los intervalos de confianza al 95% y el valor real observado.

En el caso de la ocupación, como se ve en el gráfico precedente, también se observa una buena precisión para la ocupación del área de internación. Esto, sumado al resultado de la cantidad de internaciones, provee suficiente información como para considerar que el modelo predice el comportamiento de las variables con precisión. De hecho en ambos casos, los errores en la predicción no superan el 0,2%. Sin embargo, hay que destacar la importancia de estimar los valores de crecimiento con criterio y teniendo en cuenta las

condiciones reales del sistema en estudio. En este caso, es posible seleccionar el mejor escenario porque se dispone de los datos reales, pero cuando se deba predecir el comportamiento más probable, será necesario asignar algún tipo de probabilidad a los escenarios basándose en las decisiones estratégicas del futuro y las condiciones del sistema.

En resumen, hasta este punto se ha validado el modelo obteniendo resultados favorables para el comportamiento histórico del sistema durante el año 2013, y más importante, para el período comprendido entre los meses de Enero y Agosto del 2014. La importancia de esta segunda validación, radica en que dichos datos nunca fueron usados para la construcción del modelo, y por lo tanto, su ajuste implica que el modelo representa con fidelidad el comportamiento del sistema.

Con todo esto y teniendo en cuenta la complejidad del sistema que se quiere estudiar, se concluye que el modelo cuenta con la precisión suficiente para simular las diferentes alternativas en cuestión, esto es, las oportunidades de mejora que se analizaron en el apartado anterior.

## 4.5 Análisis de alternativas

En este apartado, se pretende estudiar el impacto que tienen las alternativas propuestas en el capítulo 3 en el desempeño del sistema. Como se describió anteriormente, las alternativas a estudiar serán las de ampliación de la capacidad del área de internación mediante el incremento del número de camas, y la reprogramación de procesos quirúrgicos.

A continuación, se estudiarán cada una de las alternativas por separado, y luego se analizará la posibilidad de implementar ambas de manera conjunta. Al final de este apartado, se estudia comparativamente el impacto de cada alternativa.

En base a la bibliografía consultada<sup>75</sup>, un nivel de rechazos aceptable a nivel mundial se encuentra alrededor del 3%. En este sentido, a lo largo de este trabajo serán consideradas aceptables, todas las tasas de rechazos que se mantengan por debajo de esta cantidad. Además, se considerarán para todos los casos 3 escenarios de crecimiento de la demanda de 0.5%, 1%, y 1.5%; siendo el 1%<sup>76</sup> el escenario que se considera más probable.

### 4.5.1 Reprogramación de procedimientos quirúrgicos

Cuando se realizó el estudio de la reprogramación de servicios quirúrgicos, se realizó un modelo de optimización en base a los datos históricos del año 2013. Si bien los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios, hay que tener en cuenta que se

---

<sup>75</sup> Véase por ejemplo R. Jones, 2003.

<sup>76</sup> El escenario más probable es aquél cuyo crecimiento es 1% porque considera el crecimiento de la demanda, y no la demanda satisfecha que se vería afectada por la capacidad de atender pacientes.

reprogramó sabiendo la cronología real de todas las internaciones. Por dicho motivo, las conclusiones de la optimización fueron la base para el desarrollo de políticas de programación tendientes a equilibrar la ocupación del área, y éstas pueden resumirse como sigue:

- Histerectomía: concentrar los servicios para los días sábados y domingos, dejando para la semana sólo las urgencias.
- Artroscopía simple: realizar los procedimientos únicamente los días domingo y lunes.
- Partos por cesárea: programar los procedimientos preferentemente para el día domingo, logrando que esto suceda en el 60% de los casos.
- Colecistectomía laparoscópica: concentrar los procedimientos en los días sábados y domingos, dejando para la semana únicamente las urgencias.

Con estas definiciones, se modifica la distribución de pacientes que se desarrolló previamente en el modelo para dar lugar a la nueva distribución que resulta de la reprogramación. Con esta nueva configuración, se ejecuta el modelo bajo diferentes escenarios de crecimiento. A continuación se presentan los resultados obtenidos mediante la simulación.

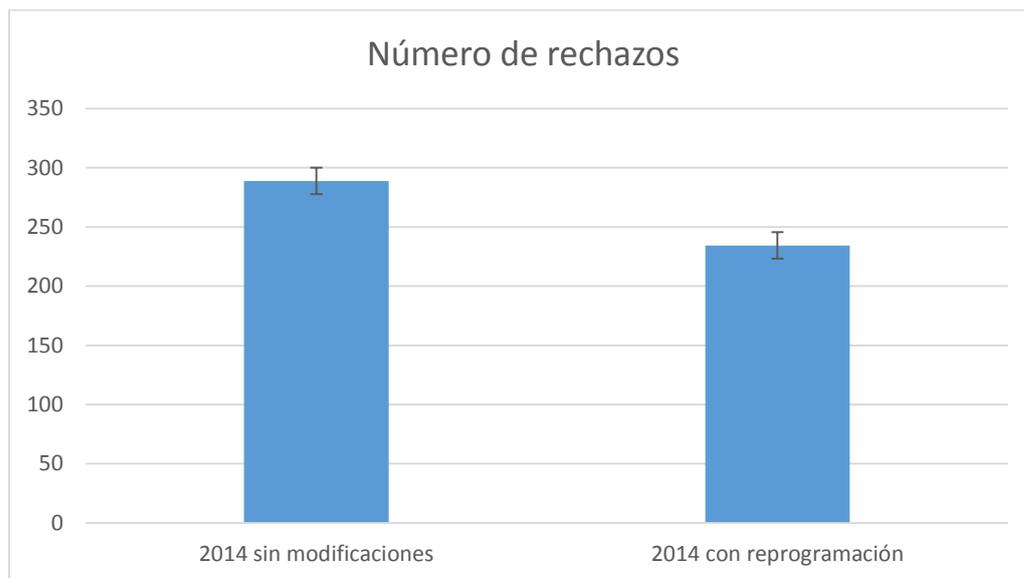


Gráfico 21 – Rechazos simulados para 2014 comparando el estado actual del sistema vs el sistema con la reprogramación de servicios quirúrgicos en base a las políticas propuestas. Se incluyen los intervalos de confianza del 95%.

Como puede observarse, implementando las políticas propuestas, los rechazos se reducen en un 20%. Esto significa que se pasa de 288 rechazos, a un estimado de 234. Sin embargo, este resultado implica una tasa de rechazos que se mantiene por encima del 5%. Además, si se considera la proyección en el tiempo del impacto de esta alternativa, teniendo en cuenta el crecimiento del número de pacientes, se concluye que la alternativa no alcanza para solucionar el problema.

A continuación, se presentan las proyecciones a 5 años de la situación con reprogramaciones y sin modificaciones. En ambos casos, se ve que la tasa de rechazos se mantiene por encima del límite definido como aceptable.

Proyección sin alteraciones						
Escenario	Crecimiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Escenario 1	0.5%	5.2%	5.6%	5.6%	5.9%	6.1%
Escenario 2	1.0%	5.6%	5.9%	6.2%	6.9%	7.5%
Escenario 3	1.5%	5.6%	6.2%	7.1%	7.7%	8.5%

Tabla 27 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios posibles, sin considerar ninguna modificación en el sistema.

Los escenarios correspondientes al sistema sin modificaciones, se muestran únicamente para su comparación con el impacto de las demás variaciones. En este caso, puede verse que los rechazos crecen abruptamente, producto de la saturación de la capacidad actual.

En cambio, cuando se considera la posibilidad de reprogramar los servicios quirúrgicos, puede verse que los rechazos crecen a un ritmo menor.

Proyección con reprogramaciones						
Escenario	Crecimiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Escenario 1	0.5%	4.2%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%
Escenario 2	1.0%	4.6%	4.6%	5.1%	5.0%	5.0%
Escenario 3	1.5%	5.3%	5.6%	5.8%	6.2%	7.0%

Tabla 28 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios posibles, considerando la reprogramación de procedimientos quirúrgicos según las políticas propuestas.

Aun así, como se mencionó anteriormente, esta mejora no tiene el impacto suficiente para reducir la tasa de rechazos a valores aceptables. Sin embargo, de las tablas precedentes y el crecimiento de la tasa de rechazos, puede concluirse que los rechazos son asintóticos a un cierto número máximo de internaciones. Es decir, cada alternativa posee un número máximo de internaciones posibles, para el cual la tasa de rechazos se dispara. Esto tiene que ver con la capacidad del sistema en cada caso, y fue analizado en el punto 2.3.3 de este trabajo. Resulta de gran utilidad, analizar las curvas que aquí denominamos curvas de utilización.

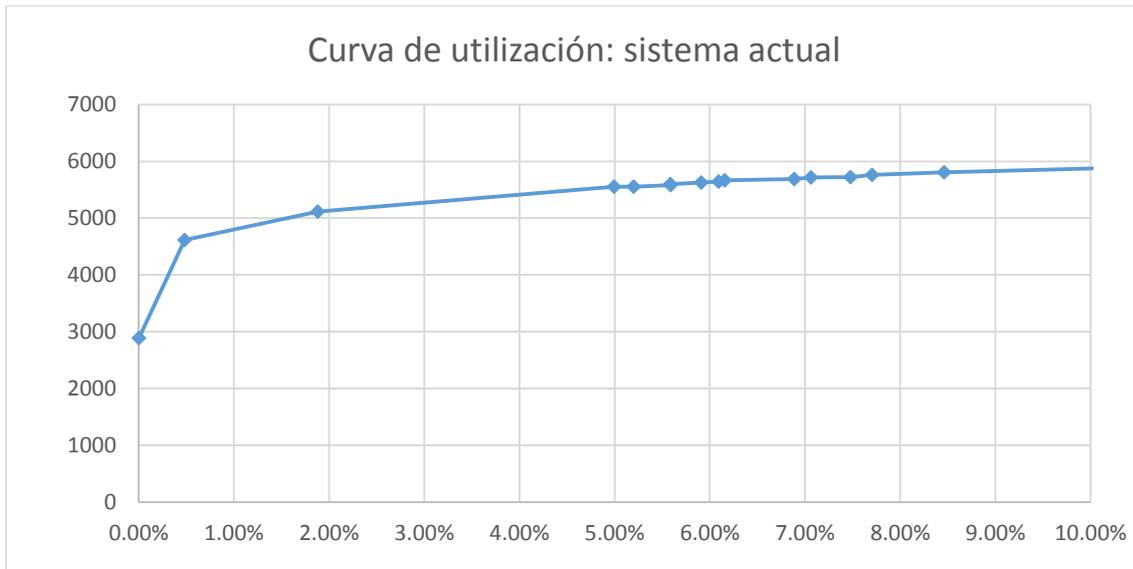


Gráfico 22 – Curva de utilización para el sistema en el estado actual, es decir, sin modificaciones. El eje vertical representa la cantidad de pacientes internados y el horizontal el porcentaje de rechazos.

Esta curva, permite ver a simple vista que el sistema se encuentra en un estado de saturación en el cual el costo de aumentar la cantidad de internados es un aumento cada vez mayor del número de rechazos. Notar que la acumulación de puntos entre el 5% y el 8% corresponde a los diferentes escenarios analizados.

Además, un sistema de mejores condiciones representará una curva con una forma similar, ubicado por encima de la curva de utilización actual. Por ejemplo, a continuación se incluye la curva de utilización que corresponde a la alternativa analizada de reprogramación de procedimientos quirúrgicos.

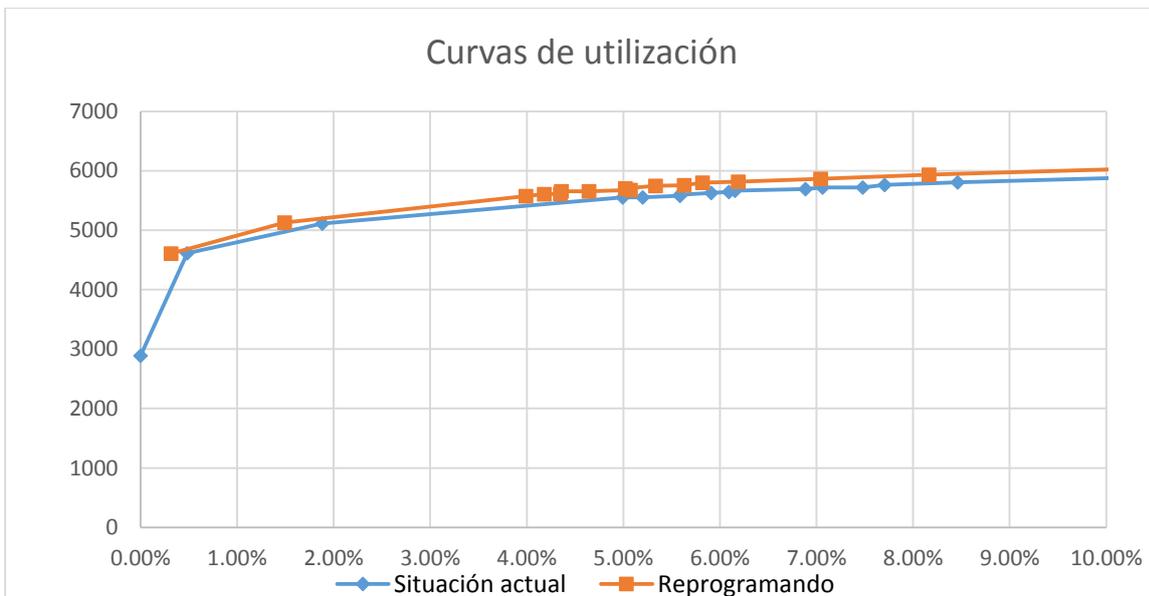


Gráfico 23 – Gráfico de curvas de utilización para el estado actual y la situación simulada con las reprogramaciones. El eje vertical representa la cantidad de pacientes internados y el horizontal el porcentaje de rechazos.

En este caso, la curva de utilización correspondiente al sistema simulado, se encuentra levemente por encima de aquella que representa al estado actual. Además, puede verse

que la acumulación de puntos correspondientes a los escenarios analizados se encuentra corrida levemente hacia la izquierda.

Todo esto implica que la reprogramación de servicios quirúrgicos genera una mejora del sistema y un mejor aprovechamiento de las camas del área de internación, lo que se traduce en una nueva curva de utilización que se ubica por encima de la curva que corresponde al estado actual.

#### 4.5.2 Incremento del número de camas en el área de Internación General

Al estudiar la posibilidad de incrementar la cantidad de camas en el área de internación, se presentan diferentes alternativas en cuanto al número que resulte óptimo para el caso particular. En este caso, se buscará incrementar el número de camas en una cantidad que resulte ser la menor posible, pero garantizando que la Clínica pueda operar con una tasa de rechazos menor al 3%.

Al considerar las diferentes alternativas de adición de recursos, se contempla la posibilidad de agregar camas en múltiplos de 4. Esto es por la disposición de las habitaciones en la Clínica y por la arquitectura del edificio. Más detalles sobre este tema se describen en el apartado 5.

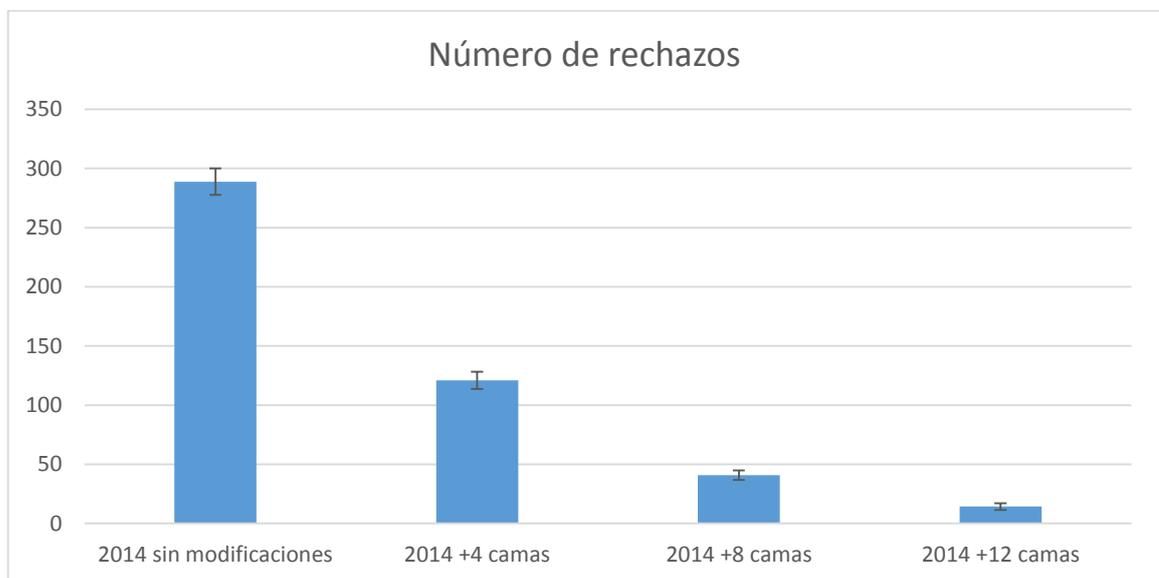


Gráfico 24 – Gráfico de comparación de alternativas entre aquella correspondiente al sistema simulado sin modificaciones y las diferentes alternativas de adición de camas: 4, 8 y 12. Se toma como base al año 2014. Se incluyen los intervalos de confianza del 95%.

Como es esperable, a medida que se adicionan más camas, los rechazos se reducen considerablemente. Pero como se comentó anteriormente, se busca determinar la cantidad mínima de camas que satisfaga las restricciones de nivel de uso establecidas. Esto es porque al agregar camas no se está mejorando la eficiencia, sino únicamente la capacidad. Además, dadas las condiciones actuales, al agregar más camas se baja el nivel de ocupación; y con ello la eficiencia en el uso de estos recursos. En este sentido, es

#### 4. Evaluación de alternativas mediante simulación discreta

necesario evaluar el desempeño de cada alternativa en los escenarios propuestos anteriormente.

Proyección agregando 4 camas						
Escenario	Crecimiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Escenario 1	0.5%	2.1%	2.3%	2.3%	2.3%	2.6%
Escenario 2	1.0%	2.3%	2.3%	2.7%	3.1%	3.3%
Escenario 3	1.5%	2.3%	2.7%	3.2%	3.7%	3.8%

Tabla 29 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios, considerando una adición de camas de 4 unidades.

Como puede verse en la tabla precedente, el agregado de 4 camas soluciona el problema en el corto plazo; pero al cabo de 3 años vuelve a superarse la barrera del 3% para el caso del escenario más probable. Por ello, el agregado de 4 camas pareciera ser insuficiente para resolver la cuestión en estudio.

Proyección agregando 8 camas						
Escenario	Crecimiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Escenario 1	0.5%	0.7%	0.7%	0.8%	0.9%	0.9%
Escenario 2	1.0%	0.7%	0.9%	1.0%	1.2%	1.2%
Escenario 3	1.5%	0.8%	1.0%	1.1%	1.3%	1.6%

Tabla 30 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios, considerando una adición de camas de 8 unidades.

En este caso, puede verse que la alternativa de 8 camas no sólo soluciona el problema en el corto plazo, sino que además presenta tasas de rechazo considerablemente menores que no superan el 2%. Esto, como se mostró anteriormente, tiene que ver con la forma que presentan las curvas de utilización. Es decir, en este caso se estaría sobre el primer tramo de la curva, donde al aumentar la cantidad de pacientes, la tasa de rechazos aumenta en menor proporción.

Para ilustrar esta situación, resulta de gran utilidad analizar las curvas de utilización de recursos para todas las alternativas descritas.

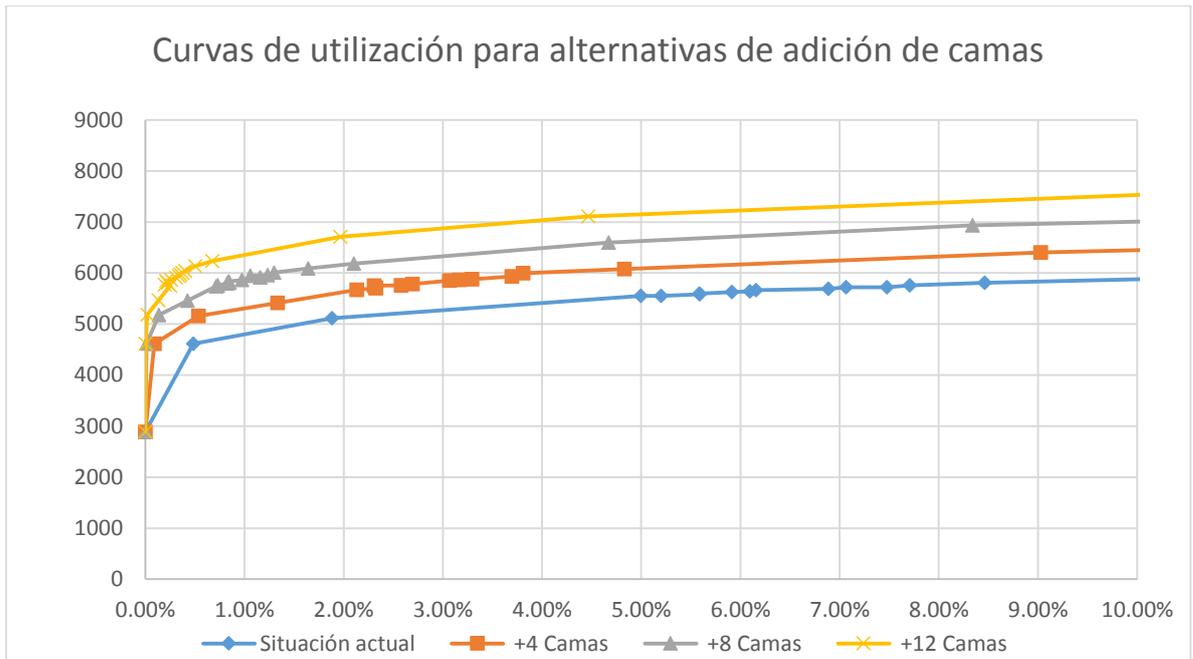


Gráfico 25 – Gráfico de curvas de utilización, incluyendo todas las alternativas de adición de camas analizadas sin reprogramación de servicios quirúrgicos.

Teniendo en cuenta que la alternativa de 8 camas pareciera ser la más adecuada, nótese que se llegaría al estado actual de saturación cuando la cantidad de pacientes internados alcanza los 6700 pacientes. Esto implica un crecimiento en dicha cantidad, del orden del 20%; lo que a una tasa de crecimiento del 1% implicaría más de 15 años.

En resumen, el incremento del número de camas es una potencial solución al problema actual en el largo plazo. Sin embargo, la selección de la cantidad a agregar debe ser considerada cuidadosamente teniendo en cuenta los cambios en la demanda y los costos implicados. Esto último, será materia de análisis del apartado 5.

### 4.5.3 Estrategia mixta: incremento del número de camas y reprogramación de servicios

Como se mencionó al comienzo de este apartado, las oportunidades de mejora en estudio no son exclusivas. Esto significa que es posible evaluar la posibilidad de implementar ambas, y por ello, es preciso analizar el impacto que esta condición produciría. En este sentido, cabe aclarar que la reprogramación de servicios constituye una mejora de eficiencia en el uso de los recursos, mientras que la adición de camas representa un incremento de la capacidad del sistema.

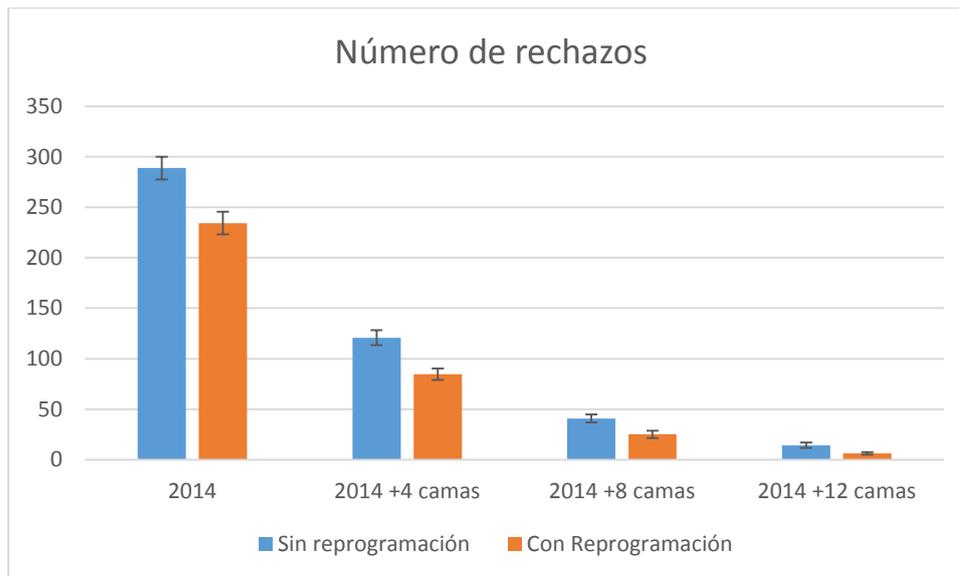


Gráfico 26 – Gráfico de la cantidad de rechazos estimados para cada una de las alternativas de adición de camas, considerando además el impacto de la reprogramación de servicios quirúrgicos. Se incluyen los intervalos de confianza del 95%.

Para comparar el impacto de estas alternativas, resulta de gran utilidad establecer una unidad común de medida. En este caso, se plantea la posibilidad de determinar el impacto de la reprogramación en función del número de camas equivalente. Es decir, se pretende analizar a cuantas camas adicionales equivale la reprogramación.

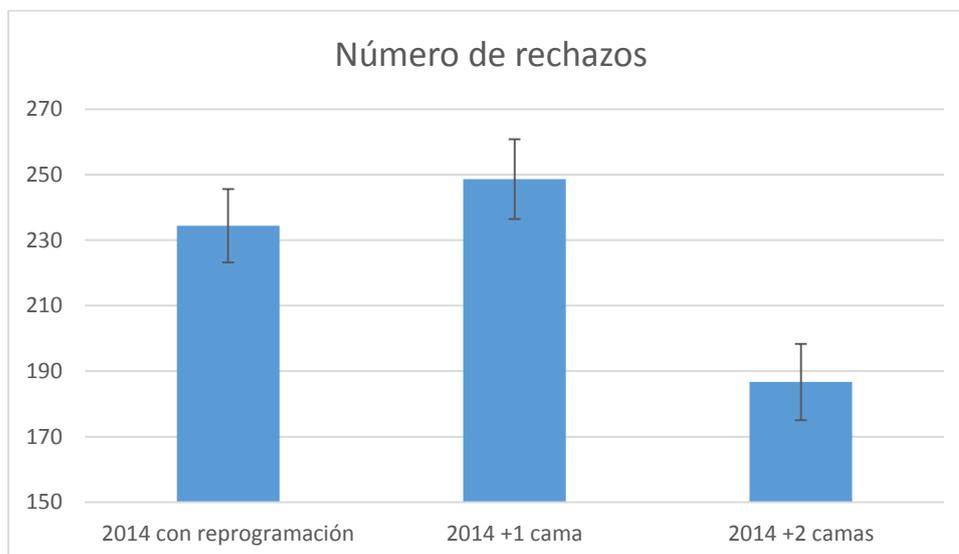


Gráfico 27 – Gráfico comparativo en base al número de rechazos estimados para cada alternativa; considerando la reprogramación, la adición de una cama y la adición de 2 camas. Se incluyen los intervalos de confianza del 95%.

Como puede observarse, existe cierto solapamiento entre los intervalos de confianza correspondientes a la reprogramación, con aquellos correspondientes a la adición de una cama. Sin embargo, el límite superior del intervalo de confianza de la reprogramación se encuentra por debajo de la media que corresponde al agregado de una cama. Además, puede verse que no existe intersección entre los intervalos de confianza de la reprogramación y aquél correspondiente a la adición de dos camas. Se

estima, entonces, que el impacto de la reprogramación para el sistema en el año 2014 equivale a una cantidad levemente superior a 1 cama.

Siguiendo la línea de análisis establecida en los casos anteriores, se incluyen las proyecciones para los escenarios en cuestión.

Proyección agregando 4 camas y reprogramando procedimientos quirúrgicos						
Escenario	Crecimiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Escenario 1	0.5%	1.5%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%
Escenario 2	1.0%	1.8%	1.8%	1.9%	2.1%	2.1%
Escenario 3	1.5%	2.2%	2.3%	2.4%	2.7%	3.1%

Tabla 31 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios, considerando la reprogramación de servicios quirúrgicos junto con la adición de 4 camas.

En este caso, a diferencia del anterior, pareciera ser que con las 4 camas adicionales se cumple con las restricciones impuestas. A pesar de que el escenario 3 no cumple con la misma en el año 5, este constituye el escenario de mayor crecimiento y sólo registra una tasa mayor para el último año del período considerado.

A modo ilustrativo, se incluye además la tabla correspondiente a un incremento en la cantidad de camas de 8 unidades, considerando la reprogramación de servicios quirúrgicos.

Proyección agregando 8 camas y reprogramando procedimientos quirúrgicos						
Escenario	Crecimiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Escenario 1	0.5%	0.4%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
Escenario 2	1.0%	0.5%	0.5%	0.6%	0.6%	0.6%
Escenario 3	1.5%	0.8%	0.8%	0.9%	0.9%	1.1%

Tabla 32 - Tabla de rechazos para los diferentes escenarios, considerando la reprogramación de servicios quirúrgicos junto con la adición de 8 camas.

En este caso, las tasas de rechazo no superan en ningún caso el 1.1%. Pero justamente por esta razón, es necesario estudiar la eficiencia en el uso de los recursos que esto implica. Es por ello, que para discernir entre la preferencia de una u otra alternativa es preciso determinar un factor de decisión clave, que resulta ser el costo de cada una. Este factor se estudia en el siguiente apartado.

## 5. Evaluación económica de las alternativas

Si bien los objetivos de este trabajo no están orientados hacia lo meramente económico, es preciso analizar los costos involucrados en las alternativas propuestas. Esto permite comparar dichas alternativas y evaluar su viabilidad.

Antes de analizar económicamente estas alternativas, es preciso hacer algunos comentarios sobre la construcción de habitaciones.

### 5.1 Habitaciones simples vs. Habitaciones dobles

Como se comentó en el apartado anterior, la determinación de construir habitaciones con una o dos camas no es un tema menor. Cuando se consideraron los escenarios posibles, se consideró únicamente la posibilidad de agregar camas en múltiplos de 4. Esto tiene que ver con que se está considerando en todos los casos la construcción de habitaciones simples, es decir, con una cama por habitación.

Consultando al arquitecto a cargo de las obras en Clínica La Pequeña Familia, se determinó que la reforma en los pabellones de internación tiene sentido si la misma consta de al menos 4 habitaciones. Ahora bien, estas 4 habitaciones pueden tener entre 4 y 8 camas. Sin embargo, en los apartados anteriores se consideró que todas las habitaciones serían simples por las cuestiones que se explican a continuación. Por ello, en este caso resulta análogo hablar de camas o habitaciones adicionales.

Es importante aclarar que la consideración de habitaciones simples tiene su base en dos motivos fundamentales:

- Existen condiciones de riesgo de infección que requieren que algunos pacientes sean aislados de los demás. Esto implica que los mismos no pueden permanecer en una misma habitación con otro paciente, por lo que si el paciente se encuentra en una habitación doble inutiliza la segunda cama. Teniendo en cuenta los principales costos involucrados, esta situación implica mantener un sobredimensionamiento de mucamas y enfermeras, ya que las mismas se calculan en base a la cantidad de camas disponibles.
- Además, existen obras sociales y prepagas que pagan un adicional por otorgar habitaciones individuales a sus pacientes. Actualmente, por las condiciones de saturación que presenta el área de Internación General, existen ocasiones en las cuales no es posible satisfacer ese requisito. En términos de ingresos, la Clínica no puede obtener el ingreso adicional que ofrecen los prestadores. En términos de calidad, el paciente no accede al nivel de comodidad que espera teniendo en cuenta su obra social o prepaga, y la institución en la que se interna.

Por estas dos razones, consultando al personal de planeamiento de Clínica La Pequeña Familia, no se considera factible la ampliación de la capacidad mediante la construcción de habitaciones dobles. En este sentido, a lo largo de este apartado se continúa con el supuesto de que una cama adicional supone una habitación adicional, lo que representa una inversión mayor en costos de construcción.

## 5.2 Metodología de análisis

En general, al evaluar proyectos de inversión, la herramienta típica de decisión es el VAN o Valor Actual Neto del proyecto. El mismo, es una magnitud medida en dinero que de ser positiva contribuye a que el valor de la empresa se incremente<sup>77</sup>. El valor actual neto puede calcularse como sigue:

$$VAN = C_0 + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Donde  $C_0$  es el flujo de la inversión inicial,  $C_i$  son los flujos que genera el proyecto, y  $r$  es la tasa requerida mínima aceptable (TREMA).

Dado que el proyecto es representativo de la actividad típica de la empresa, puede considerarse como TREMA el costo promedio ponderado del capital. El costo promedio ponderado del capital, o WACC<sup>78</sup> por sus siglas en inglés, es una tasa que representa lo que le cuesta a la empresa conseguir dinero. Consecuentemente, también representa la tasa mínima esperada de retorno de sus inversiones.

Debido a las dificultades de estimar un costo de capital en una tasa en pesos argentinos el cálculo del WACC se realizará con una tasa en dólares. Por lo tanto, se descontarán los flujos de fondos del proyecto en dólares utilizando estimaciones de tipo de cambio. Estas estimaciones, corresponden a un estudio realizado por la firma de banca de inversión Columbus Merchant Banking, y sus resultados se encuentran en el anexo 3. En el anexo 4 se describe la metodología utilizada para el cálculo del WACC.

A continuación, se consideran los elementos esenciales para la determinación de los flujos que implican las alternativas propuestas como oportunidades de mejora.

### 5.2.1 Ingresos marginales

Los flujos positivos del proyecto están determinados por los ingresos que producen las internaciones. Esto es, el pago que hace el paciente particular o la aseguradora asociada al paciente por las prestaciones que recibe en la institución.

Cada paciente, por su condición particular representa una cantidad de ingresos diferente. Dicha cantidad, está vinculada con la enfermedad y tratamiento que recibe.

<sup>77</sup> Rifat Lelic, 2008.

<sup>78</sup> Weighted Average Cost of Capital.

Sin embargo, a pesar de ello, existen casos en los que para un mismo tipo de paciente se obtienen resultados económicos muy diferentes dependiendo de la evolución que haya presentado el paciente. Por este motivo, se considerarán ingresos promedio por pacientes basados en los registros históricos de los 3 primeros trimestres de 2014.

### 5.2.2 Costos marginales

El análisis de costos adicionales que implica el proyecto, debe dividirse en dos categorías. Por un lado, se separan aquellos costos variables que dependen exclusivamente de la cantidad de internados. Por otro lado, existen costos fijos que no dependen de la cantidad de internados y estarán presentes, independientemente del incremento o decremento de la cantidad de pacientes.

Comenzando por los costos variables, se incluye el siguiente gráfico para analizar su composición.

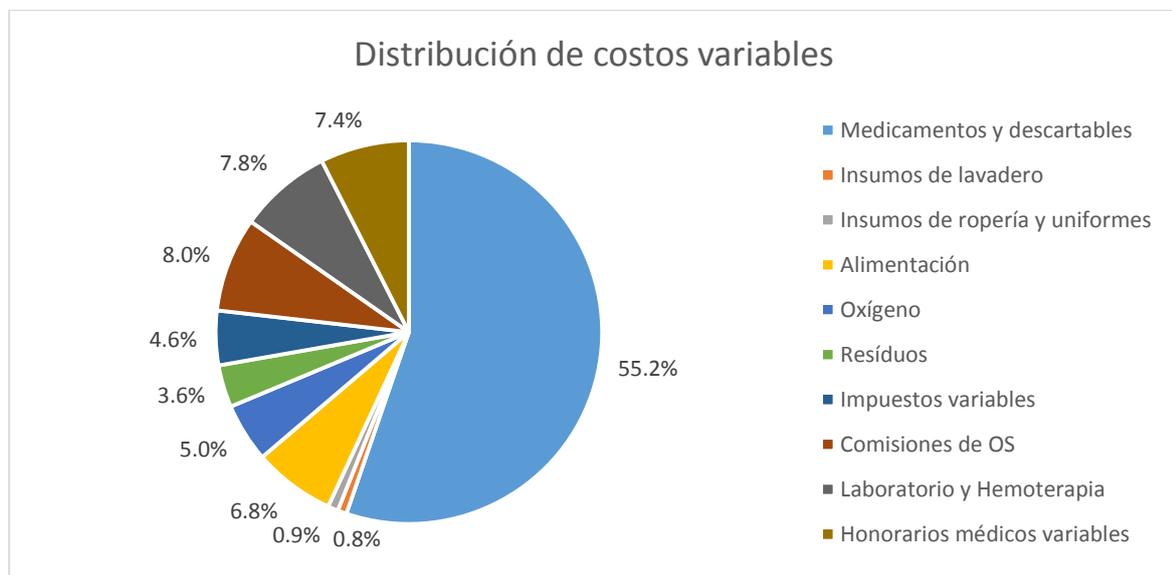


Gráfico 28 – Distribución de costos variables basada en los registros históricos de costos del año 2014.

A simple vista, se puede ver que el principal componente resulta ser el gasto relacionado con los medicamentos y material descartable que requiere el paciente internado. Este totaliza más de la mitad de los costos variables implicados.

En menor medida, se encuentran las comisiones de las obras sociales, los gastos en laboratorio y hemoterapia, los honorarios médicos variables y los gastos de alimentación de pacientes. En suma, los costos hasta aquí mencionados representan más del 80% de los costos variables. El restante 20% se distribuye entre otros factores como oxígeno, residuos, impuestos, etc.

Todos estos costos totalizan alrededor del 20% de los costos totales del área de internación, y serán considerados linealmente dependientes de la cantidad de internados. El restante 80% corresponde a los gastos fijos, y se analizan a continuación.

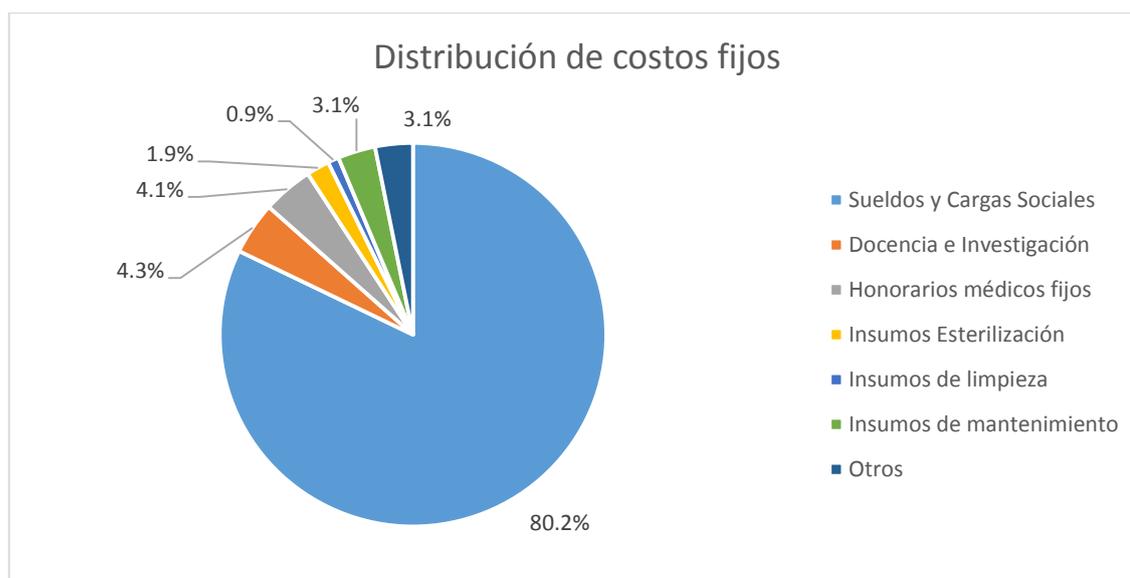


Gráfico 29 – Distribución de costos fijos basada en los registros históricos de costos del año 2014.

Es preciso notar que no todos estos gastos deben tenerse en cuenta, por ejemplo los gastos relacionados con docencia e investigación no se modificarían. El componente fundamental de estos costos son los sueldos y cargas sociales de los empleados, y en este caso se analizarán aquellos correspondientes a las enfermeras y mucamas adicionales que sean necesarias.

Con respecto a las mucamas, hoy en día el sector de internación cuenta con 11 camas por mucama y el convenio establece un máximo de 12. Siendo que el sector actualmente posee 44 camas, el agregado de 4 camas llega al máximo establecido por convenio. Entonces, para cualquiera de las alternativas en consideración resulta necesario considerar el empleo de una mucama adicional por turno.

Con respecto a las enfermeras, la situación es diferente. Hoy en día, la Clínica mantiene en promedio 7.33 camas por enfermera cuando el máximo por convenio es de 12. Si bien las enfermeras que hoy trabajan en la empresa pueden trabajar con más camas, se considera un factor de calidad de atención mantener el índice por debajo de 10. En este sentido, para agregar 4 camas no haría falta considerar nuevas enfermeras. Sin embargo, cuando se considera agregar 8 camas la situación es diferente y se deben emplear nuevas enfermeras. Además, como se mencionó anteriormente, los turnos de las enfermeras son de 6 horas. Esto último implica que se deben contratar 4 enfermeras.

Por otro lado, los costos asociados a la limpieza o mantenimiento aumentarán junto con el número de habitaciones a incluir y será un gasto fijo asociado a la nueva configuración del sistema. Pero aquellos relacionados con los honorarios médicos se mantendrán sin modificaciones porque no se presenta la necesidad de aumentar la cantidad de profesionales para ninguno de los casos en cuestión.

Con todo esto, sólo resta analizar la inversión necesaria para implementar las alternativas. Sin embargo, por las particularidades de cada caso, se detallan en el punto 5.3.

## 5. Evaluación económica de las alternativas

### 5.2.3 Tipo de cambio e inflación

Debido a la dificultad que se presenta en la búsqueda de valores para calcular el costo de capital del proyecto en pesos, se decidió descontar el flujo de fondos en dólares norteamericanos. Esto implica la necesidad de contar con proyecciones del tipo de cambio en Argentina en el período del proyecto. Las proyecciones utilizadas, se encuentran en el anexo 3 y fueron provistas por la banca de inversión Columbus Merchant Bank. Además, en el contexto inflacionario y de incertidumbre económica en que se encuentra la Argentina, realizar valuaciones de proyectos utilizando como moneda al peso no suele ser lo más común. Al realizar el análisis en una moneda extranjera más estable (en este caso el dólar estadounidense), se puede obtener una mejor apreciación de los flujos del proyecto a lo largo del tiempo.

Debido al contexto económico argentino, no parece realista proyectar que los ingresos y erogaciones del proyecto se mantengan constantes para los próximos años. Por lo tanto se estimó que los ingresos y costos aumentarán de acuerdo a la inflación anual proyectada que se encuentra en el anexo 3.

Resulta importante aclarar que si bien las proyecciones fueron realizadas por una empresa especializada en esta materia y profesionales idóneos; éstas son sólo una estimación. Por ello, no se pretende que las mismas sean tomadas como totalmente válidas, sino que se busca incluir un mayor nivel de certeza que aquél que corresponde a la omisión de estos factores.

### 5.3 Análisis económico de alternativas

En base a lo desarrollado en los puntos anteriores, para la alternativa de agregar 8 habitaciones simples, se construye el cuadro de resultados que se encuentra en el anexo 5. Cabe aclarar que la cantidad de pacientes adicionales proyectados es la resta entre los resultados de la simulación con las 8 camas adicionales y la alternativa sin cambios.

Para este caso, la inversión total es de unos \$ 3.540.800; cifra que incluye las obras necesarias, su equipamiento y las camas adicionales. Sin embargo, debe considerarse además un costo anual de más de \$ 700.000 para pagar los sueldos y cargas sociales de los nuevos empleados.

Con todas estas consideraciones y en base a todos los supuestos de este trabajo se realiza el flujo de fondos que se encuentra en el anexo 6. El VAN del proyecto resulta negativo, lo que indica que el mismo no es conveniente. Sin embargo, esto es esperable porque agregar 8 camas implica trabajar con una ocupación relativamente baja durante los primeros años<sup>79</sup>.

En términos económicos, el óptimo en este caso sería agregar 4 habitaciones en el año 0 y luego otras 4 en el año 5. Sin embargo, la realización de obras en una clínica es una tarea difícil, por las molestias que puede ocasionar para los pacientes. En este sentido, la dirección de la empresa no considera posible la realización de obras en dos etapas. Por todo esto, la alternativa de agregar 8 habitaciones simples debe ser descartada.

Por otro lado, la alternativa de construir 4 habitaciones simples y realizar una reprogramación de procedimientos quirúrgicos en base a los resultados de la optimización del apartado 3.2.3, supone una mejor utilización de los recursos y demuestra ser viable económicamente.

Análogamente al caso anterior, se incluye el cuadro de resultados en el anexo 7. En este caso, si bien la inversión en construcción y camas es menor, existen otros costos adicionales que configuran este problema. El hecho de tener que trabajar durante los fines de semana a un mayor ritmo que el habitual requiere el pago de horas extra al personal de quirófano y supone un incremento de la actividad de algunas áreas de soporte como esterilización. Todo esto supone unos \$ 211.600<sup>80</sup> anuales, a valores de hoy.

Con todas estas consideraciones, se construye el flujo de fondos que se encuentra en el anexo 8. En este caso, el VAN del proyecto resulta positivo y totaliza unos u\$s77.849. Esto implica que la inversión se recupera en unos 5,5 años. Sin embargo, deben tenerse presentes todos aquellos supuestos que se establecieron para realizar este análisis económico. En este sentido y teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo, la

---

<sup>79</sup>La ocupación del primer año, según los datos de la simulación, resulta ser del 66% y hasta el año 5 se mantiene por debajo del 70%.

<sup>80</sup> \$46.800 en horas extra de personal y \$164.800 de costo de operación del área de esterilización.

importancia de este punto es que el proyecto resulta viable. El valor generado por el mismo puede ser mayor o menor en la medida en la que se cumplan los supuestos.

## 6. Conclusiones

A través de todo el análisis que compone al presente trabajo, ha sido posible determinar meticulosamente una recomendación viable de mejora en la operación de Clínica La Pequeña Familia. La misma consiste en un aumento de la capacidad del área de internación en 4 camas, conjuntamente con la implementación de nuevas políticas de programación de procedimientos quirúrgicos. Con una inversión de poco más de \$ 1,7 millones cuyo período de recuperación se estima en 5,5 años, se logra reducir la tasa de rechazos del 5% al 1,8%; y se proyecta que la misma se mantendrá por debajo del 3% durante los siguientes 7 años.

Además, con esta nueva configuración, el área de Internación General puede alcanzar el 75% de ocupación manteniendo la tasa de rechazos ligeramente por debajo del 3%. Esta condición es la que se considera óptima desde el punto de vista operacional para la Clínica.

Si bien existe bibliografía, y estándares de conocimiento general que establecen que la ocupación de las camas debe encontrarse cerca del 85% para lograr un equilibrio entre la eficiencia en el uso de recursos y el nivel de rechazos; existen numerosos estudios que han demostrado que no es posible establecer un nivel de ocupación óptimo generalizable a todas las instituciones. Mediante el empleo del modelo de simulación discreta, a lo largo de este trabajo se ha demostrado que el nivel de ocupación que garantiza una tasa de rechazos razonable depende de la cantidad de camas en cuestión. Así, a igual tasa de rechazos, los sectores que tengan una mayor cantidad de camas pueden trabajar con mayores niveles de ocupación; lo que resulta una consecuencia natural de las economías de escala.

El incremento de los niveles de ocupación a costa de tasas de rechazo sustancialmente superiores al 3% responde, generalmente, a políticas de maximización de utilidad y no están alineadas con las políticas actuales de Clínica La Pequeña Familia. Además, los rechazos por falta de camas afectan la calidad de atención percibida por los pacientes.

Si bien el desarrollo de una propuesta de mejora viable para la Clínica es gran parte del objetivo de este trabajo, es preciso resaltar algunas cuestiones propias del proceso de desarrollo del proyecto. Abordando un punto de vista más general, el mayor valor de todo este análisis es el proceso mismo y las herramientas que surgen de este.

Primero, el análisis de los registros y bases de datos de la empresa permitió detectar la existencia de información crítica que no estaba siendo registrada y cuantificada. Este es el caso de los rechazos por falta de camas, síntoma que era conocido por las personas responsables del planeamiento, pero del cual no se disponía información precisa. La implementación de planillas de registro de rechazos se realizó en agosto de 2014 y hoy permiten dimensionar con cierto grado de precisión la demanda desatendida.

Segundo, el estudio estadístico de los pacientes internados permitió el armado de grupos de pacientes con comportamientos de internación similares (duración y transferencia entre sectores). Esto a su vez permitió el desarrollo de un modelo de simulación discreta, que más allá del uso que se le dio en este trabajo, constituye una herramienta sumamente útil para la toma de decisiones. El modelo y los escenarios analizados con éste, permitieron analizar el impacto de diferentes intervenciones, pudiendo medir cuantitativamente los resultados. Sin embargo, las capacidades del modelo pueden extenderse fácilmente para estudiar una infinidad de escenarios. Esto resulta particularmente útil para entender el funcionamiento de la Clínica como sistema, y su respuesta a cambios en las variables clave de los procesos.

Tercero, la revisión bibliográfica que requirió el presente trabajo constituye un valor agregado que de alguna manera respalda los métodos y herramientas que aquí se emplearon, y plantea un abanico de posibilidades y nuevas herramientas que la empresa puede empezar a utilizar en su operación y planificación. Tal es el caso del modelo de programación lineal desarrollado para la programación de servicios quirúrgicos. Si bien fue creado con un propósito en particular, puede modificarse de manera relativamente sencilla para plantear diferentes escenarios de optimización, con más procedimientos y restricciones que estén alineadas con las particularidades de la política de atención quirúrgica.

Cuarto, es importante destacar el hecho de que se evaluaron en detalle sólo las oportunidades de mejora que pueden resolver el problema que actualmente existe en el área de Internación General de Clínica La Pequeña Familia. Con esto, no deben pasar desapercibidas las mejoras propuestas para la reducción de los tiempos de internación en términos de regulación de altas médicas y reducción de tiempos en el proceso de interface. Estas alternativas representan, en base a datos de 2013, una reducción del uso de recursos en 46 días cama y 157 días cama, respectivamente. Sin embargo, estas cantidades dependen directamente de la cantidad de pacientes atendidos. Consecuentemente, si bien el beneficio adicional estimado en las condiciones actuales parece no justificar los esfuerzos requeridos, teniendo en cuenta el crecimiento proyectado, deberá reevaluarse la posibilidad de concretar estas oportunidades. Es decir, estas alternativas de mejora tendrán mayor impacto mientras mayor sea la cantidad de pacientes atendidos, lo que las transforma en posibles proyectos viables de mejora en el futuro.

Por último, es importante dejar en claro que todo este trabajo se desarrolló particularmente para el caso de Clínica La Pequeña Familia. Sin embargo, hay conclusiones que pueden extenderse para otros centros de salud en general. Esto es válido principalmente para la metodología empleada y todas las herramientas aplicadas. Es decir, desde un punto de vista más amplio, puede concluirse que la simulación discreta, programación lineal y otras herramientas comúnmente empleadas en la

ingeniería industrial pueden ser particularmente útiles para la toma de decisiones y mejora de procesos en los sistemas de salud.



## Anexo 2: distribuciones por diagnóstico

Diagnóstico	Distribución	Parametros	Chi-Square P Value
BG3_IA_1	Lognormal	Mean=2.18145, Std. Dev.=0.39905, Location=-0.10815	0.294
CV11C_IA_1	Lognormal	Mean=3.85009, Std. Dev.=1.4372, Location=0	0.100
CV1Q_IA_1	Lognormal	Mean=0.6308, Std. Dev.=0.30161, Location=0.01196	0.381
CVCE_IA_1	Lognormal	Mean=3.69244, Std. Dev.=2.38801, Location=0	0.555
CVCE_ITIA_1	Lognormal	Mean=1.17361, Std. Dev.=0.84792, Location=0	0.428
CVCE_ITIA_2	Lognormal	Mean=3.83793, Std. Dev.=1.70454, Location=-3.65375	0.013
CVCE_ITIA_3	Lognormal	Mean=2.41611, Std. Dev.=1.54338, Location=-1.019	0.008
CVCE_TIA_1	Lognormal	Mean=5.93973, Std. Dev.=5.63929, Location=-0.38818	0.511
CVCE_TIA_2	Lognormal	Mean=2.8136, Std. Dev.=2.69611, Location=-0.07085	0.001
CVPI_IA_1	Lognormal	Mean=2.27169, Std. Dev.=1.65175, Location=-0.5861	0.219
EA3C_IA_1	Lognormal	Mean=3.90335, Std. Dev.=13.37792, Location=0.52559	0.643
EA3C_TIA_1	Lognormal	Mean=6.10575, Std. Dev.=8.6877, Location=0.68521	0.287
EA3C_TIA_2	Lognormal	Mean=5.81601, Std. Dev.=4.91161, Location=-1.40932	0.891
EN2Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.18477, Std. Dev.=0.36388, Location=0.8732	0.646
ET11_IA_1	Lognormal	Mean=1.07537, Std. Dev.=0.77027, Location=0	0.425
ET16_IA_1	Lognormal	Mean=1.12845, Std. Dev.=0.44232, Location=-0.26302	0.403
ET19_IA_1	Lognormal	Mean=1.65871, Std. Dev.=0.93372, Location=0.28136	0.494
FMC_IA_1	Lognormal	Mean=3.4243, Std. Dev.=3.43081, Location=-0.17782	0.834
FMC_TIA_1	Lognormal	Mean=3.97335, Std. Dev.=5.17148, Location=-0.15096	0.251
FMC_TIA_2	Lognormal	Mean=4.12649, Std. Dev.=4.7933, Location=-0.09936	0.091
FMQ_IA_1	Lognormal	Mean=3.937, Std. Dev.=7.88382, Location=0.08066	0.220
GE15Q_IA_1	Lognormal	Mean=4.75812, Std. Dev.=3.15658, Location=-2.02357	0.022
GE15Q_ITIA_1	Lognormal	Mean=1.42002, Std. Dev.=3.8101, Location=0.06252	0.037
GE15Q_ITIA_2	Lognormal	Mean=2.03669, Std. Dev.=1.35336, Location=0.30438	0.277
GE15Q_ITIA_3	Lognormal	Mean=3.72484, Std. Dev.=2.17277, Location=0.17653	0.111
GE15Q_TIA_1	Lognormal	Mean=3.27413, Std. Dev.=3.14909, Location=-0.49338	0.854
GE15Q_TIA_2	Lognormal	Mean=4.15434, Std. Dev.=4.13494, Location=0.34174	0.657
GE19Q_IA_1	Lognormal	Mean=2.13709, Std. Dev.=1.49711, Location=0.16642	0.015
GE1C_IA_1	Gamma	Location=-0.85438, Scale=0.37122, Shape=9.59885	0.112
GE21Q_IA_1	Gamma	Location=0.06636, Scale=0.34054, Shape=2.5632	0.189
GE25Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.13063, Std. Dev.=0.60083, Location=0	0.675
GE4Q_IA_1	Lognormal	Mean=0.96341, Std. Dev.=0.40637, Location=-0.60494	0.054
GE6Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.52648, Std. Dev.=0.91197, Location=0	0.677
GO18Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.67846, Std. Dev.=0.85755, Location=0.28769	0.193
GO19Q_IA_1	Lognormal	Mean=2.46988, Std. Dev.=1.01069, Location=0.29795	0.952
GO20Q_IA_1	Lognormal	Mean=5.36299, Std. Dev.=3.47734, Location=0	0.125
GO20Q_TIA_1	Lognormal	Mean=3.3922, Std. Dev.=1.8405, Location=-1.09663	0.414
GO20Q_TIA_2	Weibull	Location=-0.00256, Scale=2.88627, Shape=1.21869	0.292
GO2C_IA_1	Lognormal	Mean=3.16905, Std. Dev.=2.97411, Location=0	0.003
GO3C_IA_1	Lognormal	Mean=2.50042, Std. Dev.=2.09211, Location=-0.02221	0.156

GO3Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.46219, Std. Dev.=0.59884, Location=0.14461	0.105
GO5Q_IA_1	Lognormal	Mean=2.47169, Std. Dev.=0.71383, Location=0.21846	0.401
HE001H0_IA_1	Lognormal	Mean=1.08713, Std. Dev.=0.65628, Location=-0.24277	0.084
HE001H0_TA_1	Lognormal	Mean=1.04621, Std. Dev.=0.45435, Location=-1.53172	0.003
HE005H0_IA_1	Lognormal	Mean=1.49058, Std. Dev.=0.69857, Location=-0.68352	0.458
HE005H0_TA_1	Lognormal	Mean=1.53853, Std. Dev.=0.9418, Location=-0.16179	0.842
HE005H0_TIA_1	Lognormal	Mean=1.41438, Std. Dev.=0.83816, Location=-0.33065	0.001
HE005H0_TIA_2	Lognormal	Mean=1.26204, Std. Dev.=0.87575, Location=-0.26298	0.562
HE005H1_IA_1	Lognormal	Mean=1.54789, Std. Dev.=0.59455, Location=-1.45662	0.957
HE005H1_TA_1	Lognormal	Mean=1.28245, Std. Dev.=0.73016, Location=-0.5974	0.684
HE005H1_TIA_1	Lognormal	Mean=1.3588, Std. Dev.=0.87786, Location=-0.02224	0.092
HE005H1_TIA_2	Lognormal	Mean=1.20277, Std. Dev.=0.45649, Location=-1.24388	0.035
IN8C_IA_1	Lognormal	Mean=8.98754, Std. Dev.=8.44778, Location=0.9911	0.139
LAR_ITITIA_1	Lognormal	Mean=1.91954, Std. Dev.=4.68969, Location=0.06987	0.412
LAR_ITITIA_2	Lognormal	Mean=3.41869, Std. Dev.=4.44172, Location=-0.12208	0.590
LAR_ITITIA_3	Gamma	Location=0.01667, Scale=6.4316, Shape=0.37339	0.602
LAR_ITITIA_4	Lognormal	Mean=6.77463, Std. Dev.=13.60805, Location=-0.12656	0.951
LAR_ITITIA_5	Lognormal	Mean=4.26463, Std. Dev.=3.36097, Location=-0.53319	0.681
LAR_TITIA_1	Lognormal	Mean=4.89251, Std. Dev.=7.74459, Location=-0.15702	0.876
LAR_TITIA_2	Gamma	Location=0.00069, Scale=7.91493, Shape=0.35988	0.979
LAR_TITIA_3	Lognormal	Mean=4.07243, Std. Dev.=3.97891, Location=-0.62377	0.472
LAR_TITIA_4	Lognormal	Mean=3.53231, Std. Dev.=3.81469, Location=-0.31451	0.710
MPC1_ITA_1	Lognormal	Mean=5.73325, Std. Dev.=25.39813, Location=0	0.651
MPC1_ITA_2	Lognormal	Mean=28.00011, Std. Dev.=28.75975, Location=-2.87896	0.652
MPC1_TA_1	Weibull	Location=0.16499, Scale=20.21686, Shape=1.06653	0.672
MPC1_TIA_1	Lognormal	Mean=18.32147, Std. Dev.=22.79103, Location=-0.25644	0.253
MPC1_TIA_2	Lognormal	Mean=4.87671, Std. Dev.=4.44914, Location=0.32799	0.092
MPC2_ITIA_1	Lognormal	Mean=3.75181, Std. Dev.=9.28315, Location=0	0.921
MPC2_ITIA_2	Lognormal	Mean=13.01166, Std. Dev.=17.66076, Location=2.44066	0.365
MPC2_ITIA_3	Lognormal	Mean=5.84504, Std. Dev.=5.26633, Location=-0.05497	0.145
MPC2_TIA_1	Lognormal	Mean=14.40681, Std. Dev.=15.93273, Location=-1.33942	0.004
MPC2_TIA_2	Lognormal	Mean=4.85105, Std. Dev.=3.66618, Location=-0.44189	0.445
NC2_IA_1	Lognormal	Mean=2.89023, Std. Dev.=1.09536, Location=-2.90511	0.643
NU13Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.4321, Std. Dev.=0.68673, Location=0.50429	0.111
NU16Q_ITIA_1	Weibull	Location=-1.29457, Scale=2.11024, Shape=5.95958	0.421
NU16Q_ITIA_2	Lognormal	Mean=1.29987, Std. Dev.=0.37879, Location=0.57567	0.280
NU16Q_ITIA_3	Lognormal	Mean=3.44825, Std. Dev.=1.08986, Location=0.80189	0.058
NU17Q_IA_1	Lognormal	Mean=4.73901, Std. Dev.=1.10972, Location=-8.25601	0.062
NU17Q_ITIA_1	Lognormal	Mean=0.25628, Std. Dev.=0.1735, Location=-0.05675	0.107
NU17Q_ITIA_2	Lognormal	Mean=1.32502, Std. Dev.=0.38694, Location=0.72452	0.005
NU17Q_ITIA_3	Lognormal	Mean=3.78057, Std. Dev.=1.56992, Location=0	0.003
NU2Q_ITIA_1	Lognormal	Mean=2.41853, Std. Dev.=26.58969, Location=0.06636	0.978
NU2Q_ITIA_2	Lognormal	Mean=2.54725, Std. Dev.=3.32964, Location=0.10713	0.233
NU2Q_ITIA_3	Lognormal	Mean=6.15738, Std. Dev.=13.87555, Location=1.58816	0.452
NU2Q_TIA_1	Lognormal	Mean=1.84491, Std. Dev.=0.85102, Location=0.31009	0.268
NU2Q_TIA_2	Lognormal	Mean=3.21181, Std. Dev.=1.49147, Location=-1.46092	0.399

NU3C_IA_1	Lognormal	Mean=3.45966, Std. Dev.=1.24699, Location=-1.40302	0.001
ON1C_IA_1	Lognormal	Mean=0.157, Std. Dev.=0.06322, Location=-0.07108	0.029
ON3C_IA_1	Weibull	Location=-333.79936, Scale=336.07973, Shape=881.84956	0.047
ON4C_IA_1	Weibull	Location=-30.16058, Scale=34.53718, Shape=46.16891	0.391
OTROS_IA_1	Lognormal	Mean=1.81719, Std. Dev.=2.00722, Location=-0.10754	0.803
OTROS_TA_1	Lognormal	Mean=4.49427, Std. Dev.=10.36793, Location=0	0.734
OTROS_TIA_1	Lognormal	Mean=3.0771, Std. Dev.=3.75528, Location=-0.1023	0.497
OTROS_TIA_2	Lognormal	Mean=3.07063, Std. Dev.=3.25749, Location=-0.19195	0.771
SN3C_IA_1	Weibull	Location=-2.98216, Scale=6.79961, Shape=6.59807	0.458
SN3C_TIA_1	Lognormal	Mean=2.96895, Std. Dev.=1.92338, Location=-0.75901	0.007
SN3C_TIA_2	Lognormal	Mean=2.46958, Std. Dev.=1.77872, Location=-0.31019	0.008
SN7C_IA_1	Lognormal	Mean=1.94843, Std. Dev.=1.03944, Location=-1.23306	0.068
SN7C_TIA_1	Lognormal	Mean=1.29658, Std. Dev.=1.04864, Location=0.22589	0.746
SN7C_TIA_2	Lognormal	Mean=1.73842, Std. Dev.=1.48524, Location=-0.00977	0.027
SR1C_IA_1	Lognormal	Mean=4.14271, Std. Dev.=1.90942, Location=-1.65538	0.029
SR1C_TIA_1	Weibull	Location=0.34911, Scale=3.41835, Shape=1.72953	0.121
SR1C_TIA_2	Lognormal	Mean=3.04911, Std. Dev.=2.05887, Location=0.36989	0.002
SR3C_IA_1	Lognormal	Mean=2.55817, Std. Dev.=1.29127, Location=1.40455	0.076
SR4C_TIA_1	Lognormal	Mean=4.426, Std. Dev.=3.66112, Location=0.26162	0.028
SR4C_TIA_2	Lognormal	Mean=2.36632, Std. Dev.=1.98537, Location=-0.9133	0.351
SS0C_IA_1	Lognormal	Mean=3.12347, Std. Dev.=0.94447, Location=0.52617	0.743
SS1C_IA_1	Weibull	Location=-0.35921, Scale=7.09185, Shape=4.11956	0.120
SV4C_IA_1	Weibull	Location=0.21419, Scale=2.86625, Shape=2.48872	0.099
SV4C_TIA_1	Weibull	Location=0.25062, Scale=2.83957, Shape=1.61238	0.183
SV4C_TIA_2	Lognormal	Mean=2.08936, Std. Dev.=1.43711, Location=-0.59283	0.728
TR13Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.07199, Std. Dev.=1.65419, Location=0.10134	0.708
TR24Q_IA_1	Lognormal	Mean=6.93739, Std. Dev.=3.47115, Location=1.78889	0.540
TR25Q_IA_1	Lognormal	Mean=3.7509, Std. Dev.=0.93883, Location=0	0.129
TR26Q_IA_1	Lognormal	Mean=3.52565, Std. Dev.=0.97378, Location=-7270.73915	0.237
TR28Q_IA_1	Lognormal	Mean=2.90975, Std. Dev.=1.10808, Location=0	0.036
TR60Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.53622, Std. Dev.=1.38439, Location=0.28118	0.274
TR7Q_IA_1	Weibull	Location=-1.54435, Scale=9.90747, Shape=2.27524	0.045
TR8Q_IA_1	Lognormal	Mean=2.03394, Std. Dev.=2.40796, Location=0.49449	0.944
TR9Q_IA_1	Lognormal	Mean=1.35283, Std. Dev.=0.99178, Location=0.13126	0.296
TRC57Q_IA_1	Weibull	Location=0.13939, Scale=0.76667, Shape=2.05466	0.317
TRS57Q_IA_1	Gamma	Location=-0.03164, Scale=0.20048, Shape=3.90979	0.098
UB10C_IA_1	Lognormal	Mean=1.83787, Std. Dev.=0.50308, Location=-2.64874	0.135
UB1C_IA_1	Lognormal	Mean=1.97097, Std. Dev.=1.12497, Location=-0.10306	0.374
UB3C_IA_1	Gamma	Location=-0.04868, Scale=0.34785, Shape=4.4883	0.446
UB4C_IA_1	Lognormal	Mean=1.97736, Std. Dev.=0.4464, Location=0.53131	0.029
UB5C_IA_1	Lognormal	Mean=2.01732, Std. Dev.=0.80382, Location=-1.09723	0.190
UTC4_IA_1	Lognormal	Mean=0.9358, Std. Dev.=0.42948, Location=-0.94097	0.066
UTC4_TA_1	Weibull	Location=-0.65394, Scale=1.52651, Shape=3.62959	0.368

Anexo 3: Tasa de cambio e inflación proyectada para el período 2015-2024

Año de proyección	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
TC al cierre del ejercicio (AR\$/US\$)	8.485	12.98	17.52	21.53	25.40	28.95	32.07	34.72	36.88	38.56	40.22
Inflación Anual ARG (%)		37.0%	28.0%	22.4%	17.9%	14.3%	11.5%	9.2%	7.3%	5.9%	4.7%
Factor de Inflación		137.0%	175.4%	214.6%	253.1%	289.4%	322.6%	352.2%	378.0%	400.2%	419.0%

*Proyecciones provistas por la consultora financiera Columbus Merchant Banking*

## Anexo 4: Cálculo del WACC

La tasa de descuento que refleja el riesgo del proyecto es calculado a través del Costo Promedio del Capital (WACC por sus siglas en inglés). La fórmula del WACC es:

$$\text{WACC} = \frac{E}{D + E} \times K_e + \frac{D}{D + E} \times K_D \times (1 - t)$$

Donde E se refiere al valor del patrimonio neto y D es la deuda de la compañía y fueron tomados en base a los estados contables de la compañía. Por  $K_e$  se entiende al costo del capital propio y  $K_D$  al costo de la deuda. La tasa de impuestos es t.

Como los pagos de intereses son deducibles de impuestos se busca reflejar este beneficio multiplicando el costo de la deuda por  $(1 - t)$ .

A continuación se detalla la metodología utilizada para determinar los componentes antes mencionados del WACC.

Para calcular el costo del capital propio se utilizó el modelo conocido como “Capital Asset Pricing Model” (CAPM), cuya fórmula se detalla a continuación.

$$K_e = R_F^{US} + R_{pais} + \beta^L \times PRM$$

El costo del capital está compuesto por la tasa libre de riesgo ( $R_F^{US}$ ), la prima por riesgo país de Argentina, más un factor que mide el riesgo sistemático que el activo incorpora a la cartera de un inversor ( $\beta^L$ ), que se denomina beta apalancado multiplicado por la prima de riesgo de mercado (PRM).

La tasa libre de riesgo y la prima por riesgo país de Argentina fueron tomadas respectivamente de acuerdo al rendimiento de los bonos a 10 años del tesoro americano<sup>81</sup> y de acuerdo al índice EMBI Argentina<sup>82</sup> que mide la diferencia entre el rendimiento de los bonos del tesoro norteamericano y bonos argentinos emitidos en dólares.

El beta apalancado fue calculado en base al beta desapalancado de la industria en cuestión. En este caso, se ha utilizado el beta estimado para Servicios Médicos en Países Emergentes por Damodaran, una reconocida fuente del mercado financiero. A partir del beta desapalancado, se lo ajustó teniendo en cuenta la estructura de capital y tasa impositiva de Clínica La Pequeña Familia.

$$\beta^L = \beta_{IND}^U \times \left[ 1 + (1 - t) \times \left( \frac{D}{E} \right) \right]$$

---

<sup>81</sup> Fuente: Bloomberg

<sup>82</sup> Fuente: Ámbito Financiero

El valor de  $\beta_{IND}^U$ , resulta ser de 0,93, tomando como se mencionó anteriormente, el beta para servicios médicos en países emergentes provisto por Damodaran. El ratio  $\frac{D}{E}$  de la pequeña familia es de 22% y la tasa de impuestos ( $t$ ) es 35%.

Para la prima de riesgo de mercado (PRM) se ha utilizado la estimación publicada por Damodaran que considera los promedios geométricos de la diferencia entre los retornos del S&P y los bonos a 10 años del tesoro americano entre los años 1928-2013.

Por otro lado, el costo de la deuda se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_D = R_F^{US} + R_{pais} + Spread$$

El Spread es la diferencia estimada entre el rendimiento esperado de la deuda de la compañía y el rendimiento de la deuda soberana de Argentina. Es decir, la prima exigida por el mercado financiero, por encima del rendimiento de los bonos argentinos. Se consideró un spread de 4%, en concordancia con las estimaciones hechas por los directivos de La Pequeña Familia.

Anexo 5: cuadro de resultados proyectado al agregar 8 habitaciones

Año	0	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Cantidad de pacientes adicionales		178	182	199	222	234	236	266	262	307	333
Ingreso neto después de IIBB		2,108,795	2,759,916	3,693,677	4,858,993	5,855,880	6,583,269	8,100,925	8,564,776	10,625,131	12,066,379
Costos de internación											
Costos totales por egreso		-475,074	-621,759	-832,119	-1,094,644	-1,319,224	-1,483,092	-1,824,993	-1,929,490	-2,393,651	-2,718,338
Total costo de internación		-475,074	-621,759	-832,119	-1,094,644	-1,319,224	-1,483,092	-1,824,993	-1,929,490	-2,393,651	-2,718,338
Sueldos y cargas sociales		-960,966	-1,230,036	-1,505,565	-1,775,362	-2,029,878	-2,262,680	-2,470,282	-2,651,602	-2,807,304	-2,939,181
EBITDA		672,756	908,120	1,355,993	1,988,988	2,506,778	2,837,497	3,805,650	3,983,684	5,424,176	6,408,860
Amortizaciones		-114,080	-114,080	-114,080	-114,080	-114,080	-114,080	-114,080	-114,080	-114,080	-114,080
EBIT		558,676	794,040	1,241,913	1,874,908	2,392,698	2,723,417	3,691,570	3,869,604	5,310,096	6,294,780
Intereses		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ganancias no Operativas											7,656,575
Utilidad neta antes de IG		558,676	794,040	1,241,913	1,874,908	2,392,698	2,723,417	3,691,570	3,869,604	5,310,096	13,951,355
IG		-195,537	-277,914	-434,670	-656,218	-837,444	-953,196	-1,292,050	-1,354,361	-1,858,534	-4,882,974
Utilidad neta		363,139	516,126	807,244	1,218,690	1,555,254	1,770,221	2,399,521	2,515,243	3,451,562	9,068,381

Anexo 6: flujo de fondos proyectado al agregar 8 habitaciones

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>FLUJO DE FONDOS</b>											
<b>Flujo de fondos por actividades operativas</b>											
Cobranzas		2,108,795	2,759,916	3,693,677	4,858,993	5,855,880	6,583,269	8,100,925	8,564,776	10,625,131	12,066,379
Costos internación		-475,074	-621,759	-832,119	-1,094,644	-1,319,224	-1,483,092	-1,824,993	-1,929,490	-2,393,651	-2,718,338
Sueldos y cargas sociales		-960,966	-1,230,036	-1,505,565	-1,775,362	-2,029,878	-2,262,680	-2,470,282	-2,651,602	-2,807,304	-2,939,181
Impuesto a las ganancias		-195,537	-277,914	-434,670	-656,218	-837,444	-953,196	-1,292,050	-1,354,361	-1,858,534	-4,882,974
<b>Flujo de fondos por actividades de inversión</b>											
Terreno											
Obra civil+equipamiento		-3,200,000									10,056,575
Camas		-340,800									
Equipamiento											
<b>Flujo de fondos por actividades de financiación</b>											
Aumento (Disminución) de préstamos											
Pago de intereses											
<b>Flujo de fondos del proyecto</b>		-3,540,800	477,219	630,206	921,324	1,332,770	1,884,301	2,513,601	2,629,323	3,565,642	11,582,461
Flujo de fondos del proyecto en US\$		-417,301	36,780	35,975	42,785	52,473	58,749	72,393	71,298	92,460	288,000

Anexo 7: cuadro de resultados proyectado al agregar 4 habitaciones y reprogramaciones

Año	0	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Cantidad de pacientes adicionales		149	134	154	177	182	194	223	196	231	246
Ingreso neto después de IIBB		1,765,228	2,032,026	2,858,423	3,874,062	4,554,573	5,411,671	6,791,377	6,407,237	7,994,806	8,913,902
<b>Costos de internación</b>											
Costos totales por egreso		-397,674	-457,779	-643,951	-872,757	-1,026,063	-1,219,152	-1,529,975	-1,443,435	-1,801,086	-2,008,142
Costo operacionales adicionales		-225,776	-288,993	-353,728	-417,116	-476,914	-531,610	-580,385	-622,986	-659,568	-690,551
Total costo de internación		-623,450	-746,772	-997,679	-1,289,872	-1,502,977	-1,750,762	-2,110,360	-2,066,421	-2,460,653	-2,698,693
Sueldos y cargas sociales		-467,385	-598,253	-732,261	-863,483	-987,272	-1,100,500	-1,201,471	-1,289,659	-1,365,388	-1,429,529
EBITDA		674,393	687,001	1,128,483	1,720,707	2,064,325	2,560,409	3,479,546	3,051,157	4,168,764	4,785,679
Amortizaciones		-57,040	-57,040	-57,040	-57,040	-57,040	-57,040	-57,040	-57,040	-57,040	-57,040
EBIT		617,353	629,961	1,071,443	1,663,667	2,007,285	2,503,369	3,422,506	2,994,117	4,111,724	4,728,639
Intereses		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ganancias no Operativas											3,828,288
Utilidad neta antes de IG		617,353	629,961	1,071,443	1,663,667	2,007,285	2,503,369	3,422,506	2,994,117	4,111,724	4,728,639
IG		-216,073	-220,486	-375,005	-582,283	-702,550	-876,179	-1,197,877	-1,047,941	-1,439,103	-1,655,024
Utilidad neta		401,279	409,475	696,438	1,081,384	1,304,735	1,627,190	2,224,629	1,946,176	2,672,620	3,073,616

Anexo 8: flujo de fondos proyectado al agregar 4 habitaciones y reprogramaciones

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>FLUJO DE FONDOS</b>											
<b>Flujo de fondos por actividades operativas</b>											
Cobranzas		1,765,228	2,032,026	2,858,423	3,874,062	4,554,573	5,411,671	6,791,377	6,407,237	7,994,806	8,913,902
Costos internación		-623,450	-746,772	-997,679	-1,289,872	-1,502,977	-1,750,762	-2,110,360	-2,066,421	-2,460,653	-2,698,693
Sueldos y cargas sociales		-467,385	-598,253	-732,261	-863,483	-987,272	-1,100,500	-1,201,471	-1,289,659	-1,365,388	-1,429,529
Impuesto a las ganancias		-216,073	-220,486	-375,005	-582,283	-702,550	-876,179	-1,197,877	-1,047,941	-1,439,103	-1,655,024
<b>Flujo de fondos por actividades de inversión</b>											
Obra civil+equipamiento											5,028,288
Camas											
<b>Flujo de fondos por actividades de financiación</b>											
Aumento (Disminución) de préstamos											
Pago de intereses											
<b>Flujo de fondos del proyecto</b>		-1,770,400	466,515	753,478	1,138,424	1,361,775	1,684,230	2,281,669	2,003,216	2,729,660	8,158,943
<b>Flujo del proyecto en USD</b>	-208,651	35,323	26,630	34,990	44,821	47,045	52,511	65,713	54,320	70,782	202,874

## Bibliografía

Renata Kopach-Konrad et al. 2007. Applying Systems Engineering Principles in Improving Health Care Delivery. *Journal of General Internal Medicine*. Volumen 22. Número 3. Páginas 431 a 437.

Murat M. Gunal. 2012. A guide for building hospital simulation models. *Health Systems*. Volumen 1. Páginas 17 a 25.

Bo Zhang et al. 2008. A Mixed Integer Programming Approach for Allocating Operating Room Capacity. Daniel J. Epstein Department of Industrial and Systems Engineering, University of Southern California. 29 páginas. <http://www2.isye.gatech.edu/~bzhang34/ZMDB09.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

Margaret M. McLaughlin. 2012. A Model To Evaluate Efficiency In Operating Room Processes. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Nursing) in The University of Michigan. 200 páginas. [http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/96155/mmmcl\\_1.pdf?sequence=1](http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/96155/mmmcl_1.pdf?sequence=1). Página vigente al 13/11/2014.

F. Gorunescu et al. 2002. A queueing model for bed-occupancy management and planning of hospitals. *Journal of the Operational Research Society*. Volumen 53. Páginas 19 a 24.

John L Moran y Patricia J Solomon. 2012. A review of statistical estimators for risk-adjusted length of stay: analysis of the Australian and new Zealand intensive care adult patient data-base, 2008–2009. Moran and Solomon *BMC Medical Research Methodology*. 17 páginas.

Suliadi F. Sufahani et al. 2012. A Scheduling Problem for Hospital Operating Theatre. 8 páginas. <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1205/1205.2108.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

Eric Howell et al. 2008. Active Bed Management by Hospitalists and Emergency Department Throughput. *Annals of Internal Medicine*. Volumen 149. Número 11. Páginas 804 a 811.

Rodney Jones. 2010. Allocation of Beds within the HS. 15 páginas. [http://www.hcaf.biz/Hospital%20Beds/Allocation\\_of\\_Beds.pdf](http://www.hcaf.biz/Hospital%20Beds/Allocation_of_Beds.pdf). Página vigente al 13/11/2014.

University Hospital San Antonio. 2005. Reducing Inpatient Bed Turnaround Time. 2 páginas. <http://smhs.gwu.edu/urgentmatters/sites/urgentmatters/files/InpatientBedTAT.UnivHospSanAntonio.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

Sophie D. Lapierre et al. 1999. Bed allocation techniques based on census data. *Socio-Economic Planning Sciences*. Volumen 33. Número 1. Páginas 25 a 38.

## Bibliografía

Manuel D. Rossetti et al. 1999. Emergency Department Simulation And Determination Of Optimal Attending Physician Staffing Schedules. Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference. Páginas 1532 a 1540. Phoenix.

Sheldon H. Jacobson et al. 2006. Patient Flow: Reducing Delay In Healthcare Delivery. 1<sup>o</sup> Edición. Páginas 211 a 252. Editorial Springer. ISBN 978-0-387-33635-0.

Cheryl L. Plasters et al. 2003. Coordination Challenges in Operating-Room Management: An In-Depth Field Study. AMIA 2003 Symposium Proceedings. Páginas 524 a 528. Washington DC.

Bahar Biller y Barry L. Nelson. 2002. Fitting Time-Series Input Processes For Simulation. 44 páginas. <http://www.andrew.cmu.edu/user/billerb/DataFittingNelsonBiller02.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

A.M. de Bruin et al. 2009. Dimensioning hospital wards using the Erlang loss model. Annals of Operations Research. Volumen 178. Número 1. Páginas 23 a 43.

Gary Harrison et al. 2013. Does hospital occupancy impact discharge rates? Australian Health Review. Volumen 37. Número 4. Páginas 458 a 466.

Petre Iltchev et al. 2012. The use of DRGs in hospital management. Studies In Logic, Grammar And Rhetoric. Volumen 29. Número 42. Páginas 129 a 142.

Angelo Pellicone y Maude Martocci. 2006. Faster Turnaround Time. Quality Progress. Volumen Marzo 2006. Páginas 31 a 36.

Courtney Carroll et al. 2014. Improving the Scheduling of Operating Rooms at UMass Memorial Medical Center. 77 páginas. [http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-030614-144337/unrestricted/Final\\_OR\\_Paper.pdf](http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-030614-144337/unrestricted/Final_OR_Paper.pdf). Página vigente al 13/11/2014.

Atienza, N. 2005. Fitting the variable "Length of Hospital Stay" with mixtures from different distribution families. 3 páginas. <http://personal.us.es/natienza/inves/docu/fitting.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

D. V. S. Sastry y R. K. Sinha. 2010. Length Of Stay – A Data Analytic Approach. Journal of Quantitative Economics. Volumen 8. Número 2. Páginas 42 a 60.

Tian Mu Liu. 2012. A Generic Bed Planning Model. 73 páginas. [https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/33292/1/Liu\\_TianMu\\_201211\\_MAsc\\_thesis.pdf](https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/33292/1/Liu_TianMu_201211_MAsc_thesis.pdf). Página vigente al 13/11/2014.

Mark L. Weng y Ali A. Houshmand. 1999. Healthcare Simulation: A Case Study At A Local Clinic. Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference. Páginas 1577 a 1584. Phoenix.

M. Barry Dumas. 1985. Hospital Bed Utilization: An Implemented Simulation Approach to Adjusting and Maintaining Appropriate Levels. Health Services Research. Volumen 20. Número 1. Páginas 43 a 61.

Sonal Arora et al. 2014. Towards the Next Frontier for Simulation-Based Training Full-Hospital Simulation Across the Entire Patient Pathway. *Annals of Surgery*. Volumen 260. Número 2. Páginas 252 a 258.

Bernd Rechel et al. 2010. Hospital capacity planning: from measuring stocks to modelling flows. *Bull World Health Organ*. Páginas 632 a 636.

D. J. Medeiros et al. 2008. Improving Patient Flow In A Hospital Emergency Department. *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference*. Páginas 1526 a 1531. Miami.

Ministerio de Salud. 2012. Indicadores Básicos. 20 páginas. <http://www.msal.gov.ar/images/stories/pdf/indicadores-basicos-2012.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

Ramachandran Balaji y Mark Brownlee. 2009. Bed Management Optimization. *Building Tomorrow's Enterprise*. 11 páginas. <http://www.infosyspublicservices.com/industries/healthcare/Documents/hospital-bed-management.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

IRI Consultants. 2010. Process Improvement Reduced Hospital's Bed Turnaround Time 75%. 3 páginas. <https://www.iriconsultants.com/sites/default/files/Process-Improvement-Cuts-Bed-Turnaround-75-0710.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

Reinhard Busse et al. 2011. *Diagnosis-Related Groups in Europe*. 1° Edición. 490 páginas. Editorial Mc Graw Hill. ISBN 978-0-33-524557-4.

MM Gunal y M Pidd. 2010. Discrete event simulation for performance modelling in health care: a review of the literature. *Journal of Simulation*. Volumen 4. Número 1. Páginas 42 a 51.

Elena Kulinskaya et al. 2005. Length of stay as a performance indicator: robust statistical methodology. *IMA Journal of Management Mathematics*. Volumen 16. Páginas 369 a 381.

Robert Schmidt et al. 2013. Decision support for hospital bed management using adaptable individual length of stay estimations and shared resources. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. Volumen 13. Número 3. 19 páginas.

Apiradee Lim y Phattrawan Tongkumchum. 2009. Methods for Analyzing Hospital Length of Stay with Application to Inpatients Dying in Southern Thailand. *Global Journal of Health Science*. Volumen 1. Número 1. Páginas 27 a 38.

Alfio Marazzi et al. 1998. Fitting the distributions of length of stay by parametric models. *Medical Care*. Volumen 36. Número 6. Páginas 915 a 927.

Rod Jones. 2003. *Bed Management. Re-thinking Bed Management – Opportunities & Challenges*. 18 páginas. Londres.

Matthew J. Daniels et al. 2005. Forecasting Hospital Bed Availability Using Simulation and Neural Networks. 6 páginas. <http://people.rit.edu/mekeie/DanielsKuhlIERC05.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

Marie Persson y Jan A. Persson. 2007. Optimization modelling of hospital operating room planning: analyzing strategies and problem settings. Operational Research for Health Policy: Making Better Decisions: Proceedings of the 31st Annual Conference of the European Working Group on Operational Research Applied to Health Services. Páginas 137 a 149. Oxford.

R. Marjamaa et al. 2008. Operating room management: why, how and by whom? Acta Anaesthesiologica Scandinavica. Volumen 52. Número 5. Páginas 596 a 600.

John T. Blake et al. 2002. Operating Room Managers' Use of Integer Programming for Assigning Block Time to Surgical Groups: A Case Study. Anesthesia & Analgesia. Volumen 94. Número 1. Páginas 143 a 148.

Emrah Koksalmis et al. 2014. How to Schedule Surgical Operations into Operating Rooms? An Application in Turkey. Proceedings of the 2014 Industrial and Systems Engineering Research Conference. 10 páginas. Montreal.

Munirih Qualls et al. 2010. Parametric Versus Nonparametric Statistical Tests: The Length of Stay Example. Society for Academic Emergency Medicine. Volumen 17. Número 10. Páginas 1113 a 1121.

M. Mackay et al. 2013. Patient flow simulation modelling – an approach conducive to multi-disciplinary collaboration towards hospital capacity management. 20th International Congress on Modelling and Simulation. Páginas 50 a 56. Adelaide.

Erica Drazen y Jared Rhoads. 2011. Using Tracking Tools to Improve Patient Flow in Hospitals. California Healthcare Foundation. 21 páginas. <http://www.chcf.org/~media/MEDIA%20LIBRARY%20Files/PDF/U/PDF%20UsingPatientTrackingToolsInHospitals.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

Navneetkumar Rameshbhai Rafaliya. 2013. Scheduling Elective Surgeries in Operation Room with Optimization of Post-Surgery Recovery Unit Capacity. 120 páginas. <http://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=5755&context=etd>. Página vigente al 13/11/2014.

Brian T. Denton et al. 2006. Simulation Of A Multiple Operating Room Surgical Suite. Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference. Páginas 414 a 424. Monterrey.

P. A. W. Lewis y G. S. Shedler. 1978. Simulation of nonhomogeneous Poisson Processes. 44 páginas. <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a059904.pdf>. Página vigente al 13/11/2014.

OR Manager. 2006. Smooth the elective OR schedule? A large hospital makes it happen. OR Manager. Volumen 22. Número 4. 6 páginas.

Zakaria Y. Abdelrasol et al. 2013. A Proposed Solution Framework for the Operating Room Scheduling Problems. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2013. Volumen 2. Páginas 717 a 726. San Francisco.

Benjamin A. Christensen. 2012. Improving ICU Patient Flow through Discrete-Event Simulation. 107 páginas.  
<http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/73436/809794536.pdf?sequence=1>.  
Página vigente al 13/11/2014.

O. Al-Araidah et al. 2012. Reducing delay in healthcare delivery at outpatients clinics using discrete event simulation. International Journal of Simulation Modelling. Volumen 11. Número 4. Páginas 185 a 195.

CISS. 2005. The Diagnosis Related Groups (DRGs) to Adjust Payment-Mechanisms for Health System Providers. Conferencia Interamericana de Seguridad Social. 27 páginas. Mar del Plata.

Steve Selvin. 1977. Three Statistical Models for Estimating Length of Stay. Health Services Research. Volumen 12. Número 3. Páginas 322 a 330.

Edwin S. Kim. 2014. Using Computer Simulation to Study Hospital Admission and Discharge Processes. 100 páginas.  
<http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2260&context=theses>.  
Página vigente al 13/11/2014.

Renata Kopach-Konrad et al. 2007. Applying Systems Engineering Principles in Improving Health Care Delivery. Journal of General Internal Medicine. Volumen 22. Número 3. Páginas 431 a 437.

Soemon Takakuwa y Athula Wijewickrama. 2008. Optimizing Staffing Schedule In Light Of Patient Satisfaction For The Whole Outpatient Hospital Ward. Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. Páginas 1500 a 1508. Miami.

Mohammed Khadem et al. 2008. Evaluating the Layout of the Emergency Department of a Public Hospital Using Computer Simulation Modeling: A Case Study. Industrial Engineering and Engineering Management, 2008. IEEM 2008. IEEE International Conference. Páginas 1709 a 1713. Singapur.

Mitsuko Yokouchi et al. 2012. Operations Analysis And Appointment Scheduling For An Outpatient Chemotherapy Department. Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference. Páginas 1 a 12. Berlín.

Jerry Banks et al. 2010. Discrete-Event System Simulation. 5° Edición. 622 páginas. Editorial Prentice Hall. ISBN 978-0136062127.

Wayne L. Winston. 2004. Operations Research Applications and Algorithms. 4° Edición. 1418 páginas. Editorial Thomson Brooks Cole. ISBN 978-0534380588.

Diane L. Huber. 2014. Leadership and Nursing Care Management. 5° Edición. 560 páginas. Editorial Saunders. ISBN 978-1455740734.

#### Bibliografía

Gerard J. Wedig et al. 1989. Hospital Investment Decisions and the Cost of Capital. The Journal of Business. Volumen 62. Número 4. Páginas 517 a 537.

Robert A. Vraciu. 1980. Decision Models for Capital Investment and Financing Decisions in Hospitals. Health Services Research. Volumen 15. Número 1. Páginas 35 a 52.

Rifat Lelic. 2008. Lecciones de Ingeniería Económica y Finanzas. 1° Edición. 173 páginas. Editorial Nueva Librería. ISBN 987-1104-66-9.

Averill M. Law. 2003. How to Conduct a Successful Simulation Study. Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference. Páginas 66 a 70. Nueva Orleans.