

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE ESQUEMAS DE SECUENCIACIÓN DE INTERVENCIONES
QUIRÚRGICAS Y ALTERNATIVAS DE REDISEÑO EN EL SECTOR B DEL
HOSPITAL CLÍNICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

SEBASTIÁN IGNACIO CORTÉS MESSINA

**PROFESOR GUÍA:
MARIO MORALES PARRAGUÉ**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
HERNÁN CÁRDENAS HERMOSILLA
FRANCISCO RAMIS LANYON**

**SANTIAGO DE CHILE
ENERO 2010**

**RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR: SEBASTIÁN CORTÉS MESSINA
FECHA: 09/12/09
PROF. GUIA: SR. MARIO MORALES**

**“EVALUACIÓN DE ESQUEMAS DE SECUENCIACIÓN DE INTERVENCIONES
QUIRÚRGICAS Y ALTERNATIVAS DE REDISEÑO EN EL SECTOR B DEL
HOSPITAL CLÍNICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE”**

El presente proyecto de memoria, formó parte de la primera etapa de desarrollo del proyecto FONDEF “Herramientas para la Gestión de Pabellones Quirúrgicos y sus Recusos Asociados”. Los hospitales públicos, no sólo se ven actualmente enfrentados al explosivo número de instituciones privadas que representan una directa competencia para ellos, sino que además, deben ser capaces de hacer frente a la nueva Reforma de la Salud, que establece el concepto de “hospitales autogestionados”. Todo esto, hace inevitable la búsqueda de herramientas que proporcionen mecanismos de gestión más eficientes, y que ofrezcan la oportunidad de competir a los hospitales públicos en el mercado.

El objeto de estudio de esta memoria fue el Hospital Clínico de la Universidad de Chile, institución donde se recopiló información relevante a la utilización de los Pabellones Quirúrgicos, y de donde se pudo diagnosticar como principal problema la baja utilización del recurso quirófono, el que se calculó en un 54%.

Se planteó entonces como objetivo, desarrollar alternativas que repercutieran en un aumento en la utilización de los quirófanos, pero al mismo tiempo, proporcionasen una respuesta eficiente del sistema frente a un aumento de la demanda.

Como principal herramienta de trabajo se utilizó la metodología de simulación, a través del software FlexSimHC. Se escogió dicha metodología, ya que proporciona una valiosa oportunidad de experimentar alternativas de cambio en el proceso estudiado, y además, evaluar la respuesta de éste frente a distintos niveles de demanda, sin realizar cambios que tengan un efecto negativo en el sistema real.

Se analizó de esta manera, esquemas de secuenciación de las intervenciones quirúrgicas en función del tiempo esperado de duración de éstas, la habilitación de quirófanos adicionales, así como de camas de recuperación en la Unidad de Intermedio Quirúrgico, y finalmente, la implementación de un proceso de Pre-Anestesia, el cual proporciona una oportunidad de aprovechar el tiempo de mantención de los quirófanos, entre intervenciones, para preparar al paciente para la anestesia.

Los resultados obtenidos evidenciaron la capacidad actual del HCUCH de cobijar un mayor número de intervenciones diarias, sin embargo, a partir de los mismos, se desprende que la operación del recurso pabellones quirúrgicos, puede verse optimizado mediante la habilitación de 3 camas extras en Intermedio Quirúrgico, la implementación del proceso de Pre-Anestesia, y mediante un cambio de criterio para secuenciar las intervenciones según sea su tiempo esperado de duración.

Finalmente, se considera que este proyecto de memoria, genera una base de conocimientos, que por una parte constituye un soporte importante a la toma de decisiones del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, pero que por otra parte, representa un aporte concreto al proyecto FONDEF en el cual se enmarca, para que los futuros trabajos que en él se realicen, contribuyan a generar modelos de gestión modernos y eficientes.

1. Introducción y Antecedentes Generales	5
2. Descripción del Proyecto y Justificación	6
3. Objetivos	7
3.1. Objetivo General.....	7
3.2. Objetivo Específicos	8
4. Marco Conceptual.....	8
4.1. Simulación	9
4.1.1. Pasos para realizar un modelo de simulación.....	10
4.1.1.1. Formular el Problema	10
4.1.1.2. Definición del Sistema.....	10
4.1.1.3. Formulación del Modelo.....	10
4.1.1.4. Colección de Datos	11
4.1.1.5. Implementación del Leguaje de Simulación.....	11
4.1.1.6. Verificación	11
4.1.1.7. Validación	11
4.1.1.8. Planteamiento de Escenarios	12
4.1.1.9. Experimentación	12
4.1.1.10. Análisis de Resultados	12
5. Metodología	12
6. Alcances	14
7. Levantamiento de procesos Sector B de Pabellones Quirúrgicos HCUCH	14
7.1. Caracterización Sector B de Pabellones HCUCH	14
7.2. Caracterización Paciente HCUCH.....	15
7.3. Caracterización personal interno Sector B de Pabellones.....	16

7.4.	Descripción de Proceso de Elaboración de la Tabla Operatoria	18
7.5.	Descripción Procesos Internos Sector B de Pabellones.....	22
7.6.	Descripción Proceso Intervención Quirúrgica.....	26
8.	Análisis de Datos	27
8.1.	Datos de la Programación	28
8.2.	Ejecución.....	30
8.3.	Post-Anestesia	34
9.	Diagnóstico Situación Actual	37
9.1.	Proceso Elaboración Tabla Operatoria.....	37
9.2.	Suspensión de Intervenciones Programadas	38
9.3.	Alto Valor de las Intervenciones	39
10.	Modelo de Simulación	41
10.1.	Descripción del Software de Simulación FlexSim HC	41
10.2.	Construcción del Modelo de Simulación	42
10.2.1.	Diseñar el Layout	42
10.2.2.	Determinación de los Tracks.....	43
10.2.3.	Conectar los Objetos	43
10.2.4.	Detallar los Objetos.....	43
10.2.5.	Correr el Modelo	44
10.2.6.	Recopilar Salidas de Resultados	44
10.3.	Modelamiento Proceso Intervención Quirúrgica.....	44
10.3.1.	Descripción del espacio físico.....	45
10.3.1.1.	Intermedio Quirúrgico	48
10.3.2.	Definición de los Tracks.....	53
10.3.3.	Proceso de Setup de quirófanos.....	56

10.3.4.	Ajuste de distribuciones de probabilidad.....	56
10.3.5.	Corridas de Simulación.....	62
10.3.6.	Validación de Modelo.....	63
11.	Resultados.....	64
11.1.	Escenario1	67
11.2.	Escenario 2	69
11.3.	Escenario 3	72
11.4.	Escenario 4	74
11.5.	Escenario 5	76
11.6.	Escenario 6	79
11.7.	Escenario 7	81
11.8.	Escenario 8	85
11.9.	Escenarios con Proceso de Pre-Anestesia	88
11.9.1.	Escenario 9.....	91
11.9.2.	Escenario 10.....	94
11.9.3.	Escenario 11	96
11.9.4.	Escenario 12.....	98
11.9.5.	Escenario 13.....	101
12.	Conclusiones.....	107
13.	Bibliografía y fuentes de información.....	113
14.	Anexos	115
14.1.	Anexo 1: Suspensiones Pabellones.....	115
14.2.	Anexo 2: Layout	116
14.3.	Anexo 3: Programación Secretarías Urología y Neurología.....	117

14.4.	Anexo 4: Distribución de la Programación en Función del Tiempo Esperado de Duración por Quirófano	119
14.5.	Anexo 5: Presupuestos Intervenciones	120
14.6.	Anexo 6: Ajuste Distribuciones de Probabilidad de Tiempos de Procesos	121
14.7.	Anexo 7: Tablas de Probabilidad de Números de Llegadas.....	144
14.8.	Anexo 8: Tablas de Probabilidad por Tipos de Tracks	146
14.9.	Anexo 9: Grupos de Tracks Según Escenarios.....	148
14.10.	Anexo 10: Distribuciones de Tiempos de Mantenimiento Quirófanos.....	149
14.11.	Anexo 11: Programación Semanal de Intervenciones para Escenario 6	150
14.12.	Anexo 12: Flexsim HC	151
14.13.	Anexo 13: Labels, Triggers y Variables	153
14.14.	Anexo 14: Proceso Global Cirugía.....	158

1. Introducción y Antecedentes Generales

Las organizaciones que se encuentran insertas en la competencia de mercado, son exigidas por la sociedad a estar en constante mejora, con el objetivo de tener la capacidad de prestar servicios que aporten valor al consumidor a bajo costo, de una manera ágil y versátil.

Para tener dicha capacidad, es necesario que las organizaciones revisen constantemente sus procesos productivos, para detectar la posibilidad de mejoras, la eliminación de procesos que no agreguen valor, o la implementación de nuevas etapas productivas que representen un ahorro de los recursos. También es importante, determinar la capacidad efectiva de producción, la que puede ser inferior o superior a la demanda del mercado.

Las instituciones de la salud, no se encuentran exentas de este proceso de constante mejora. Nuestro país ha visto la aparición, en los últimos años, de un número importante de centros clínicos y hospitalarios, así como el crecimiento explosivo de otros más antiguos. Esta situación, ha permitido a la población, contar con una gama más amplia de posibilidades, a la hora de decidir por una institución médica, aumentando de esta forma la competencia, y los niveles de exigencia entre estas mismas.

En los centros clínicos y hospitalarios, se prestan innumerables tipos de servicios a los pacientes, sin embargo hay uno que resalta por su nivel de importancia entre todos, tanto en términos de la salud y bienestar de los pacientes, así como por su aporte a las utilidades y costos de las instituciones; las intervenciones quirúrgicas.

Las intervenciones quirúrgicas, por su naturaleza de alta complejidad, son realizadas en unidades físicas especiales dentro de los centros clínicos u hospitalarios, llamadas pabellones quirúrgicos, lugares donde se reúnen las condiciones de esterilización, instrumental, equipos y personal necesarios, para someter a una persona a un proceso tan invasivo como lo es una intervención quirúrgica. Un pabellón quirúrgico, es un sector que a su vez está compuesto por uno o más quirófanos, que son las salas donde finalmente se realiza la intervención quirúrgica. Existe en la literatura, una gran cantidad de artículos orientados a la operación eficiente del recurso pabellón quirúrgico, abordando la problemática desde diferentes metodologías y aplicando todo tipo de herramientas. Sin embargo, todos concuerdan en que los pabellones representan entre un 50% y un 70% de las utilidades y costos de los centros que los utilizan.

Debido a lo relevante de la utilización de éste recurso, es que se ha desarrollado el proyecto FONDEF titulado “Herramientas para la Gestión de Pabellones Quirúrgicos y de sus Recursos Asociados”, que busca desarrollar y transferir herramientas provenientes del área de la ingeniería, al área de la salud, con el propósito de ayudar a la realización de una gestión más eficiente. Este proyecto FONDEF no es el primero en

su naturaleza, ya que anteriormente, la misma base de investigadores, desarrolló un proyecto de características similares, pero en las unidades de imagenología de los hospitales. Es así cómo se están gestando iniciativas, que tienen como propósito colaborar con el mejoramiento del sistema público de salud, y que en su camino, van desplazando la frontera del conocimiento, hacia lugares donde cada vez puedan ser más los colaboradores y las iniciativas que vayan en busca del desarrollo de modelos de gestión más robustos y eficientes. La nueva realidad a la que se ven enfrentados los hospitales públicos, donde se busca establecer el concepto de autogestión, los obliga a incorporar y acoger estas iniciativas que proporcionen una modernización de la administración, y un aumento en la utilización de los recursos.

2. Descripción del Proyecto y Justificación

El objeto de estudio de este trabajo será el Sector B de pabellones quirúrgicos del Hospital Clínico de la Universidad de Chile. Lugar donde se recopilará información relevante a los componentes y entidades asociados al Proceso de Intervención Quirúrgica. Sin embargo, se pretende que el estudio sea transversal a otros centros de salud, y finalmente sea un aporte para el proyecto FONDEF en que se encuentra inserto, y de esta forma, las sugerencias que de este trabajo se desprendan, se puedan aplicar con algún grado de ajuste en otras instituciones de salud.

A partir del conocimiento generado en el estudio, se procederá a definir un sistema que sea lo suficientemente representativo del proceso en cuestión, y luego, utilizando como herramienta principal la simulación, se recreará de manera lo más real posible, el proceso de intervención quirúrgica. A partir de ahí, se procederá a detectar mejoras al proceso, en términos de la cantidad de recursos asociados, o de los subprocesos que lo componen.

Vale la pena destacar, que el proceso de intervención quirúrgica mencionado, comprende la realización sólo de operaciones o intervenciones programadas, y no de urgencia. Por lo tanto, resulta de gran interés, estudiar el proceso a través del cual se programan a diario las intervenciones a realizar, e identificar los criterios utilizados, para de esta forma utilizar la simulación, con el objeto de analizar el efecto en el proceso productivo, de modificar algunos criterios de programación.

La programación diaria de las intervenciones se plasma en la Tabla Operatoria, que es un horario donde se especifica qué intervención se realizará en qué quirófano y en qué secuencia u orden. Por otra parte, las intervenciones quirúrgicas tienen asociado un tiempo de duración esperado. En este trabajo será motivo de estudio, evaluar el impacto que puede tener en el funcionamiento del sector de pabellones, utilizar distintos criterios de secuenciación de las intervenciones quirúrgicas en la programación, en función de sus tiempos esperados de duración.

El alto costo de operación de un pabellón quirúrgico, hace importante estudiar la capacidad instalada con la que se cuenta para satisfacer la demanda actual, ya que la mantención de recursos ociosos representa en este caso, una fuga importante de ingresos. Por otra parte, la respuesta de las instalaciones actuales, frente a un incremento en la demanda, también resulta como una situación interesante de estudiar, ya que puede representar una guía para la toma de futuras decisiones. Frente a todas estas inquietudes, la simulación se presenta como una herramienta muy útil, que sin la necesidad de intervenir el proceso actual, puede ayudar a formar una idea de los resultados que se obtendrían de aplicar ciertas modificaciones.

La realización de un proyecto que busque generar mejoras en el ámbito de la operación del recurso pabellón quirúrgico, se sustenta en la baja utilización de la capacidad instalada de quirófanos en las instituciones de la salud chilenas, que a nivel nacional alcanza un 52%, según el Departamento de Estadísticas e Información de Salud, del Ministerio de Salud, al 2007. Realidad que contrasta por ejemplo con el 68% de utilización de quirófanos en Estados Unidos, según McKesson Co. San Francisco, California, 2002.

Por otra parte, con la nueva Reforma de Salud establecida acorde a la Ley de Autoridad Sanitaria y Gestión¹, se crea el concepto de “hospitales autogestionados en red”. Con esto, se busca que las instituciones públicas de salud, sean objetos de una gestión descentralizada, que permita incrementar la eficiencia y calidad. En otras palabras, como objetivos específicos, se persigue la reducción de las listas de espera, mejorar la capacidad de respuesta y ofrecer un sistema de salud más igualitario, que garantice el derecho a la salud de todos los chilenos.

Finalmente, agregar que en este proyecto de memoria, se busca generar un instancia que por una parte, sirva como apoyo para la toma de decisiones del HCUCH, pero que además, utilizando esta última institución como laboratorio, genere conocimiento para ser un aporte en el desarrollo de herramientas cada vez más robustas, que permitan alcanzar modelos de gestión más eficientes en el ámbito de la salud.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Evaluar el impacto de diferentes reglas de secuenciación de intervenciones quirúrgicas en la Tabla Operatoria y proponer mejoras al Proceso de Intervención

¹ CHILE. Ministerio de Salud [30/01/2004]. Ley 19.937.

Quirúrgica utilizando el Hospital Clínico de la Universidad de Chile como objeto de estudio.

3.2. Objetivo Específicos

- Identificar un criterio óptimo de secuenciación de intervenciones quirúrgicas
- Evaluar el impacto, de establecer un proceso de Pre-Anestesia, previo a la intervención quirúrgica
- Identificar una capacidad instalada de quirófanos y camas de Intermedio Quirúrgico que maximicen la utilización del recurso pabellón.

4. Marco Conceptual

Los pabellones quirúrgicos son terreno fértil para los investigadores, así lo evidencian la gran cantidad de trabajos y artículos escritos en la dos últimas décadas al respecto. La programación lineal resulta ser un elemento recurrente entre éstos trabajos, específicamente aquellos que se refieren a la programación de las intervenciones quirúrgicas en el tiempo, y la asignación de los quirófanos a éstas. Por otra parte, la simulación también es una herramienta que es utilizada en una gran cantidad de artículos relacionados al tema de los pabellones, principalmente es utilizada para analizar el impacto en las unidades de intervenciones quirúrgicas de aumentos en la demanda, modificaciones en la infraestructura que afecte directamente la capacidad instalada, disminuciones en los equipos de profesionales trabajando en el área y distribución de las intervenciones a lo largo del día en función del tiempo esperado de duración de las mismas.

Sin embargo, en estos trabajos, parece dejarse fuera aspectos que son relevantes para el funcionamiento o adaptación de las herramientas desarrolladas a los sistemas reales. Por ejemplo, en muchos trabajos en que se utiliza Programación Lineal, para generar horarios de intervención, no se incorporan en el modelo restricciones de capacidad para realizar ciertos tipos de intervenciones, que provienen de la escasez de equipos e instrumental quirúrgico. Esto resulta primordial, ya que resulta difícil encontrar centros hospitalarios que cuenten con equipos como para realizar exactamente la misma intervención simultáneamente, en un número importante de quirófanos. Por otra parte, en los trabajos en los cuáles se utiliza la simulación como principal herramienta, no se incorpora en el análisis las unidades post operatorias que resultan ser primordiales en el análisis del funcionamiento de los quirófanos, ya que son áreas directamente relacionadas y conectadas.

De esta forma, en este trabajo, se utilizará como principal herramienta de trabajo la simulación, pero sin perder de vista, que lo que importa, es utilizar esta herramienta como un medio, para recrear la realidad, y que es el análisis de las modificaciones y escenarios que surjan de esa realidad, lo que importa en el desarrollo de este proyecto de memoria.

4.1. Simulación

La simulación es una técnica que permite recrear ciertos aspectos de la realidad con bastante similitud en un computador, con el objetivo de estudiar cómo funcionaría un determinado sistema, si es que este sistema no existe, o cómo reaccionaría frente a ciertos cambios, si es que el sistema estudiado existe y opera actualmente.

La gran utilidad de los modelos de simulación, radica en que la experimentación sobre sistemas reales resulta muy costosa, puede generar el colapso de los procesos, o simplemente resultar infactible. La simulación permite que una vez construido el modelo, sea posible realizar modificaciones fácilmente, con el objeto de probar cómo se comporta el sistema frente a un aumento o reducción de un recurso, o frente al aumento de la producción, así como el impacto que podría generar la eliminación y/o agregación de un sub-proceso al sistema.

Se entiende *sistema*, por un conjunto de entidades que interactúan entre sí, con el fin de obtener un objetivo o resultado final. Lo que se pretende estudiar, define en la práctica al sistema, es decir, dependiendo de los objetivos que se definan en la investigación, serán los componentes que se incorporen al sistema.

El *estado* de un sistema es definido por un conjunto de *variables de estado* que describen al sistema en un momento particular del tiempo, relativo al objeto del estudio.

Los sistemas pueden ser *discretos* o *continuos*, los sistemas discretos son aquellos en los que las variables de estado, cambian instantáneamente en puntos separados del tiempo, por ejemplo, un sistema de colas en un banco, donde los clientes ingresan, esperan, son atendidos y se retiran. Por otra parte, un sistema continuo, es aquél en el cual las variables de estado cambian de manera continua en el tiempo, como por ejemplo una simulación de un barco que navega, o una planta de tratamiento de aguas servidas.

Los modelos de simulación, pueden ser clasificados como *determinísticos* o *estocásticos*. Un modelo estocástico, no tiene ningún componente asociado a una distribución de probabilidad, esto quiere decir, que conocido el input que se entrega al sistema, se conoce inmediatamente el output que éste producirá. Un modelo probabilístico, por otra parte, sí incorpora componentes aleatorios, asociados a distribuciones de probabilidad, que durante la ejecución de la tarea, determinarán finalmente el output del sistema.

4.1.1. Pasos para realizar un modelo de simulación

4.1.1.1. Formular el Problema

En esta etapa se debe definir el objetivo de la simulación, entre otras cosas se debe especificar los resultados esperados del simulador, las variables de interés a estudiar, el tratamiento estadístico de los datos etc.

En este trabajo se define como problema las reglas de secuenciación, en función de los tiempos esperados de duración, según las cuales se programan las intervenciones quirúrgicas para ser realizadas en un día, y la disponibilidad de los recursos fundamentales para el flujo expedito de los pacientes a lo largo de todo el proceso de intervención quirúrgica, específicamente las camas de recuperación, en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile

4.1.1.2. Definición del Sistema

En esta etapa, se deben especificar los objetos y límites del sistema que son relevantes para el estudio que se desea realizar, así como las interacciones que estos elementos que se simularan tienen con su entorno.

En este caso, el sistema a simular estará compuesto por las unidades de proceso internas del Sector B de pabellones quirúrgicos del HCUCH, las que se consisten en 9 quirófanos y 7 camas de Post-Anestesia, además se incluyen 7 Auxiliares Generales, los que son responsables del traslado de los pacientes al interior del sector de pabellones y del aseo de los mismos.

4.1.1.3. Formulación del Modelo

En esta etapa se comienza a elaborar un modelo que incluya las entidades definidas en el paso anterior, y que se irá enriqueciendo como resultado de varias iteraciones.

4.1.1.4. Colección de Datos

Los datos necesarios para el estudio se definen en base a la formulación del problema y del modelo. Estos pueden ser provistos de registros históricos, recolectados personalmente en terreno, o proporcionados por un experto.

En este trabajo, los datos fueron obtenidos de los registros proporcionados por el Formulario de Insumos que debe ser completado para cada paciente intervenido, y de la Hoja de Enfermería utilizada para monitorear la evolución de los pacientes en la unidad de Post-Anestesia. Además se recurrirá al juicio experto.

4.1.1.5. Implementación del Leguaje de Simulación

El modelo es implementado utilizando algún lenguaje de programación computacional. En este caso, se utilizará el software de simulación FlexismHC, cuya programación orientada al objeto y su ambiente tridimensional resulta muy útil para la simulación.

4.1.1.6. Verificación

En esta etapa se revisa que no existan errores en la elaboración y funcionamiento del modelo. La ambientación tridimensional proporcionada por FlexsimHC, facilita esta tarea, ya que es posible observar de manera muy clara el flujo de las entidades a través del modelo.

4.1.1.7. Validación

El objetivo de esta etapa es verificar la veracidad del modelo desarrollado. Para ello es posible contrastar mediciones reales con resultados obtenidos por el modelo. En caso de no existir registros históricos debido a que por ejemplo el sistema real aún no se implementa, es posible recurrir al juicio experto.

4.1.1.8. Planteamiento de Escenarios

Se definen algunas características específicas del modelo que resultan interesantes de estudiar, además del tiempo de simulación y el número de corridas de simulación.

4.1.1.9. Experimentación

La simulación es efectuada en concordancia con el diseño previo, las estadísticas de interés son debidamente recolectadas y procesadas.

4.1.1.10. Análisis de Resultados

Se realizan análisis estadísticos, los que consisten principalmente en pruebas de hipótesis para confirmar la igualdad o no, en indicadores obtenidos según diferentes escenarios estudiados.

5. Metodología

La metodología que se piensa seguir consta de los siguientes pasos:

1. Levantamiento de la situación actual: en este paso se busca generar un conocimiento profundo de los procesos relacionados a la utilización de los pabellones. Por otra parte, también es importante en esta etapa, recopilar información sobre el proceso de elaboración de la Tabla Operatoria.
2. Análisis de datos: se recopilarán registros que permitan obtener información sobre la utilización del Sector B de Pabellones del HCUCH. Para analizar información referente a la programación diaria de intervenciones, es posible acceder a registros de la Tabla Operatoria que diariamente se elabora para programar las operaciones del día siguiente. Por otra parte, no todo lo que se

programa se hace, y no todo lo que se hace estaba programado para hacerse, por lo que se recurrirá a registros que permitan obtener información sobre las intervenciones realizadas diariamente en el Sector B de pabellones. Finalmente, y considerando que este proyecto tiene por uno de sus objetivos estudiar el impacto en los niveles de saturación en la unidad de Post-Anestesia, debido a distintos criterios de secuenciación de operaciones, se recopilará información que permita acceder a información sobre la utilización de esta última unidad. Luego, se procederá a analizar dicha información en busca indicadores de utilización, tiempos promedios, distribuciones de operaciones a lo largo del día, etc.

3. Construcción de un modelo de simulación: en base a la información recopilada en el levantamiento de procesos, y a las conclusiones obtenidas en el análisis de datos, se procederá a simular la situación actual a través del software de simulación FlexSimHC.
4. Experimentación: una vez que el modelo de simulación se ajuste a la realidad, se procederá a experimentar a través de la definición de escenarios que representen modificaciones del sistema actual. Más específicamente, se implementarán cambios en la cantidad de recursos disponibles, los niveles de producción alcanzados (entendiendo esto como pacientes por día), y la incorporación de nuevos subprocesos al sistema.
5. Análisis: una vez obtenidos los resultados de la simulación se procederá a analizar los resultados, en busca de las configuraciones de sistemas que arrojan los mejores resultados en términos de niveles de utilización y menores tiempos de espera.
6. Conclusiones y recomendaciones: finalmente, se procederá a elaborar conclusiones y recomendaciones, que por una parte apliquen al caso específico del HCUCH, pero también recomendaciones que puedan ser aplicables a cualquier centro asistencial.

Se escoge esta metodología, porque se considera que se ajusta de buena manera a los pasos para realizar una simulación propuestos por Law y Kelton en su "Simulation Modeling and Analysis", los que fueron expuestos en el apartado 4, Marco Conceptual.

6. Alcances

El alcance de este proyecto de memoria se define en función del contexto en el que se enmarca, teniendo en cuenta, que pertenece a la primera de cuatro etapas de un proyecto FONDEF. Así es como los alcances pueden ser resumidos en los siguientes puntos:

- El objeto de estudio de este trabajo son los pabellones del Sector B del Hospital Clínico de la Universidad de Chile.
- Dentro del alcance de este proyecto no se considera realizar implementación.
- El alcance de este proyecto contempla sólo el estudio del rendimiento del Sector B de Pabellones frente a distintos escenarios, y en base a lo observado la realización de propuestas, que puedan ser útiles en la elaboración de la Tabla Operatoria, no contempla la elaboración de un modelo que programe dicha tabla. Sin embargo, debido a que los procedimientos asociados al funcionamiento de los quirófanos, son básicamente los mismos en todos los centros de salud pública, se pretende que las conclusiones obtenidas, sean útiles en gran medida a un ambiente genérico de pabellones quirúrgicos, para así ser un aporte al proyecto FONDEF donde esta memoria se enmarca.

7. Levantamiento de procesos Sector B de Pabellones Quirúrgicos HCUCH

7.1. Caracterización Sector B de Pabellones HCUCH

El Sector B de Pabellones cuenta con un total de 12 salas operatorias o quirófanos, las que son nombradas o etiquetadas por número, desde las Sala N° 1, hasta la Sala N° 12. De éstas 12 salas, sólo 9 son constantemente usadas (Salas N° 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12), las otras salas (Salas N° 1, 2, y 4) no se utilizan porque carecen de equipos de anestesia.

En el Sector B de Pabellones sólo se realizan operaciones de los Servicios Clínicos de Cirugía, Urología, Neurocirugía y Cardiología. Estos servicios a su vez tienen un conjunto fijo asignado de salas quirúrgicas para todos los días, cuya distribución es como sigue:

- Servicio de Cirugía: este servicio tiene asignado de Lunes a Viernes 4 salas quirúrgicas por día, las que son las salas N° 6 (28.7m²), N° 7 (41.3m²), N°8 (41.0m²) y N°12 (19.6m²).
- Servicio de Urología: para este servicio se asigna 1 sala quirúrgica los días Lunes, Miércoles y Viernes, los días Martes y Jueves cuentan con una asignación de 2 salas. Las salas que corresponden a urología son las N° 10 (33.5m²) y la N° 11 (29.8m²). La sala que se le adjudica a este servicio los días en que sólo le corresponde 1 es la N° 10, en esos días, la sala N° 11 queda libre (una especie de comodín) para programar intervenciones de otras especialidades, cirugía principalmente también algunas de urología, es decir, durante esos días dicha sala se comparte entre esas dos especialidades.
- Servicio de Neurología: este servicio cuenta diariamente con 2 salas quirúrgicas, las N°3 (32.7m²) y 5 (48.6m²).
- Servicio de Cardiología: para este servicio se asigna 1 sala quirúrgica diaria, la N°9 (44.1m²).

En la referencia anterior de los quirófanos, se mencionan los metros cuadrados que cada uno tiene, debido a que esa es una característica importante que habilita algunos y a otros no para realizar cierto tipo de intervenciones, que requieren de equipos e instrumental de gran tamaño.

7.2. Caracterización Paciente HCUCH

En el HCUCH se distingue entre dos tipos de pacientes, los Institucionales y los Privados.

Los Pacientes Institucionales son los que concurren a solicitar asistencia médica directamente al policlínico del HCUCH, donde son atendidos por el médico de turno, quién les indica que deben ser operados, y que no necesariamente será el mismo médico que le realice la intervención quirúrgica al paciente. El equipo de anestesia que concurrirá a las intervenciones de este tipo de pacientes es designado por el Jefe del Departamento de Anestesia, quién designa dentro de sus médicos de staff qué equipos de anestesia asistirán a cuales operaciones. Durante la preparación previa a la intervención, y posteriormente en la recuperación de ésta, los pacientes Institucionales son hospitalizados en salas comunes, compartidas con otras personas. Finalmente, es importante destacar sobre este tipo de pacientes, que son clave para el HCUCH, ya que son parte de la formación de nuevos profesionales del

área de la medicina, al aceptar que a sus operaciones concurren jóvenes estudiantes en proceso de formación.

Por otra parte, los pacientes Privados, no necesariamente concurren al policlínico del HCUCH, sino que pueden haber sido atendidos por el médico que les indicó que debían ser operados en otro centro asistencial. En este caso, estos pacientes se dirigen directamente a la secretaría del servicio clínico que corresponda al médico que los atendió, para solicitar realizarse la operación en el HCUCH. Las operaciones de estos pacientes siempre se programan para ser realizadas por el médico que atendió e indicó al paciente que se debía realizar la operación. Además, estos pacientes son hospitalizados en salas individuales, y es el cirujano que realice la operación quién designe el anestesista con el cual se realizará la intervención.

7.3. Caracterización personal interno Sector B de Pabellones

Al interior del sector de pabellones, hay distintos equipos de personas responsables de realizar determinadas actividades que son cruciales para el funcionamiento del sector entero. Por otra parte, estas personas ocupan distintos cargos, a continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los cargos ocupados por el personal al interior de pabellones:

- Enfermero Coordinador de Pabellones: la descripción de este cargo se realizó anteriormente en la Descripción del Proceso General de Tabla.
- Enfermera Clínica: actualmente en el Sector B de Pabellones se cuenta con 3 enfermeras que ocupan este cargo. Cada una tiene bajo su responsabilidad 3 quirófanos. El deber de estas profesionales es supervisar que todos los procedimientos sean realizados de acuerdo a los estándares establecidos, poniendo principal atención en la preparación del quirófano para la intervención. Son de su directa responsabilidad los equipos de arsenaleras que se ubiquen en los pabellones que tienen a cargo, y por lo tanto, a ellas es a quiénes las enfermeras dirigen órdenes y supervisan.
- Auxiliares de Enfermería (Arsenaleras): son un grupo de personas altamente entrenadas para asistir a los cirujanos durante la intervención quirúrgica, en el caso del HCUCH sólo hay mujeres desempeñándose como tal. Es de responsabilidad de ellas, preparar el quirófano para cada intervención, si el pabellón fue anteriormente usado, ellas deben cooperar con la limpieza de éste,

y luego deben trasladar hacia él los insumos que serán utilizados durante la intervención. Al mismo tiempo, deben cubrir con ropa esterilizada la mesa quirúrgica y la mesa del instrumental, para luego ordenarlo detalladamente. Al ingresar los cirujanos al quirófano, las auxiliares de enfermería les ayudan a vestirse con ropa estéril, una vez que ellas ya se encuentran vestidas. Durante la intervención quirúrgica, una arsenalera se ubica en la mesa de instrumental y va facilitando los instrumentos al cirujano acorde éste los va solicitando, mientras otra arsenalera auxiliar, permanece en el quirófano, para asistir en cosas como reacomodar la luz, ir a buscar algún insumo extra que se necesite, etc. Por lo general se ubican equipos de 2 o 3 arsenaleras por quirófano, pero nunca una debe quedar sola, ya que la que queda de auxiliar es de vital importancia, debido a que es la única del equipo que puede manejar o mover elementos, ya que los demás integrantes se encuentran cubiertos por guantes y ropa estéril, y de tocar cualquier superficie no estéril, tendrían que cambiarse nuevamente de ropa, lo que obviamente demoraría la operación más de lo necesario. Finalmente es importante mencionar que las auxiliares de enfermería se agrupan según la especialidad médica en la que trabajan, es decir, hay 4 grandes grupos de auxiliares en el Sector B de pabellones, las de Cardiología, Neurología, Urología, y Cirugía.

- **Auxiliares Generales:** este grupo de trabajadores esta mucho menos capacitado técnicamente que las Auxiliares de Enfermería, ya que dentro de sus responsabilidades no se encuentra intervenir directamente en ningún momento durante la cirugía, por lo que nunca deben ocupar vestimenta estéril. Los auxiliares generales intervienen principalmente en todo el proceso previo a la operación, y en el traslado de los pacientes donde sea necesario trasladarlos. Una vez que una operación finaliza, un grupo de auxiliares generales debe trasladar al paciente desde la mesa quirúrgica a la cama en que se ingresó al paciente a pabellones, y luego se le traslada a Post-Anestesia o en su defecto a la UCI dependiendo de la instrucción que reciba por parte del médico. Al mismo tiempo, otro Auxiliar General, comienza a recoger la ropa que se utilizó, y a juntar la basura para retirarla. Cuando el pabellón se encuentra despejado, procede a trapear el suelo con desinfectante. Así como retiran al paciente del quirófano, también es responsabilidad de ellos trasladarlos hacia el quirófano antes de la operación, y acomodarlos en la mesa quirúrgica según la posición que el médico estime conveniente.
- **Anexos:** son trabajadores que se desempeñan en áreas auxiliares de pabellones, que no intervienen en el proceso de preparación de pabellón directamente, al igual que los auxiliares generales son personal escasamente capacitado.

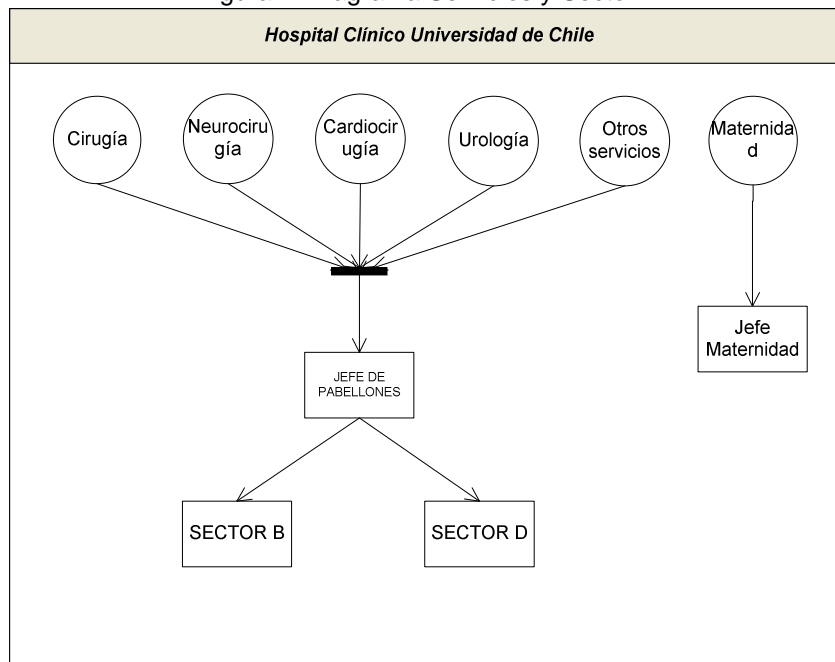
- **Técnicos de Anestesia:** personal altamente capacitado, cuya labor es asistir al anestesista durante la intervención quirúrgica. El equipo de anestesia se compone por el técnico y el anestesista, e interviene durante la operación principalmente al comienzo, y al final, pero de igual manera es de vital importancia que se monitoree el estado del paciente durante toda la intervención. Dentro de las responsabilidades de los Técnicos Anestesiólogos están, antes de comenzar una intervención, revisar que las máquinas monitoras de signos vitales estén funcionando adecuadamente, trasladar al quirófano todos los insumos necesarios para suministrar la anestesia dependiendo de la cirugía y del paciente, y finalmente preparar todos los insumos y las inyecciones. Una vez finalizada la operación y retirado el paciente del quirófano, es necesario limpiar con desinfectante las superficies de la máquina monitora de signos vitales, para luego comenzar con el mismo ciclo si es que hay que atender otra intervención.

7.4. Descripción de Proceso de Elaboración de la Tabla Operatoria

A continuación se describe el proceso de programación de la Tabla Operatoria para el Sector B de pabellones del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH), empezando con la generación de solicitud operatoria por parte del paciente.

En una primera instancia es importante que quede claro que la información que acá se expone corresponde sólo al Sector B de Pabellones de HCUCH, y no incluye referencias respecto del Sector D de Pabellones ni de los Pabellones de Maternidad. Para ilustrar la situación, se incluye el siguiente diagrama:

Figura 1: Diagrama Servicios y Sector B



Fuente: Elaboración Propia

En lo que sigue se presenta una descripción de cada uno de los pasos por lo que pasa cada operación en su etapa de programación desde que es solicitada hasta que el paciente se encuentra ya en los pabellones. Para ello se incluyó un diagrama que está al finalizar el listado:

(1)POLICLÍNICO HCUCH: en esta etapa, el paciente concurre al centro asistencial para solicitar consulta médica. El paciente es atendido por el médico de la especialidad o servicio clínico (urología, cardiología, etc.) que corresponde. Si el paciente desea ser atendido por un médico en especial, entonces es considerado como un paciente Privado, por el contrario, si el paciente acepta ser atendido por cualquiera de los profesionales que se encuentra disponible, entonces se le considera como paciente Institucional. Luego, si el médico estima necesario que el paciente debe ser operado, le entrega una solicitud de pabellón y le indica que se dirija a la secretaría del servicio clínico correspondiente para más indicaciones administrativas y para solicitar la intervención quirúrgica.

(1.1)PACIENTE PRIVADO: en el caso del paciente privado, puede ser atendido por el médico tratante tanto en el policlínico del HCUCH, como en la consulta particular del médico.

(2)SECRETARIO SERVICIO²: una vez que el paciente sabe que tiene que ser operado y el médico le entrega la solicitud de pabellón, concurre a la secretaría correspondiente al servicio clínico donde será intervenido (urología, cardiología, neurología y cirugía en el caso del Sector B). El secretario le da una serie de indicaciones administrativas y de trámites que el paciente debe realizar antes de agendar definitivamente su operación, entre otras cosas debe concurrir al departamento de Admisión para realizar un estudio de factibilidad económica y donde además puede solicitar un presupuesto aproximado de la intervención. Una vez que el paciente ha cumplido con todos los requerimientos administrativos y se ha realizado los exámenes correspondientes, el secretario del servicio procede a asignar un día en el cual el paciente se realizará la operación, preferentemente ese día corresponderá a una fecha de la próxima semana, ya que se busca realizar las operaciones lo más cercanas a la fecha actual para evitar que cambie el estado de salud del paciente en el intervalo de espera entre que la intervención se agenda y se realiza, por ejemplo evitar resfriados.

(2.1)NEUROLOGÍA: En el caso particular de Neurología, lo que el secretario de este servicio hace es juntar las fichas del paciente en una carpeta, la que se ingresa todos los días miércoles a un consejo de cirujanos con todas las fichas que se juntaron entre el miércoles de la semana pasada y el miércoles de la presente. Luego en este consejo se programa el día y la secuencia en que cada intervención se realizará la próxima semana.

(3)JEFE DE SERVICIO: todos los días el Jefe del Servicio revisa el listado de intervenciones que el secretario agendó para el día siguiente, por ejemplo, el día martes el Jefe de Cirugía revisa un listado de operaciones que deberían realizarse el día miércoles según lo agendado por el secretario durante el transcurso de la semana pasada. En base a este listado proporcionado por el secretario, el Jefe de Servicio define el orden (o la secuencia), y quirófano en el que se realizarán las operaciones del día siguiente (del miércoles en el ejemplo), con esto se constituye una Propuesta de Tabla Operatoria individual para cada servicio, que se le hace llegar el día antes de cada intervención al Jefe de Pabellones. Una vez que Jefe de Servicio, elabora la propuesta de programación, el secretario del servicio correspondiente procede a notificar a los pacientes la hora de su intervención. En el caso particular de Neurología, es el Consejo de Neurocirujanos, los que en base a la carpeta con las fichas de los pacientes a ser operados durante la próxima semana que juntó la secretaria del servicio, los que definen el día miércoles de cada semana, la Propuesta de Tabla Operatoria para toda la próxima semana de Lunes a Viernes, incluyendo en esta propuesta la secuencia y los quirófanos en que se realizarán las intervenciones. Por otra parte, es importante acotar que en esta instancia se programa en las primeras horas del día a los pacientes Institucionales, una vez que los primeros bloques horarios de la mañana ya han sido llenados con este tipo de pacientes, se procede a incluir en la propuesta a los pacientes Privados.

² Revisar Anexo 3: Proceso Programación Secretaría

(4)JEFE DE PABELLONES: el cirujano Jefe de Pabellones recibe todos los días a eso de las 14 horas las Propuestas de Tabla Operatoria que le hacen llegar los distintos servicios por separado para el día de mañana. Estas propuestas consisten básicamente en una secuencia de operaciones a realizar en cada sala quirúrgica, por ejemplo:

Tabla 1: Ejemplo Propuesta

UROLOGÍA	
Quirófano 10	Quirófano 11
Juan Perez	Ana Molina
Ureterolitotomía	Nefroscopía
Sara Tapia	Luis Gonzalez
Neferctomía	Prostactectomía

Fuente: Elaboración Propia

Luego el Jefe de Pabellones debe analizar en conjunto todas las propuestas que se le han hecho llegar desde cada servicio, y ver si efectivamente es posible aceptar las propuestas o si es necesario realizar cambios, debidos por ejemplo, a que según su experiencia, ciertas operaciones tienen una duración mucho más prolongada de los que se está suponiendo en la propuesta que a él se le hizo llegar, por lo que por ejemplo, si en una sala había propuestas 5 operaciones y en otra 3, y él estima que la quinta operación no se alcanzará a realizar en la primera sala, debe asignar esa operación como la cuarta de la segunda sala. Luego, lo que en esta instancia se hace es llenar espacios de una matriz donde en las columnas se ubican las salas quirúrgicas, y en las filas los bloques horarios, para un día de la semana determinado, constituyendo así la Tabla Operatoria y obteniendo algo del siguiente tipo:

Tabla 2: Ejemplo Tabla Operatoria

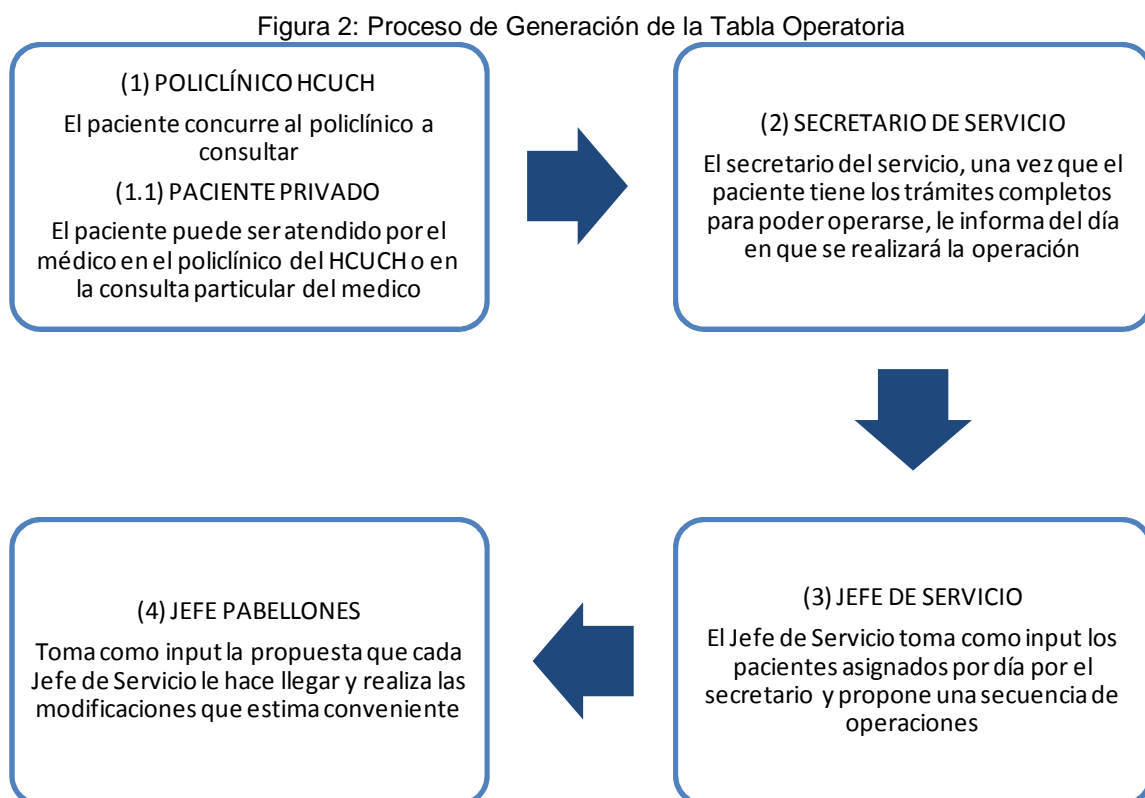
Sala N°3	Sala N°5	Sala N°6	Sala N°7	Sala N°8	Sala N°9	Sala N°10	Sala N°11	Sala N°12
Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención
Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención
Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención	
Nombre Paciente Intervención		Nombre Paciente Intervención		Nombre Paciente Intervención	Nombre Paciente Intervención		Nombre Paciente Intervención	
Nombre Paciente Intervención		Nombre Paciente Intervención			Nombre Paciente Intervención			
		Nombre Paciente Intervención			Nombre Paciente Intervención			
		Nombre Paciente Intervención						

Fuente: Elaboración propia

En esta matriz, se establece con certeza el tiempo de inicio de la primera operación del día para cada quirófano, las 8:00 hrs, sin embargo, el tiempo de inicio de las intervenciones a realizar después de la primera, es sólo un tiempo tentativo de

comienzo, ya que no se sabe con certeza el tiempo de duración que las primeras intervenciones puedan tener.

En el siguiente diagrama, se resume el Proceso de Generación de la Tabla Operatoria:



Fuente: Elaboración Propia

7.5. Descripción Procesos Internos Sector B de Pabellones

La mayoría de los procesos que se realizan en el sector de pabellones, se pueden identificar según el lugar donde tienen lugar, por esta razón se describirán las distintas unidades de trabajo que se encuentran al interior de pabellones, y en función de éstas, los procesos relacionados a su operación dentro del sector³.

³ Revisar Anexo 2: Layout

- a. Ropería: esta unidad se ubica en la entrada del personal al Sector B de pabellones, entendiendo por personal, toda aquella persona que necesita ingresar al sector y que no lo hace en calidad de paciente. En este lugar se proporciona a todo el que ingresa ropa limpia de cirugía, que consiste en un pantalón y una camisa verde. Cuando las personas se retiran del sector, lo hacen por este mismo lugar donde deben devolver la ropa que se les facilitó. Luego, es responsabilidad de esta unidad administrar las ropas de trabajo del personal, y preocuparse de organizarla e inventararla.

- b. Compuerta: se ubica en el sector por donde los pacientes hacen su ingreso al Sector B de pabellones. En esta unidad se solicita a personal de traslado externo al sector de pabellones que traiga a los pacientes que deben ser intervenidos próximamente de acuerdo a lo que indica la Tabla Operatoria, luego en este mismo lugar, se recibe a los pacientes que son trasladados desde los diferentes servicios para ser intervenidos y se verifican sus datos generales y observaciones hechas por el cirujano para la intervención, como si es que será necesario utilizar equipo de rayos, caso en el cual se deberá coordinar que se trasladen hasta el pabellón los equipos necesarios y también solicitar la presencia del Tecnólogo Médico, para que manipule el equipo de rayos. Se puede considerar esta unidad como una especie de centro neurálgico del sector, ya que aquí el Enfermero Coordinador debe tomar toda clase de decisiones de contingencia durante el transcurso de la jornada y de los escenarios que se le vayan presentando, por ejemplo debe decidir si cambiar una operación de quirófano, para lo cual debe contactar al equipo médico que realizará la intervención y preguntar si pueden realizarla antes, en otro quirófano. Por otra parte, al interior del Sector B de pabellones, hay un circuito de citófonos que se comunican con la compuerta, y a través de estos citófonos se solicita desde el pabellón, por ejemplo, la presencia de determinadas personas en la sala, luego el Auxiliar que se ubica en la Compuerta pide a la persona que concurra a cierto quirófano por medio del altavoz con el que cuentan.

- c. Área Limpia: sector en el cual se almacena todo el material esterilizado, reutilizable, preparado para las intervenciones. Se entiende por material reutilizable los paquetes de ropa o paños con que se cubren algunas superficies en el quirófano, como la mesa quirúrgica donde se acuesta al paciente, o la mesa de instrumental donde se ordena el instrumental que se utilizará durante la intervención. También se considera dentro de estas ropas los camisonos con que se cubren los integrantes del equipo quirúrgico que realizará la intervención, incluida al Auxiliar de Enfermería. Existen diferentes tipos de paquetes de ropa, se diferencian principalmente en las cantidades de ropas que contienen y las dimensiones de éstas, ya que para distintas operaciones pueden necesitarse distintos paquetes de ropa. Otro material reutilizable que se almacena en este sector, son los distintos tipos de cajas quirúrgicas que contienen el instrumental (pinzas, tijeras, instrumental metálico principalmente) para realizar las

operaciones, y que debe ser organizado cuidadosamente, para evitar confusiones que provoquen abrir una caja equivocada, y con esto perder su calidad de estéril. A cargo de esta unidad se encuentra un auxiliar general que además de organizar los inventarios de materiales, debe preocuparse de trasladar antes de cada intervención hasta los quirófanos, los paquetes de ropa, y las cajas de instrumental que se le soliciten.

- d. Botiquín: esta unidad se divide en 2 sub-botiquines, el botiquín general, y el de anestesia. En el botiquín general trabajan 2 funcionarios, los que deben organizar todos los insumos no reutilizables que se utilizan en una intervención, menos fármacos ni medicamentos. Antes de cada operación, las auxiliares de enfermería, deben concurrir hasta esta unidad para solicitar los insumos necesarios, luego, si durante la intervención el cirujano necesita algún insumo extra, la auxiliar debe volver al botiquín en busca de lo solicitado por el cirujano. Una vez finalizada la intervención quirúrgica, la arsenalera pega stickers con los códigos de barras correspondientes a todos los insumos que se solicitaron en el botiquín general en una hoja denominada Hoja de Consumo, y que se adjunta a la Hoja de Ingreso, que se completa para todo paciente que es intervenido, luego, estas hojas son entregadas en el botiquín general, y los funcionarios de esa unidad son responsables por digitar en el sistema de intranet con que cuenta el hospital, la información de la hoja de ingreso, y de ingresar por sistema de detección de códigos de barras todos los insumos que se consumieron en esa operación. Por otra parte, el botiquín de anestesia, almacena y proporciona insumos no reutilizables (menos fármacos ni medicamentos) al personal Técnicos de Anestesia, básicamente se sigue el mismo procedimiento que en el botiquín general, pero en ese caso no es necesario digitar información respecto de la Hoja de Ingreso. Al manejar estos botiquines un stock limitado de insumos, todos los días uno de los funcionarios de la unidad debe dirigirse a la bodega central desde donde se les reabastece lo que se consumió durante el día anterior, información a la cual tienen acceso desde la bodega, gracias a que al ingresar al sistema a través de los códigos de barras el consumo diario del botiquín, esa información se hace rápidamente accesible para el personal de bodega.
- e. Farmacia Anestesia: esta unidad se encuentra bajo la supervisión del Departamento de Anestesia, y se encarga de administrar todos los medicamentos y fármacos que se suministran al paciente durante su estadía en el sector de pabellones, ya sea durante la intervención quirúrgica, como durante su recuperación en la unidad de Post-Anestesia, si es que es necesario. Una vez que el paciente es retirado del quirófano, o de Post-Anestesia, el técnico anestesista correspondiente lleva a esta farmacia, recetas, donde se indica qué drogas se le suministraron a ese paciente, luego la encargada de esta unidad debe elaborar un inventario de medicamentos que se utilizaron en el día con el

objetivo de notificar a la Farmacia Central del hospital que debe reponer esa lista de medicamentos.

- f. Área de lavado y sellado: hasta este sector las Auxiliares de Enfermería trasladan el instrumental reutilizable después de cada intervención. En el área de lavado, hay 1 Auxiliar General el que se encarga de recibir el instrumental, si éste corresponde a una caja quirúrgica, el auxiliar procede a revisar según el tipo de caja que se trate, el contenido de ésta, según un inventario que se encuentra adjunto a cada caja, y que previamente, al finalizar la operación la Auxiliar de Enfermería debería haber revisado también, esta doble revisión del inventario de la caja se realiza por seguridad de los pacientes y así evitar que algún instrumento eventualmente se quede en el interior del cuerpo de la persona que fue operada, o que se halla botado a la basura. Una vez que se verifica que todo está en orden (en caso contrario se notifica a la Enfermera Clínica correspondiente), se procede a enjuagar el instrumental para remover cualquier tipo de restos que hayan quedado en su superficie, luego se ordena el contenido de la caja y se agrupa en un carro que en algún momento del día será trasladado por un Auxiliar General hasta el centro de esterilización, en el exterior de los pabellones. Una vez en la Unidad de Esterilización, las cajas son abiertas nuevamente, y son lavadas meticulosamente, para luego pasar al proceso de esterilización que corresponda, pudiendo ser óxido o autoclave. Si la caja que se recibe corresponde al tipo denominado como LAPARO, el proceder es distinto, en este caso, igual se realiza una revisión del contenido de la caja, pero el proceso de lavado es mucho más minucioso, y la Auxiliar de Enfermería que trajo la caja coopera en este lavado, el objetivo es preparar la caja para que una vez que se encuentre en la unidad de esterilización, pase directamente al proceso de esterilizado, sin necesidad de que en dicha unidad se vuelva a abrir y se lave adecuadamente, lo que sí se hace con el resto de las cajas. Esto ocurre debido a que estas cajas son altamente solicitadas, y su nivel de utilización o rotación es por lo general mayor al stock con que se cuenta, por lo que es común que una misma caja sea ocupada más de una vez al día y por lo tanto tenga que ir y volver de esterilización durante la misma jornada. Por otra parte, en el sector de sellado, se ubica otro auxiliar general el que se encarga de recibir aquél instrumental que no pertenece a una caja quirúrgica, por ejemplo, alguna pinza especial. Este instrumental individual es lavado, y luego sellado en paquetes plásticos herméticos especiales, en los cuales el instrumento puede ser ingresado a esterilización. Normalmente, este auxiliar recibe los instrumentos individuales durante el transcurso de la mañana, lo lava, luego lo empaqueta, y lo va apilando en un carro, el que luego es retirado por otro Auxiliar General, junto con el carro donde se apilaron las cajas quirúrgicas que debían ir a esterilización.
- g. Unidad de Cuidados Post-Anestésicos: hasta esta área del sector de pabellones son trasladados la gran mayoría de los pacientes una vez finalizadas sus intervenciones quirúrgicas. Los pacientes que luego de sus operaciones no

pasan por la Post-Anestesia, es debido a que su estado es extremadamente delicado, y por lo tanto requieren de una asistencia y monitoreo más complejo, que puede involucrar por ejemplo la utilización de respiradores artificiales, equipo con el que no se cuenta en la Unidad de Cuidados Post-Anestésicos al interior del sector de pabellones. Sin embargo, diariamente en la Post-Anestesia, se reciben diariamente un porcentaje importante de pacientes que fueron intervenidos, y es el monitoreo y asistencia, hasta lograr una recuperación satisfactoria del paciente, el objetivo de esta unidad. El personal que aquí se ubica consiste en 1 médico anestesista, 1 enfermera, y 2 técnicos anestesistas. El médico anestesista es el encargado de recibir a todos los pacientes que ingresan, de manos del médico anestesista que propinó la anestesia en su respectiva intervención quirúrgica, ya que así lo ordena el protocolo, al recibirlo, se le entregan los comentarios y observaciones relevantes, y de inmediato se comienza a completar una pauta de supervisión donde se anotan parámetros relacionados a los signos vitales del paciente, y las drogas que se le van suministrando, si es que es necesario. Por otra parte, las drogas que se aplican a cada paciente, también son registradas en distintas recetas médicas, dependiendo del tipo de droga que sea. Estas recetas luego son llevadas a la Farmacia de Anestesia al interior de pabellones, para solicitar su reposición. Respecto de la capacidad de esta unidad, tiene espacio para recibir siete camas de pacientes recuperándose. En esta unidad no se cuenta con camas propias, ya que el paciente es trasladado a lo largo de todo el proceso previo y posterior a su operación en la misma cama en la que cumple su hospitalización.

7.6. Descripción Proceso Intervención Quirúrgica

Hasta el momento se han descrito partes del proceso de intervención quirúrgica en función del personal que en él intervienen, o en función de la unidad donde se realizan actividades que son parte del conjunto que lo componen, pero no se ha especificado de manera conjunta el procedimiento por el que debe pasar el principal protagonista del proceso⁴, el paciente.

Cuando el Enfermero Coordinador, estima que un quirófano está próximo a ser desocupado, da la orden al Auxiliar General que se encuentra en la Compuerta, de que llame a la Unidad de Traslado del hospital, para solicitarles el traslado hasta los pabellones del paciente que a continuación debe ser intervenido en el quirófano que está por desocuparse. En caso de ser la primera intervención del día, el personal de traslado sabe que los pacientes tienen que estar a más tardar en el sector de pabellones a las 8 de la mañana. Luego, una vez que el paciente ingresa al sector de pabellones, en la compuerta se comprueban algunos antecedentes y una vez que todo está en orden, se ordena a un grupo de Auxiliares Generales, que

⁴ Ver Anexo 14: Proceso Global Cirugía

trasladen al paciente hasta el quirófano que corresponda. Los Auxiliares Generales, una vez que se encuentran con el paciente en la sala, lo trasladan de su cama a la mesa quirúrgica y luego retiran la cama del paciente y la dejan en el pasillo, fuera del quirófano. Cuando el paciente se encuentra en la mesa quirúrgica el equipo de anestesia comienza a prepararlo para la anestesia, la que se aplica una vez que el equipo quirúrgico lo autoriza, esto debido a que si se aplica la anestesia, y el equipo quirúrgico llega con mucho retraso, es posible que la anestesia se pierda. Luego el equipo quirúrgico ingresa a la sala, se visten con ropas estériles y comienzan a intervenir al paciente. Una vez finalizada la operación, el equipo quirúrgico se retira, y el equipo de anestesia comienza a reanimar al paciente, proceso que puede tomar varios minutos ya que se requiere que el paciente esté medianamente consciente y con un ritmo respiratorio determinado al ser retirado del quirófano. Mientras el equipo de anestesia supervisa la recuperación del paciente dentro del quirófano, el equipo de Auxiliares de Enfermería, o Arsenaleras comienzan a ordenar el instrumental que se utilizó, a retirar las ropas, a llenar algunos documentos pertinentes, e incluso a retirar de Botiquín insumos necesarios para la próxima intervención programada. Cuando el paciente está en condiciones de ser retirado del quirófano, un grupo de Auxiliares Generales los traslada de la mesa quirúrgica a su cama, y lo llevan hasta la Unidad de Post-Anestesia, siempre bajo la supervisión del médico anestesista (de ser necesario el paciente podría ser trasladado a la UCI). En la Post-Anestesia el paciente es transferido en responsabilidad al médico anestesista que se encuentra a cargo de dicha unidad, y comienza su proceso de recuperación. Si el paciente se recupera satisfactoriamente bajo ciertos parámetros técnicos, recibe el alta y es transferido a su habitación en el hospital, de lo contrario puede ser trasladado a la UCI, o incluso de nuevo a quirófano para ser intervenido de emergencia. Cuando el paciente está en condiciones de ser retirado, un equipo de Auxiliares Generales lo traslada hasta la compuerta, donde posteriormente es recogido por un equipo de Auxiliares de Traslado, externos a los pabellones. También puede ocurrir, que un paciente una vez finalizado su período de recuperación en Post-Anestesia, mantenga un estado delicado, por lo que requiera de cuidados especiales, en ese caso se le traslada a la Unidad de Intermedio Quirúrgico, que se encuentra contigua al sector de pabellones, y permanece ahí internado por varios días, hasta que su situación mejore.

8. Análisis de Datos

Se identificaron 3 aspectos relevantes sobre el proceso de Intervención quirúrgica, que debían ser analizados en detalle, y en lo posible de manera cuantificable, en función del estudio que en este proyecto se propone. Así fue como se procedió a recopilar registros que pudieran entregar información referente a la programación de intervenciones, a la ejecución de las mismas, y finalmente, al paso de los pacientes por la Unidad de Post-Anestesia.

8.1. Datos de la Programación

Como registro asociado a la programación, se identificó, como es de esperar, la Tabla Operatoria. A través de este instrumento, es posible recopilar información referente a las intervenciones que en algún momento se pretendió realizar, pero de las cuales finalmente no todas se llevaron a cabo. En ese sentido, al observar la Tabla Operatoria entre el 8 y el 30 de Junio, se desprende que de las 350 operaciones que fueron programadas durante ese período, 72 fueron suspendidas, lo que corresponde a un 20%, lo que se condice con lo planteado por el Informe de Suspensión de Tabla Quirúrgica, elaborado por la administración de pabellones para 2008. También de este estudio, se concluye que la mayoría de las suspensiones se deben a que el paciente no se presentó, o se enfermó en la víspera de su intervención⁵.

Al realizar la programación, que luego es plasmada en la Tabla Operatoria, se determina la hora de inicio de la primera operación del día de cada quirófano, luego, el Doctor Jefe de Pabellones, en base a su experiencia, asigna un tiempo estimado de duración a cada operación, y en base a dicha estimación va determinando las horas aproximadas de inicio de las siguientes intervenciones quirúrgicas del día.

A continuación, se presenta una tabla donde se expone el promedio diario de intervenciones programadas durante el período, por quirófano:

Tabla 3: Promedio Diario de Intervenciones Programadas por Quirófano

		QUIRÓFANOS								
		3	5	6	7	8	9	10	11	12
Promedio		2.56	1.56	2.25	2.5	2.5	1.81	3.31	2.85	2.4
Desv. Estándar		1.55	0.62	1.23	1.04	0.51	0.91	1.08	1.09	1.6

Fuente: Elaboración Propia

Como es posible observar, el promedio diario de programación por quirófano es bastante bajo. Los menores índices de programación se los adjudican los quirófanos 5 y 9, con un 1,56 y 1,81 respectivamente. Estos quirófanos están asignados a las especialidades de neurología (5) y cardiología (9), y están preparados para albergar intervenciones de alta complejidad.

Si se observa la programación promedio, pero esta vez, por pabellón y a lo largo del día, es posible observar que la distribución de las operaciones a lo largo del día es

⁵ Ver Anexo 1: Suspensiones Pabellones.

ubicando las que se estima tienen un mayor tiempo de duración en la mañana, y luego, para las que se estima un menor tiempo de duración, se ubican en la tarde. Dicho de otra manera, la secuenciación de las operaciones a lo largo del día es en orden decreciente, en función de su tiempo esperado de duración, como se observa en la siguiente figura:

Figura 3: Secuencia de Tiempos Esperados de Duración para Programación Quirófano 3

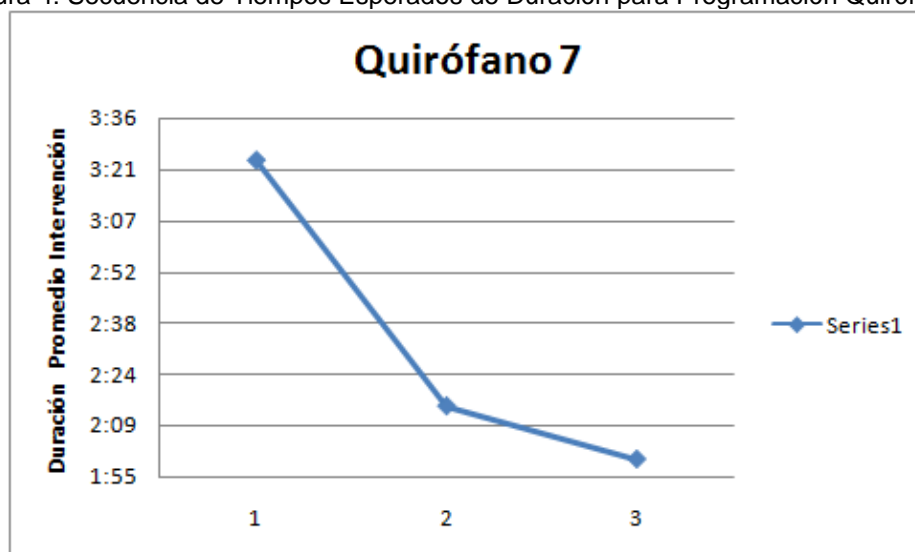


Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico anterior, se ubica en el eje X el orden de la operación durante el día, correspondiendo el número 1 a la primera, el 2 a la segunda, etc. por otra parte, en el eje vertical, se ubica el promedio de los tiempos estimados de duración de todas las operaciones que fueron primeras, segundas, etc.

A continuación se observa otro gráfico correspondiente a la programación del Quirófano 7, y donde se observa el mismo patrón en la distribución de las operaciones a lo largo del día:

Figura 4: Secuencia de Tiempos Esperados de Duración para Programación Quirófano 7



Fuente: Elaboración Propia

Al construir gráficos similares para los demás quirófanos del Sector B de Pabellones, es claro que la regla es realizar primero las operaciones que se estima tengan un mayor tiempo de duración⁶.

8.2. Ejecución

En la ejecución se hace referencia a aquellas operaciones que efectivamente se realizaron, más allá de si estaban o no programadas. El principal registro que puede entregar información en este sentido, es el Formulario de Ingreso, que debe ser completado por las Auxiliares de Enfermería para cada paciente que es intervenido quirúrgicamente. En este formulario, se incorporan datos personales del paciente, se incluye un detalle de todos los insumos que se consumieron en su operación, y se anotan las siguientes horas:

- Hora en que el paciente ingresa a quirófano
- Hora en que el equipo de anestesia comienza a preparar al paciente para la anestesia

⁶ Ver Anexo 4: Distribución de la Programación en Función del Tiempo Esperado de Duración por Quirófano

- Hora en que comienza la intervención quirúrgica
- Hora en que finaliza la intervención quirúrgica
- Hora en que finaliza la anestesia
- Hora en que el paciente es retirado del quirófano

La información recopilada de los Formularios de Ingreso se puede dividir en 2 períodos, primero se recopiló información para todos los días hábiles del mes de mayo del presente año, y luego se recopiló información, desde el 8 de junio, hasta el 30 del mismo mes, de este año. El segundo período, para el cual se recopiló información, obedece al deseo de querer contrastar la ejecución, lo que efectivamente se realizó, contra la programación.

Como se comentó anteriormente, durante el período del 8 al 30 de junio del 2009, se programaron 350 operaciones, de las cuales 72 fueron suspendidas por diferentes razones, pero además, 49 fueron realizadas fuera de programación. Por lo tanto, la cifra total de intervenciones quirúrgicas realizadas durante el período contrastado, es de 327 intervenciones.

A continuación se muestra una tabla donde se expone el Promedio Diario de Intervenciones por Quirófano:

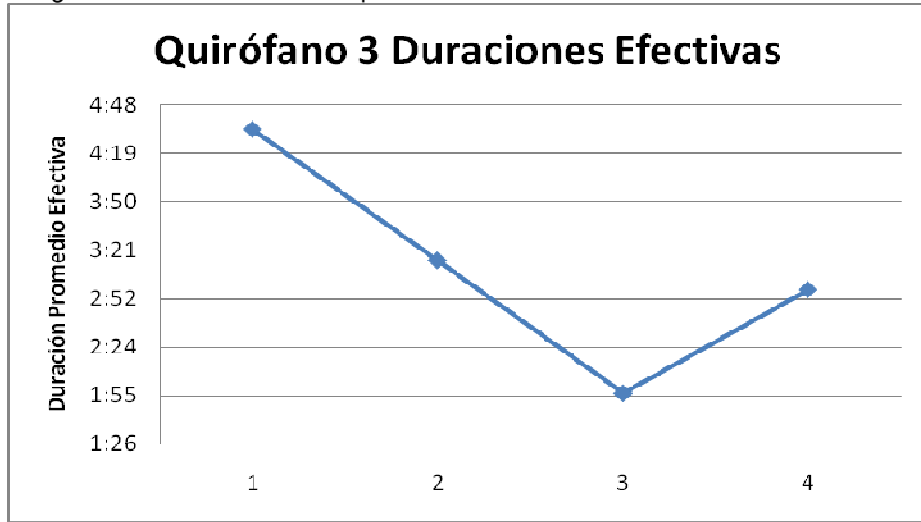
Tabla 4: Promedio Diario de Intervenciones Realizadas por Quirófano

QUIRÓFANOS										
	3	5	6	7	8	9	10	11	12	
Promedio	2.36	1.69	2.08	2.75	2.31	1.88	2.75	2.85	2.6	
Desv. Estándar	1.28	0.7	0.76	1.29	0.79	1.02	0.93	0.96	0.9	

Fuente: Elaboración Propia

Si se observa la ejecución por pabellón a lo largo del día, es posible concluir que la estimación que se realizó a la hora de programar las operaciones, se condice con la ejecución en términos de ubicar las intervenciones con mayores tiempos de duración primero en la mañana y luego aquellas más cortas. A continuación se muestra un gráfico que ilustra dicha situación para el Quirófano 3:

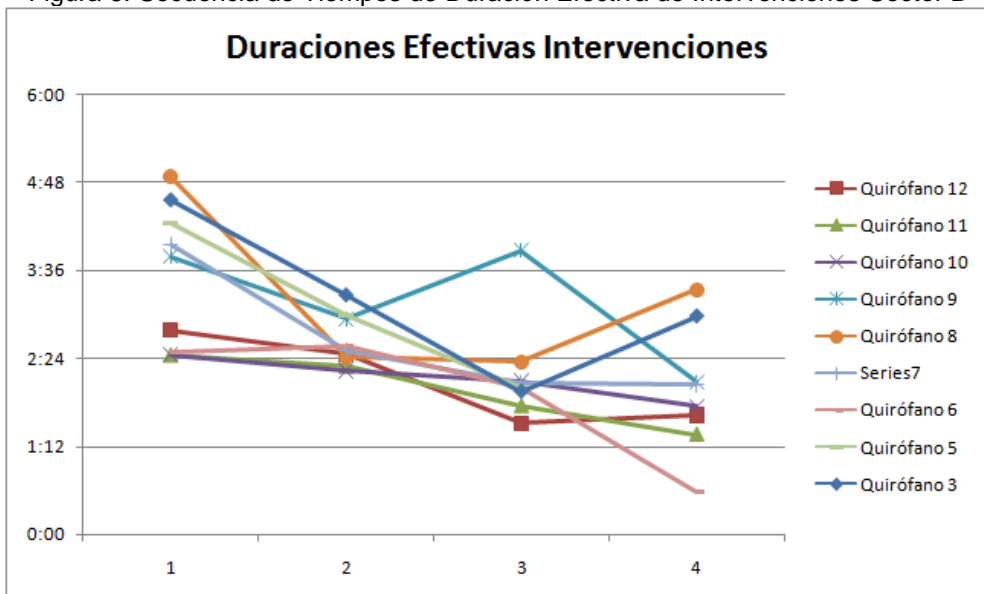
Figura 5: Secuencia de Tiempos de Duración de Intervenciones Quirófano 3



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico anterior, se ubica en el eje horizontal, la secuencia de las operaciones durante el día, siendo el 1 la primera del día, el 2 la segunda, y así sucesivamente. Por otra parte, en el eje vertical, se encuentra la duración promedio que tuvieron todas las primeras intervenciones, las segundas intervenciones, etc. que se realizaron durante el período para el cual se recolectó la información. Claramente, en promedio, durante la ejecución se realizan primero las operaciones más largas, como es posible observar en el siguiente gráfico conjunto para todos los quirófanos del Sector B:

Figura 6: Secuencia de Tiempos de Duración Efectiva de Intervenciones Sector B



Fuente: Elaboración Propia

La información expuesta anteriormente corresponde al período desde el 8 de junio hasta el 30 del mismo mes de 2009, se decidió analizar dicho período, debido a que se correspondía a una intersección de la información que se tenía tanto para la programación de la Tabla Operatoria, como para el registro del Formulario de Ingreso, sin embargo, también se cuenta con información proporcionada por los Formularios de Ingreso correspondiente a los pacientes del mes de mayo. Al incluir la información de mayo es posible formarse una idea de los niveles de utilización de los quirófanos, así como de la distribución de las operaciones durante la semana.

En el cuadro siguiente, se muestra el promedio total de operaciones realizadas por día de la semana:

Tabla 4: Promedio Total de Operaciones Realizadas por Día de la Semana

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
20.7	23.1	21.7	20.2	17.8

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior, es posible observar que las operaciones se distribuyen bastante homogéneamente durante la semana, salvo el día viernes donde se observa una pequeña disminución en comparación a los demás días. Estos cálculos son coherentes con los que se habían observado anteriormente sobre el número promedio de intervenciones realizadas por quirófano, ya que en dichos datos se observaba que en promedio se realizan alrededor de 2 operaciones por quirófano diarias, al observar la distribución de las operaciones en la semana, se concluye que en promedio se realizan alrededor de 20 operaciones diarias, considerando 9 quirófanos, se obtiene un promedio diario de operaciones por quirófano levemente superior a 2.

Otro factor relevante, respecto del uso de los quirófanos, es el tiempo de ocupación de éstos, es decir, el tiempo en que los quirófanos permanecen ocupados por un paciente, ya sea en proceso de anestesia, durante la intervención, como el período de recuperación justo después de la operación durante el cual el paciente es estabilizado y preparado para ser llevado a la Post-Anestesia, o en su defecto a la UCI. A continuación se expone una tabla donde es posible observar los porcentajes de utilización de cada uno de los pabellones del Sector B de Pabellones, durante el período para el cual se recopiló información de los Formularios de Ingreso, (mayo del 2009, 8-30 de junio de 2009).

Tabla 5: Porcentaje de Utilización por Quirófano Sector B

Quirófano	3	5	6	7	8	9	10	11	12
% Ocupación	56%	55%	43%	63%	67%	56%	55%	56%	43%

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular los porcentajes de utilización expuestos en la tabla anterior, se calculó el total de horas de utilización de cada quirófano, para cada semana de la que se reunió la información, y luego se procedió a dividir las horas de utilización semanal, por las horas de disponibilidad semanal, estas últimas corresponden a la multiplicación de los días hábiles con que contó la semana en cuestión y el número de horas establecido para el funcionamiento de los quirófanos, que en este caso es de 12 horas. Luego, en base a esas utilidades semanales, se calculó un promedio de utilización que es el que se muestra en la tabla. De los datos desplegados en la tabla, resalta el bajo índice de utilización de los quirófanos 6 y 12, correspondientes a la especialidad de cirugía y que contrasta con los índices de utilización de los quirófanos 5 y 9, para los cuáles se había observado anteriormente un bajo promedio de realización de intervenciones diarias. Esta situación podría explicarse por la naturaleza de las intervenciones que usualmente se realizan en el pabellón 5 y 9, que corresponden a operaciones de alta complejidad y que por lo tanto, tienen en la mayoría de las oportunidades, una duración más prolongada que las intervenciones que se realizan con mayor frecuencia en los otros quirófanos, teniendo un promedio de duración de 4,13 y 4,48 horas respectivamente. Finalmente, al calcular el promedio total de utilización de los quirófanos del Sector B de Pabellones, se obtiene un 55%.

8.3. Post-Anestesia

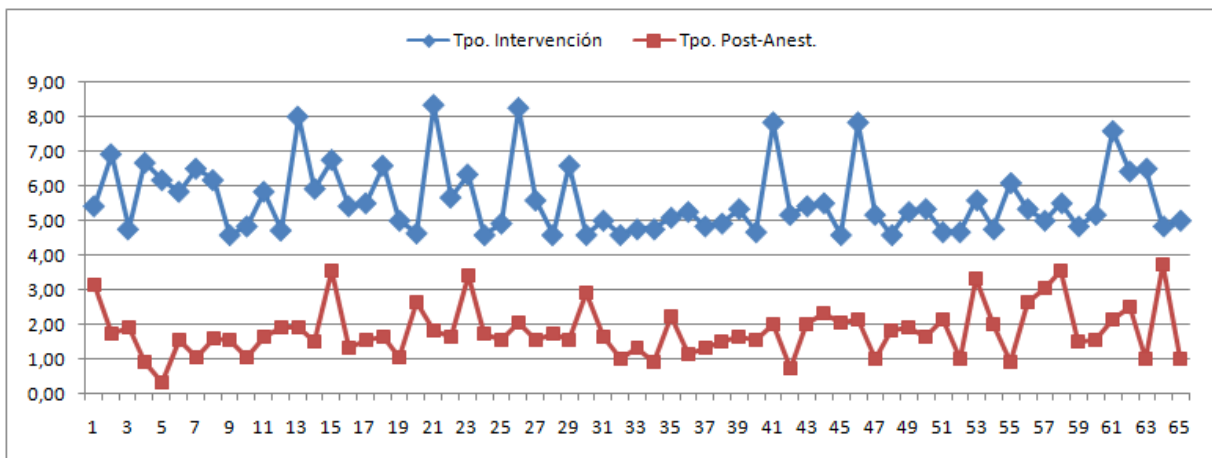
Para reunir información referente al paso de los pacientes por esta unidad se recurrió a la Hoja de Enfermería, que se completa para cada paciente que ingresa a Post-Anestesia, y donde entre otras cosas se registra la hora de ingreso y hora de salida del paciente.

A esta unidad ingresan todos los pacientes que son intervenidos quirúrgicamente, salvo aquellos que necesiten asistencia de un respirador mecánico. Al comparar la información sobre los pacientes intervenidos quirúrgicamente desde el Formulario de Ingreso, con los pacientes que luego pasaron a Post-Anestesia, es posible notar que un 68% de las operaciones realizadas en el Quirófano 9, los pacientes no son enviados a Post-Anestesia, mientras que para el Quirófano 5 la cifra de pacientes que no ingresan a Post-Anestesia asciende a un 28%, estos quirófanos pertenecen a los servicios de Cardiología y Neurología, respectivamente, y en ellos se realizan operaciones de alta complejidad, razón por la cual, muchos de los pacientes que allí son intervenidos salen directamente a la UCI.

El tiempo de permanencia de los pacientes que ingresan a Post-Anestesia, en esa unidad, resulta una variable importante para la operación de los pabellones, debido a que una saturación del cupo de camas disponible en la unidad, podría eventualmente transformarse en un cuello de botella, que provocaría que un paciente tenga que iniciar su recuperación post-operatoria dentro del pabellón,

impidiendo así el rápido inicio de la operación que estaba programada a continuación. Pero el tiempo que toma a un paciente recuperarse en la Post-Anestesia es una variable impredecible exactamente, según lo conversado con el médico anestesista Sr. Sebastián Cintolessi, este tiempo depende de muchos factores, como la edad de la persona, su sexo, su estado de salud previo, la complejidad y el tiempo de la operación a la que fue sometido, el tipo de anestesia, entre muchos otros más. Sin embargo, si consideramos el tiempo de duración de la intervención, con el tiempo que demora su recuperación post-operatoria, es posible encontrar ciertos patrones, como se observa a continuación:

Figura 7: Serie de Tiempos de Intervención y Tiempo de Recuperación en Post-Anestesia



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico anterior, se hace un contraste de los tiempos de duración de intervención, con los tiempos de permanencia del paciente en la unidad de Post-Anestesia, para 65 pacientes, cuyas intervenciones tuvieron una duración superior a 4 horas y media. Como es posible observar, existe cierta correlación entre estos valores. Al segmentar, todos los registros en función de sus tiempos de operación, se observa lo siguiente:

Figura 8: Tiempo Promedio de Recuperación por Segmento

Segmento	Tiempo Promedio en Post-Anestesia
Tiempo intervención \leq 1,5 hrs.	1,35 hrs.
1,5 hrs. < Tiempo intervención \leq 3 hrs.	1,55 hrs.
3 hrs. < Tiempo intervención \leq 4,5 hrs.	1,74 hrs.
4,5 hrs. < Tiempo intervención	1,8 hrs.

Fuente: Elaboración Propia

Claramente, para aquellos segmentos donde se agrupan mayores tiempos de duración de intervención, se obtienen mayores tiempos de permanencia en la unidad de Post-Anestesia.

Para ser más rigurosos se recurrió a evaluar una regresión, donde la variable dependiente fuera el tiempo de permanencia en Post-Anestesia, y el regresor fuera el tiempo de duración de la intervención, para todos los pacientes para los cuales se cuenta con éstos dos registros. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 9: Regresión Tiempo Recuperación v/s Tiempo Intervención

Dependent Variable: POST_ANEST
 Method: Least Squares
 Date: 08/18/09 Time: 16:31
 Sample: 1 525
 Included observations: 525

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.044505	0.144465	14.15225	0.0000
TPO_INTERV	0.418126	0.082613	5.061269	0.0000
R-squared	0.046693	Mean dependent var		2.703206
Adjusted R-squared	0.044870	S.D. dependent var		1.470187
S.E. of regression	1.436825	Akaike info criterion		3.566550
Sum squared resid	1079.715	Schwarz criterion		3.582792
Log likelihood	-934.2195	Hannan-Quinn criter.		3.572910
F-statistic	25.61644	Durbin-Watson stat		0.304222
Prob(F-statistic)	0.000001			

Fuente: Elaboración Propia

Como puede observarse del análisis estadístico realizado sobre el modelo, el P-valor correspondiente al regresor TPO_INTERV (tiempo intervención) es cero, luego, se rechaza la hipótesis nula de que el coeficiente para dicho regresor sea cero, y por lo tanto es estadísticamente significativo. El P-valor del estadístico F aplicado sobre el modelo global, también es muy pequeño, por lo tanto se dice que el modelo global es de igual manera estadísticamente significativo. Luego, al realizar un test de correlación sobre estas dos series de datos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6: Correlación entre Tiempo Recuperación y Tiempo Intervención

	POST_ANEST	TPO_INTERV
POST_ANEST	1.000000	0.216085
TPO_INTERV	0.216085	1.000000

Fuente: Elaboración Propia

Del test de correlación se desprende que ésta existe, es positiva, y estadísticamente significativa. Luego, en base a los análisis realizados a ambas series, es posible concluir que el tiempo de duración de la intervención, puede ser utilizado como una primera aproximación para estimar o por lo menos asociarlo con el tiempo de permanencia de los pacientes en la unidad de Post-Anestesia.

9. Diagnóstico Situación Actual

Luego de tomar en consideración la información recolectada, lo que resulta más preocupante respecto de la situación actual, es la baja utilización de los quirófanos. Se cree que el motivo de la baja utilización del recurso quirófono puede explicarse debido a 3 variables que actualmente afectan de manera negativa al HCUCH en ese sentido. Vale la pena destacar, que en este trabajo de memoria, no se busca generar un impacto en estas 3 variables que se mencionan a continuación, de manera que el número de pacientes diarios aumenten, sino que lo que se busca, es estudiar frente a un aumento en el número de pacientes, que escenarios o condiciones proporcionarían una mejor respuesta en términos de rendimiento ante esta alza de la demanda. A continuación se explica cada una de estas variables de forma separada.

9.1. Proceso Elaboración Tabla Operatoria

Primero, como se explicó anteriormente, en el capítulo de levantamiento de procesos, cada servicio o especialidad, programa sus intervenciones de manera individual, teniendo en consideración que cuenta con un determinado número de quirófanos, los cuales puede utilizar para realizar sus operaciones programadas. Pero por otra parte, no considera en este proceso, la programación elaborada por los otros servicios que realizan operaciones en el mismo Sector B de pabellones, aún cuando es posible saber con varios días de anterioridad, por lo menos 3 o 4, cuál es el número definitivo de intervenciones que realizará cada servicio. Segundo, como la programación realizada por cada servicio, se hace llegar el día antes de su ejecución al Doctor Jefe de Pabellones, quién debe reunir las programaciones elaboradas por los diferentes servicios y evaluar la factibilidad de concretarlas en la Tabla Operatoria, que finalmente constituirá la programación definitiva para ese día, no es posible detectar hasta el día anterior en la tarde una baja utilización de los

quirófanos para el día siguiente. Por ejemplo, recién el día martes en la tarde, el Jefe de Pabellones, luego de procesar las programaciones de los distintos servicios, puede percatarse que para el miércoles hay programadas muy pocas intervenciones. En la literatura consultada sobre programación de pabellones, a este sistema utilizado por el HCUCH para agendar intervenciones quirúrgicas, se le conoce como “Sistema Off-line”, ya que los distintos agentes encargados de programar las operaciones, no tienen acceso simultáneo a la información de los otros agentes encargados de realizar la misma tarea, en este caso, los secretarios de los otros servicios con los cuales se comparte el Sector B de pabellones.

Estas dos situaciones que se describen como problemáticas, tienen como consecuencia, que un día con muy poca utilización de los quirófanos sea detectado muy tardíamente, y no quede opción de hacer algo al respecto.

Si existiese una instancia, mediante la cual un servicio pudiera acceder en algún instante del tiempo, con anterioridad, a la programación definitiva de los demás servicios, sería posible que se programaran intervenciones en quirófanos asignados a otro servicio, después de las intervenciones programadas por el servicio que tiene asignado el quirófano en primera instancia. Por ejemplo, si el secretario de urología nota el día lunes, que no tiene más capacidad para realizar intervenciones el día viernes, pero al revisar la programación de los otros servicios se percata que en el quirófano 9, que corresponde a la especialidad de cardiología, hay programada sólo 1 intervención de dicha especialidad en la mañana, podría generar una solicitud, para utilizar de manera complementaria dicho quirófano para realizar una intervención extra en la tarde.

La capacidad de acceder a las programaciones de los demás servicios, y eventualmente poder programar intervenciones en quirófanos ajenos, favorecería principalmente un incremento de las intervenciones de los servicios de urología y cirugía, que programan sus intervenciones de manera más próxima, y que no requieren tanta preparación previa del paciente, como es el caso de neurología y cardiología.

Por último, si el Jefe de Pabellones, contara con una estadística actualizada, sobre los tiempos por tipo de intervención, por cirujano, su estimación de los tiempos de duración de las operaciones, y la asignación de las horas de comienzo de las mismas serían mucho más exactas, lo que permitiría contar con mayor información a la hora de decidir si incluir o no otra operación en la programación.

9.2. Suspensión de Intervenciones Programadas

Durante el período para el cual se recopiló información, se registro un 20% de suspensiones de las intervenciones quirúrgicas programadas. Si bien no fue posible acceder al motivo de esas suspensiones, sí fue posible acceder a un Informe de

Suspensiones de Intervenciones Quirúrgicas⁷ para el primer semestre del año 2008, elaborado por la administración del Sector B de pabellones.

El Informe de Suspensiones indica que un 55% de las suspensiones registradas durante el período respectivo, corresponden a un problema de gestión del paciente, principalmente que se enfermó, o que simplemente no se presentó el día de la operación.

De los datos recopilados para este trabajo, se observa que alrededor de un 44% y un 28% de las intervenciones realizadas en el Sector B de pabellones, corresponden a las especialidades de cirugía y urología, respectivamente. Al estudiar el proceso de Elaboración de Tabla Operatoria, es posible percatarse que justamente estos 2 servicios esperan hasta el día anterior a la intervención de cada paciente, para confirmar el horario sugerido en que la operación se llevará a cabo, aún cuando saben hace varios días que tal intervención está programada para realizarse un determinado día. Por el contrario, los servicios de cardiología y neurología, programan sus intervenciones definiendo la fecha y horario sugerido al mismo tiempo, con mayor anterioridad que simplemente el día anterior a realizarlas.

Esta situación, de avisar al paciente con tan poca anterioridad, el horario programado de su intervención, teniendo en consideración, que si la operación se programa para las 8 de la mañana, entonces el paciente debe hospitalizarse la noche anterior, puede estar muy relacionada con el alto número de no presentaciones de los pacientes, ya que algunas veces estos no pueden ser ubicados para notificarles por teléfono el horario de su intervención, u otras veces se les deja el recado en sus casas con algún familiar, sin tener la completa certeza de que finalmente el paciente es notificado de manera correcta la hora a la que debe presentarse, y la forma en que debe hacerlo, por ejemplo en ayunas. Otra consecuencia negativa de una notificación tardía, es que cuando el paciente está enfermo, por ejemplo se resfrió, su intervención debe ser suspendida, no quedando siempre tiempo de reprogramar otra operación en su lugar.

Se cree, por lo tanto, que una notificación anticipada, al paciente de su horario a ser intervenido, tendría una repercusión positiva en la disminución de suspensiones por motivos atribuibles al paciente. Y por otra parte, el verificar con cierta anterioridad el estado de salud del paciente, y asegurarse que está al tanto de las condiciones bajo las cuales debe presentarse el día de su operación, también podría traducirse en una disminución de las suspensiones.

9.3. Alto Valor de las Intervenciones

⁷ Ver Anexo 3: Suspensiones Pabellones

La oferta de centros clínicos en el país ha crecido de manera importante en los últimos años. Por lo tanto, la competencia por captar pacientes se ha vuelto muy intensa, ya que al ser los centros clínicos organizaciones autosustentables, su permanencia en el mercado depende por una parte de la obtención de una masa crítica de clientes o pacientes que les permitan generar ventas suficientes, y por otra parte de una eficiente utilización de los recursos, que les permitan generar márgenes positivos por los servicios prestados.

Al conversar con personal con muchos años de experiencia en el HCUCH, se recibió reiteradamente el comentario que contrasta el crecimiento de la Clínica Dávila, ubicada a pocas cuadras del HCUCH, con la situación estacionaria en la que se encuentra este último centro clínico. Por esta razón, se procedió a realizar algunas consultas sobre los valores asociados a intervenciones del mismo tipo en dichos recintos⁸. Los valores se exponen en el siguiente cuadro:

Tabla 7: Valores de Intervención

	Derecho Pabellón(\$)	Habitación Individual(\$)	Total Estimado(\$)
HCUCH	872.800	189.100	1.641.412
Clínica Dávila	815.870	153.015	1.531.513

Fuente: Elaboración Propia

Claramente existe una diferencia importante en términos de los costos para el paciente, asociados a realizarse una intervención en un centro o en el otro. De los valores expuestos en el cuadro anterior, es posible percatarse que la cifra de Total Estimado no corresponde a la suma de las cifras de los otros casilleros para cada establecimiento. Esto debido a que en el Total estimado, se incluye además otros costos como los insumos y los fármacos que serán necesarios utilizar, pero en el caso de estos presupuestos, esos montos son estimados en base a un promedio histórico que se maneja por tipo de intervención. Sin embargo, los montos asociados a Derecho de Pabellón, y Habitación Individual, son fijos y determinísticos.

Si a la diferencia monetaria que existe entre realizarse una operación en un centro por sobre el otro, se agrega, el hecho de que la Clínica Dávila ofrece una mejor hotelería a sus hospitalizados, debido al explosivo desarrollo en términos de su infraestructura alcanzado en los últimos años, el cual le ha permitido ofrecer instalaciones más nuevas y acogedoras, entonces estos factores podrían

⁸ Ver Anexo 5: Presupuestos Intervenciones

explicar también, una disminución en el número de intervenciones realizadas en el HCUCH.

10. Modelo de Simulación

En lo que sigue de este trabajo, se construirá un modelo de simulación del Proceso de Intervención Quirúrgica, pero asociado al paciente, es decir, se simulará el flujo de los pacientes por el Sector B de pabellones. El modelo será construido en base a la información recopilada hasta el momento, de donde es posible obtener distribuciones de probabilidad de tiempos de atención, número de intervenciones programadas por día, entre otros.

A través del modelo de simulación, se buscará evaluar el impacto que pueden tener principalmente en el funcionamiento de la Unidad de Post-Anestesia, y la Unidad de Intermedio Quirúrgico, distintos esquemas de secuenciación de intervenciones quirúrgicas en la programación, en función de sus tiempos esperados de duración.

Por otra parte, el actual nivel de ocupación de los quirófanos, debido en parte a los factores expuestos anteriormente, proporciona una valiosa oportunidad de estudiar la respuesta que éstos podrían tener frente a escenarios de mayor demanda, y al mismo tiempo, cómo los diferentes esquemas de programación de las intervenciones, se comportan ante mayores niveles de exigencia en términos del número de pacientes que deben acoger.

10.1. Descripción del Software de Simulación FlexSim HC

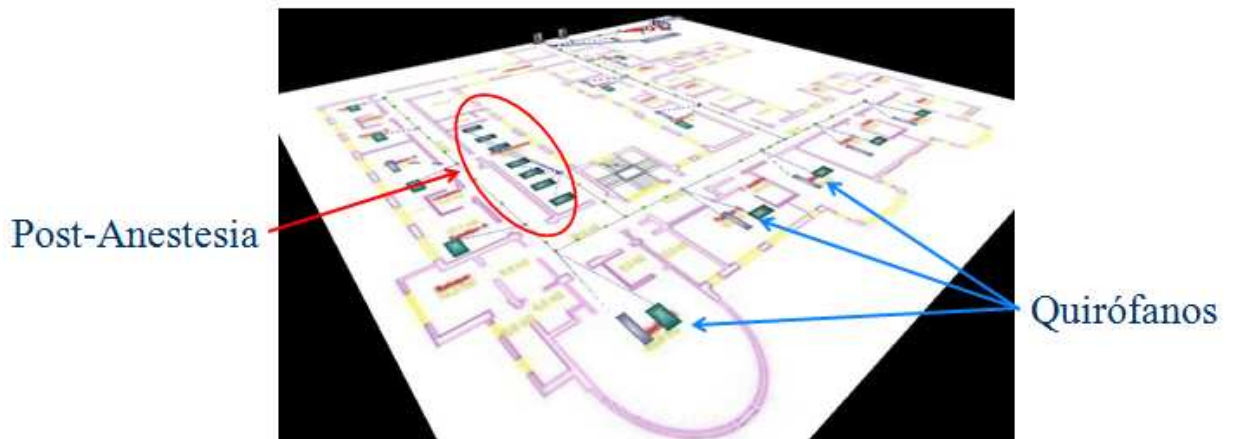
Este apartado tiene por finalidad proporcionar una breve descripción del software que se utilizará para realizar la simulación del proceso.

Flexsim Healthcare es un software orientado a objetos reales, basado en el sistema de simulación de eventos discretos, diseñado para elaborar modelos que permitan visualizar flujos en distintos procesos relacionados al área de la salud.

Este software, cuenta con una librería que contiene los principales objetos relacionados a la atención de la salud, como recepciones, boxes de atención, sillas de rueda, etc.

Una particularidad de este programa, es que su ambiente tridimensional, facilita mucho el trabajo al usuario, ya que permite identificar claramente los procesos y flujos creados. Para recrear un sistema solo es necesario arrastrar de la librería los objetos escogidos al ambiente tridimensional, además cuenta con analizadores estadísticos y visualizadores de rendimiento. En la siguiente figura es posible observar una vista de trabajo proporcionada por un modelo de simulación de FlexsimHC.

Figura 10: Vista tridimensional FlexsimHC



Fuente: Elaboración Propia

Para mayor detalle respecto de terminología, y la librería de objetos de FlexsimHC, revisar "Anexo 12: FlexsimHC".

10.2. Construcción del Modelo de Simulación

Para construir un modelo de simulación hay que seguir los siguientes pasos:

10.2.1. Diseñar el Layout

El layout del sistema se construye utilizando la librería de objetos de Flexsim HC, desde donde es posible seleccionar los objetos necesarios y arrastrarlos hasta la ventana del modelo, una vez ahí es posible reubicarlos dentro del sistema y rotarlos de manera que el layout se asemeje lo más posible al real. Se

puede insertar una imagen de un plano del layout recreado como un archivo .jpg, lo que hace aún más real la distribución de los objetos en el modelo.

10.2.2. Determinación de los Tracks

Es necesario que cada paciente tenga definido un track. Un track no es más que un listado detallado de tareas, y del recorrido que cada paciente tendrá dentro del modelo, desde que entra al sistema por el objeto Patient Arrivals hasta que sale de éste por el objeto Patient Exit. Durante la definición del track, lo que se hace es establecer un listado de actividades que deberá realizar el paciente, en la definición de dichas actividades es posible establecer si el paciente requerirá la asistencia de algún tipo de personal para realizarlas, el tiempo que le tomará realizar dichas actividades, o si requerirá algún recurso de transporte.

Vale la pena destacar, que dentro de un modelo, el número de tracks que se definen no es el mismo que el número de pacientes que pasan por el sistema. Por ejemplo si para un modelo se define que llegaran 100 pacientes en una corrida de simulación, y todos esos pacientes corresponden al mismo track, entonces todas las entidades que lleguen al sistema realizarán exactamente las mismas actividades y tendrán el mismo flujo dentro del sistema, donde la única diferencia puede venir dada por los tiempos de realización de cada actividad, los que de venir dados por una distribución de probabilidad pueden variar de un paciente a otro, pero en todo caso, vendrán dados por la misma función.

10.2.3. Conectar los Objetos

En este paso se establecen todas las rutas factibles que un paciente puede recorrer dentro del sistema. Una forma fácil de entenderlo, es imaginando los objetos del sistema como islas, que deben ser conectadas por puentes para que las entidades fluyan de un objeto a otro. Es precisamente eso lo que en este paso se hace

10.2.4. Detallar los Objetos

En este paso, lo que se hace es modificar los parámetros que vienen establecidos por defecto en los objetos que se añadieron desde la biblioteca al modelo, con el propósito de ajustarlos al sistema que se pretende recrear. Así es posible modificar capacidades, conexiones con otros objetos, agregar estadísticos que se requiere estudiar, y opciones gráficas de cómo se representará visualmente el modelo. Por ejemplo, el objeto Patient Arrivals tiene establecido por defecto que las llegadas entre pacientes se producen según una distribución exponencial de media 20 minutos, lo que para este trabajo deberá ser modificado. Otro ejemplo, el objeto Patient Queuing tiene establecido que su representación gráfica por defecto es de una sala de espera, para el modelo a desarrollar en este trabajo, se modificará su forma a una simple línea.

10.2.5. Correr el Modelo

Para simular el modelo, es posible correrlo en muy poco tiempo, lo que permite generar un número de corridas que entreguen resultados estadísticamente significativos, que permitirá comparar los resultados entregados por distintos escenarios del modelo.

10.2.6. Recopilar Salidas de Resultados

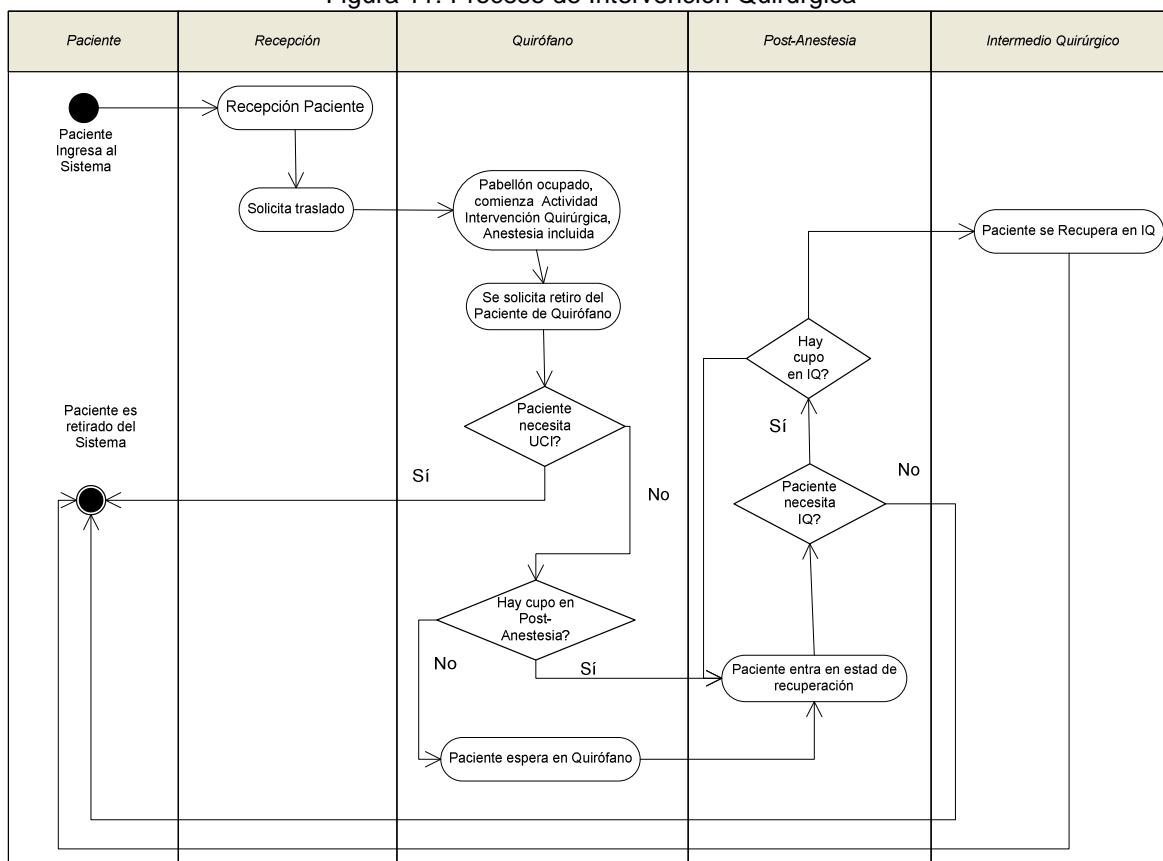
Los resultados obtenidos pueden ser fácilmente recolectados en tablas o en gráficas. Los resultados que se desea extraer deben ser especificados previamente a correr el modelo, y pueden ser fácilmente exportados a planillas Excel.

10.3. Modelamiento Proceso Intervención Quirúrgica

En este apartado se procederá a explicar cómo se construye el modelo del sistema que se desea simular.

Básicamente el proceso a simular es el que involucra el paso de los pacientes por el Sector B de Pabellones del HCUCH⁹. Este proceso puede ser representado por el siguiente diagrama:

Figura 11: Proceso de Intervención Quirúrgica



Fuente: Elaboración Propia

Vale la pena destacar, que se nombra en este caso como Proceso de Intervención Quirúrgica, a todo el proceso ilustrado en el diagrama anterior, sin embargo, en algunas partes de este trabajo se hace alusión a la Actividad Intervención Quirúrgica, que corresponde sólo al proceso que el paciente realiza dentro del quirófano.

10.3.1. Descripción del espacio físico

⁹ Ver apartado "7.6 Descripción Proceso Intervención Quirúrgica"

Primero se inserta un plano del Sector B en el suelo del ambiente tridimensional, lo que proporcionará un layout mucho más similar al real.

Luego se agregan 45 objetos Patient Arrivals utilizando la librería de FlexsimHC. Este número de generadores de pacientes, se debe a que cada uno generará los pacientes para 1 quirófano determinado, en 1 día determinado de la semana, luego al haber 9 quirófanos, y considerar 5 días de la semana, se necesita incluir 45 generadores. Como se mencionó anteriormente cada generador es útil sólo para 1 quirófano en 1 día de la semana, esto debido a la aleatoriedad que define las llegadas al sistema. Esta aleatoriedad de las llegadas está representada por dos tablas que se definen como parámetros de los generadores. Por una parte, se crean las Tablas de Probabilidad de Número de Llegadas, que asigna las probabilidades de que un determinado generador produzca ciertos números de llegadas, estas tablas son construidas en base a datos históricos sobre el número de intervenciones diarias realizadas en cada quirófano, para los cuales se ajusta una tabla de distribución empírica por quirófano y por día de la semana, que finalmente constituye la tabla a la que se hace referencia. Por ejemplo, para el generador correspondiente a las llegadas del quirófano 11 del día lunes, se asigna la siguiente tabla de probabilidad de número de llegadas:

Tabla 7: Tabla de Probabilidad de Número de Llegadas Quirófano 11 día Lunes

Lunes Quirófano 11	
Probabilidad	N° Llegadas
20%	1
53%	2
20%	3
8%	4

Fuente: Elaboración Propia

Entonces, para este quirófano, con un 20% de probabilidad, se realizará tan sólo 1 intervención los días lunes. Estas tablas se elaboraron en base a los datos históricos recopilados¹⁰. Pero por otra parte, a cada generador de llegadas, se asocia una tabla que indica sobre el número de llegadas que se producirán, qué porcentaje de esas llegadas corresponderán a los diferentes tracks que se han definido para ese quirófano, por ejemplo, para el generador del quirófano 11 correspondiente a las llegadas del día lunes, se asigna la siguiente Tabla de Probabilidad de Tipos de Tracks:

¹⁰ Ver Anexo 7: Tablas de Probabilidad de Número de Llegadas

Tabla 8: Tabla de Probabilidad de Tipos de Tracks Quirófano 11 día Lunes

Lunes Quirófano 11	
Probabilidad	Track
24%	Track 36
19%	Track 16
27%	Track 48
20%	Track 76
10%	Track 103

Fuente: Elaboración Propia

Luego, para el quirófano 11 los días lunes hay un 20% de probabilidad que llegue 1 solo paciente, y existe un 24% de probabilidad que ese paciente corresponda al Track 36. Unas páginas más adelante, se explica la definición de los distintos tracks. Estas tablas fueron elaboradas en base a los datos históricos recopilados¹¹.

Cuando los pacientes ingresan al sector de pabellones son recibidos por el enfermero coordinador de la unidad quien les hace una breve entrevista. Para ello se genero un Staff Group, compuesto de un miembro, que representará al enfermero coordinador.

En la realidad, el traslado de los pacientes hospitalizados hasta el Sector B se solicita cuando la intervención en el quirófano donde la operación del paciente que fue llamado debe tener lugar, está por finalizar. Por ejemplo, el paciente A y B deben ser intervenidos en el quirófano 10, se determina que primero es el turno de A y luego de B, entonces, cuando la intervención de A está por finalizar, se notifica a la unidad de Compuerta, para que desde ahí se solicite el traslado del paciente B, que a esa hora debiera estar hospitalizado, hasta el Sector de Pabellones, esto se hace con el objetivo de optimizar los tiempos entre intervenciones. Debido a esto, es muy común que una vez que el paciente es entrevistado por el Enfermero Coordinador, deba esperar unos minutos antes de ser trasladado hasta su respectivo quirófano, por esta razón, fue necesario agregar una segunda cola en el modelo de simulación, donde los pacientes entrevistados por el enfermero esperan hasta dicho traslado.

Los traslados de pacientes dentro del Sector B de pabellones, y el aseo de los quirófanos entre intervenciones, son responsabilidad de los Auxiliares Generales, razón por la cual, se creó en el modelo de simulación un Staff Group, compuesto por 7 miembros, los que representan al grupo de Auxiliares Generales.

¹¹ Ver Anexo 8: Tablas de Probabilidad de Tipos de Tracks

El Sector B de pabellones cuenta con un total de 12 quirófanos, de los cuales actualmente sólo 9 se encuentran en uso. Sin embargo, utilizando el objeto Patient Processing de la biblioteca de FlexsimHC, se definen 12 quirófanos como unidades de proceso, pero será en la definición de los tracks y de las llegadas (Patient Arrivals) donde se determinará finalmente si estos 3 quirófanos extras se utilizarán o no, claramente para recrear el escenario actual no serán utilizados, sin embargo, resulta interesante estudiar el impacto que la habilitación de estos 3 nuevos quirófanos pueda tener en el funcionamiento del sector.

Luego, paso obligado para la gran mayoría de pacientes por el Sector B, es la unidad de Post-Anestesia. Para recrearla, se agregaron 7 objetos Patient Processing, que representan la capacidad máxima de 7 camas con que cuenta esta unidad. Debido a que uno de los objetivos de este estudio es analizar la saturación de esta unidad, provocando que pacientes deban esperar en el quirófano una vez terminada su intervención, por un cupo en Post-Anestesia, se definen en los quirófanos, contadores que permitan registrar cuantas veces a la semana un paciente queda detenido en el quirófano debido a que no hay camas disponibles en Post-Anestesia, al mismo tiempo, se definen variables donde almacenar el tiempo por el que estas situaciones se prolongan.

Una vez finalizado el proceso de recuperación que los pacientes realizan en Post-Anestesia, algunos de ellos mantienen un estado de salud delicado, por lo que deben mantener una monitorización y cuidados especiales, razón por la cual se les traslada a la unidad de Intermedio Quirúrgico. Esta unidad se encuentra Fuera del Sector B de Pabellones, y para su recreación se implementaron 12 elementos Patient Processing, que representan las camas donde los pacientes permanecen internados.

Finalmente se incorpora al modelo, el objeto Patient Exit por donde los pacientes o flowitems se eliminan o salen del modelo de simulación, representando la salida del sistema.

10.3.1.1. Intermedio Quirúrgico

Como se mencionó anteriormente, en el modelo de simulación se habilitaron 12 elementos Patient Processing para representar las camas de Intermedio Quirúrgico, sin embargo, en esta unidad se cuenta con una dotación de 22 camas habilitadas. La decisión de habilitar un número inferior de camas para esta unidad, se justifica porque lo que en este trabajo se busca es analizar el flujo de pacientes a través del Sector B de Pabellones y por ende el rendimiento de la utilización de ése sector en particular, no de sus unidades anexas. En el caso de Intermedio Quirúrgico, recibe pacientes de muchas otras unidades del Hospital, como Urgencia, Maternidad, pacientes hospitalizados que

se complican, etc. y cuyo flujo no resulta relevante para los objetivos de este trabajo. Luego, todos los días, Intermedio Quirúrgico amanece con un número reducido de camas disponibles, a veces 2, a veces ninguna, pero durante el transcurso del día, se producen egresos, que habilitan camas para que sean ocupadas por nuevos pacientes, lo que sí incumbe al modelo que aquí se busca realizar, es decir, la disponibilidad de camas que se va generando en Intermedio Quirúrgico en el transcurso del día, para los pacientes que provienen del Sector B de pabellones. Por otra parte, la decisión de incluir en el modelo específicamente ése número de camas (12 camas), radica en el análisis que se efectuó sobre la información proporcionada por la Señora Cristina Herrera, Enfermera Jefa de Intermedio Quirúrgico, quién facilitó información del flujo de pacientes por esa unidad para el mes de Agosto del 2009. A continuación se muestra una tabla tipo para un día del mes de Agosto, sobre la información recibida.

Tabla 9: Flujo Intermedio Quirúrgico

Fecha	Camas libres	tabla operatoria	Post Anestesia	admisiones	Admisión fuera tabla	Traslado otra unidad	Suspendidos	Sala Operatoria Ingreso	Lugar de egreso	Horas Egresos IQ
03-08-09	2	56	0	7	0	1	2	5-B	Cirugía	10:20
								7-B	Cl. Qx 2°B	10:30
								7-B	Cirugía	10:50
								8-B	Cl. Qx 3°B	10:55
								11-B	UCI	17:30
								12-B	Medicina	17:50
							8-E			

Fuente: Elaboración Propia

De la información proporcionada, se calculó para cada día la siguiente suma:

Camas Libres + N° de Egresos – Llegadas No Correspondientes al Sector B

Luego, se buscó el máximo número arrojado por este cálculo, y ese resultado correspondió al número 12. Se interpreta entonces, que éste número corresponde al número máximo de camas que en un día, podrían estar disponible para pacientes provenientes del Sector B de pabellones.

Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones, en el transcurso del día, se desocuparán menos de 12 camas, para recrear esa situación se analizó la frecuencia con que se repitieron en 1 mes los niveles de egresos de camas para pacientes del Sector B:

Tabla 10: Frecuencia de Número de Egresos Diarios Intermedio Quirúrgico

Nº Desocupaciones	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frecuencia	0.05	0.05	0.15	0.15	0	0.1	0.2	0.1	0.2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se ve que por ejemplo, en un 15% de los días, se produjeron 6 egresos que habilitaban camas para pacientes provenientes del Sector B.

Luego, para simular dicha situación en el modelo, se creó un objeto Patient Arrivals, destinado a generar todos los días, a primera hora de la mañana, 12 pacientes que se dirigirían directamente a Intermedio Quirúrgico, y permanecerían en dicho lugar hasta salir del sistema. La diferencia entre estos pacientes, es que algunos permanecerían en Intermedio Quirúrgico, por un tiempo muy prolongado superior a 14 horas, representando que esa cama no fue desocupada durante el día, mientras otros de estos 12 pacientes generados, sí desocupan la cama de Intermedio Quirúrgico en un horario de la mañana o de la tarde, dependiendo del tiempo generado por la distribución de probabilidad que se ajustó para representar los tiempos de egresos durante el día producidos en Intermedio Quirúrgico y de esta manera simular la disponibilidad de camas en dicha unidad para pacientes provenientes del Sector B.

Para determinar una probabilidad de que de los 12 pacientes generados todas las mañanas, una cierta cantidad correspondan a pacientes que representan no egresos, y otra a los que representan egresos, se consideró la generación de pacientes en el objeto Patient Arrivals, como el lanzamiento de una moneda cargada, que tiene una cierta probabilidad de arrojar como resultado, cara, y otra probabilidad diferente de entregar sello. De la misma manera, al generarse un paciente, existirá una posibilidad de que corresponda a uno que hace egreso de la unidad, y a otro que no se retira. Por lo tanto, la generación de estos 12 pacientes, se simula como el lanzamiento de una moneda cargada 12 veces.

El universo de resultados posibles de lanzar 12 veces una moneda es de 4096. Para determinar esa cifra se utiliza la operación Combinatoria que nos dice de cuántas maneras distintas se pueden escoger elementos de un grupo. Se recurre a la operación antes nombrada, ya que en este caso no es relevante el orden en el que se obtienen los resultados, sólo importa el número de caras y sellos obtenidos una vez realizados los 12 lanzamientos. Por ejemplo, los posibles resultados de lanzar 1 moneda al aire 3 veces son:

Tabla 11: Ejemplo Resultados Posibles Lanzamiento Moneda

Resultado Posibles	
S, S, S	C, C, S
S, S, C	S, C, C
S, C, S	C, S, C
C, S, S	C, C, C

Fuente: Elaboración Propia

Como es posible observar, el caso en que se obtiene {S, S, C}, constituye un resultado diferente al caso en que se obtiene {S, C, S}, sin embargo, para los objetivos que acá se persiguen, ambos representan la misma situación. De esta forma, el número total de posibles resultados para el lanzamiento de una moneda 3 veces se determina de la siguiente manera.

$$A = C_2^3 = 3$$

$$B = C_3^3 = 1$$

Así, el número total de posibles resultados es:

$$2x(A+B) = 8$$

Los resultados de las combinatorias calculadas se multiplican por 2, ya que de repetirse el mismo resultado en 3 lanzamientos, estos sólo pueden tomar 2 valores, cara o sello. Y por otra parte, el número de posibles escenarios en que se obtienen 2 resultados del mismo tipo, 2 caras por ejemplo, corresponden al mismo número de escenarios en que se obtiene 1 sólo sello al lanzar 3 veces la moneda. Para el caso de 12 lanzamientos, hay que incluir 1 combinatoria debido al carácter par del número de lanzamientos, y es aquella en que se obtienen la misma cantidad de caras y sellos, lógicamente, esta combinatoria no tienen que multiplicarse por 2 para calcular el número total de posibles resultados. En definitiva, el cálculo de los posibles resultados es el siguiente:

$$A = C_{11}^{12} = 12$$

$$B = C_{10}^{12} = 66$$

$$D = C_9^{12} = 220$$

$$E = C_8^{12} = 495$$

$$F = C_7^{12} = 792$$

$$G = C_6^{12} = 924$$

$$H = C_{12}^{12} = 1$$

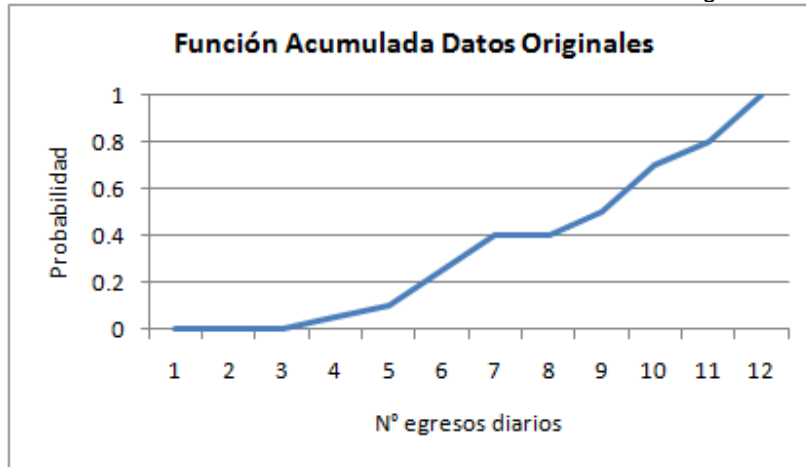
$$\mathbf{N^\circ Posibles Resultados} = 2 \times (A + B + D + E + F + H) + G$$

Posteriormente, utilizando los resultados de las combinatorias, se calculan las probabilidades de al generar 12 pacientes, obtener una cierta cantidad de pacientes que se retiran durante el día, y de aquellos que no lo hacen, iterando con distintos valores para la probabilidad de que al generar un paciente, exista una probabilidad de que corresponda a los que se retiran, y otra, de que corresponda a los que no. Para que quede más claro, en el caso del lanzamiento de una moneda, se prueba con distintas probabilidades asignadas a cara o sello arbitrariamente, y en base a esas probabilidades arbitrarias, se calculan las probabilidades de obtener todos los resultados posibles. Por ejemplo, para calcular la probabilidad de que de los 12 pacientes generados, 8 correspondan a los que hacen egreso de la unidad durante el día, se calcula de la siguiente manera:

$$(X^8 \times Y^4) \times C_8^{12}$$

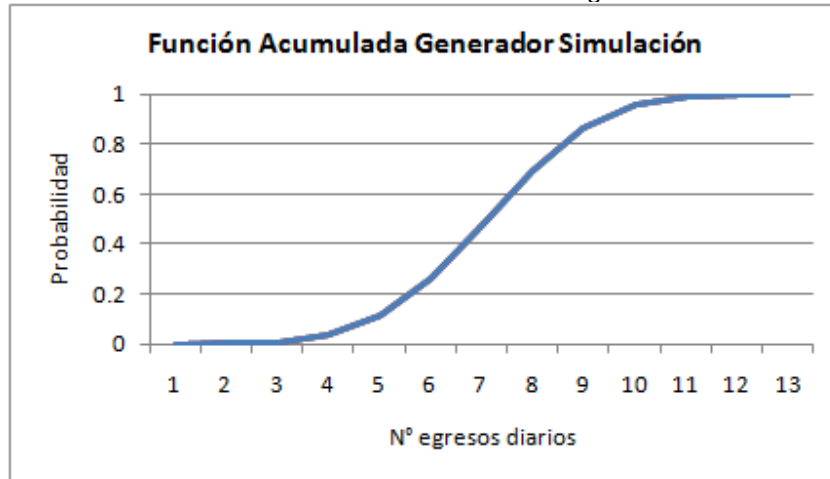
Finalmente, al utilizar una probabilidad de que de los 12 pacientes generados, un 55% corresponda a aquellos que desocupan una cama durante el transcurso del día, y 45% a aquellos que no hacen egreso de la unidad, se obtiene que la distribución de probabilidad acumulada de las desocupaciones en la simulación, se asemeje de manera aceptable a la que corresponde a los datos recolectados:

Figura 12: Función Acumulada de Probabilidad de Número de Egresos Diarios



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13: Función Acumulada de Probabilidad de Número de Egresos en Generador de Simulación



Fuente: Elaboración Propia

10.3.2. Definición de los Tracks

Como se ha mencionado anteriormente, los quirófanos del Sector B, están asignados por especialidad médica para su uso durante la semana. Esta situación, tiene como consecuencia, que los patrones de tiempo de uso, y de actividades relacionados a la utilización de cada quirófano difieran de los demás, en relación a la especialidad a la que ese quirófano pertenece.

Por otra parte, como las intervenciones son programadas por especialidad, cada quirófano tiene un listado y una secuencia de los pacientes que ese día deberán ser

intervenidos en ése quirófano. Por lo tanto, al simular la situación actual, no se puede asumir que un paciente ingresará al quirófano que primero se desocupe, como sería un modelo de colas de cajero en un banco, sino que cada paciente tiene un solo quirófano al que puede ser dirigido según esté establecido en la programación.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, fue necesario distinguir a los tracks de los pacientes por 4 atributos:

Primer Atributo, Quirófano; el primer atributo por el cual se distingue un track, es por el quirófano en el cual será intervenido el paciente asociado a ese track, lo que nos indicará si el paciente corresponde a la especialidad de neurología, cardiología, urología o cirugía.

Segundo Atributo, Rango de Tiempo de Intervención; en este caso, se diferencia a los tracks por el rango de tiempo que puede durar su intervención quirúrgica. Se definieron en este trabajo, 4 rangos de tiempo, entre los cuales un track podía tomar valores de tiempo de duración de la actividad realizada dentro del quirófano correspondiente, en la tabla siguiente se ilustra dicha distribución:

Tabla 12: Rangos de Tiempos

Rangos de Tiempos de Duración de Intervención Quirúrgica(I.Q.)	
Rango 1	0 < tiempo I.Q. <=1.5 hrs
Rango 2	1.5 hrs < tiempo I.Q. <= 3 hrs
Rango 3	3 hrs < tiempo I.Q. <=4.5 hrs
Rango 4	4.5 hrs < tiempo I.Q.

Fuente: Elaboración Propia

Es importante destacar que cuando se habla del tiempo de duración de la intervención quirúrgica, se hace referencia al tiempo que el paciente se encuentra dentro del quirófano mientras es sometido a la intervención, y por lo tanto este tiempo representa sólo 1 de los procesos por los cuales debe pasar el paciente a lo largo de todo el Proceso de Intervención Quirúrgica, y en ningún caso representa el tiempo que el paciente permanece en el sistema definido en el modelo de simulación.

Tercer Atributo, paso por la Unidad de Post-Anestesia; en este nivel se establece la diferencia entre aquellos pacientes que una vez finalizada su intervención en el quirófano correspondiente, son trasladados a la unidad de Post-Anestesia, y aquellos que salen inmediatamente del sistema ya que son transferidos a unidades externas preparadas para recibir pacientes de mayor complejidad.

Cuarto Atributo, paso por la unidad de Intermedio Quirúrgico; se establece la existencia de pacientes, que una vez que han finalizado su paso por la unidad de Post-Anestesia, son trasladados a la unidad de Intermedio Quirúrgico, debido a que mantienen un estado de salud delicado. Este paso de Post-Anestesia a Intermedio

Quirúrgico, se habilitó como posible sólo para tracks cuyo rango de tiempo de intervención quirúrgica corresponda al rango 3 o 4, ya que son en la gran mayoría esos los pacientes que tienen intervenciones más complicadas y que requieren cuidados especiales posteriores a la Post-Anestesia.

Luego, al hacer el cálculo, se desprende que de los 9 quirófanos, los 4 rangos de tiempos de duración, los 2 posibles destinos post-operatorios habilitados para los tracks cuyos rangos de tiempo de intervención quirúrgica sean 1 o 2, y los 3 posibles destinos post operatorios habilitados para aquellos tracks cuyos tiempos de intervención se encuentren entre los rango 3 y 4, se pueden generar 90 tipos de tracks diferentes. Sin embargo, una cantidad importante de estos 90 tracks posibles, nunca se presentan en el sistema real, o bien lo hace con una frecuencia insignificante, según puede observarse en los datos históricos recolectados.

Para determinar los tracks a crear, primero se partió por identificarlos acorde al primer atributo, que es el quirófano en el que se realizará la intervención, para ello se calculó un número promedio de intervenciones realizadas por cada quirófano, para cada día de la semana, por ejemplo, para el quirófano 3 se calculó el número promedio de intervenciones realizadas los lunes, los martes, los miércoles, etc. Luego se repitió el procedimiento con cada quirófano. Después, fue necesario identificar los tracks de acuerdo a los otros 2 atributos, para lo cual se elaboró un cuadro de frecuencias relativas de pacientes, según estos 2 atributos, por día, esta frecuencia se expone de manera más clara en la siguiente tabla:

Tabla 13: Frecuencia Relativa de Pacientes Según Atributos

LUNES											
Quirófano	R1_NO_PA	R1_SI_PA	R2_NO_PA	R2_SI_PA	R3_NO_PA	R3_SI_PA	R3_Si_PA_IQ	R4_NO_PA	R4_SI_PA	R4_Si_PA_IQ	check
3			10%	30%	20%		10%		15%	15%	100%
5		10%		20%	30%	30%			10%		100%
6		25%		25%			40%			10%	100%
7	17%		13%	31%			19%			20%	100%
8		25%	13%	25%			25%			13%	100%
9	9%	9%		9%	18%			36%		18%	100%
10		29%		41%		8%	10%		12%		100%
11		24%	19%	27%			20%			10%	100%
12	12%	28%	15%	24%			16%		6%		100%

Fuente: Elaboración Propia

El encabezado de las columnas indica los 3 atributos del paciente que faltan por determinar (Rango de duración de la actividad Intervención Quirúrgica, realizada en la unidad de procesamiento Quirófano, si el paciente es trasladado o no después de la intervención a la Post-Anestesia y si después de Post-Anestesia es trasladado a la unidad de Intermedio Quirúrgico), donde la nomenclatura es la siguiente:

- Ri_No_PA: paciente de tiempo de duración de intervención en rango i, que no es dirigido a Post-Anestesia, luego de la intervención
- Ri_Si_PA: paciente de tiempo de duración de intervención en rango i, que es dirigido a Post-Anestesia luego de la intervención.
- Ri_Si_PA_IQ: paciente de tiempo de duración de intervención en rango i, que es dirigido a Post-Anestesia luego de la intervención y que luego de Post-Anestesia es dirigido a Intermedio Quirúrgico.

En cada casillero de la tabla, se expone una frecuencia de pacientes intervenidos en cada quirófano, correspondiente a cada tipo de paciente según su rango de tiempo de duración de intervención y su destino post-operatorio, de esta manera es fácil identificar cuáles son los pacientes más frecuentes, por día por quirófano. Por ejemplo, para el total de pacientes atendidos el día lunes en el quirófano 3, un 30% de ellos tuvo un tiempo de duración de intervención ubicado en el Rango 2 de tiempo y que además fueron dirigidos a la unidad de Post-Anestesia después de la operación.

Finalmente, se determinan distintos grupos de tracks para ser creados, los que serán utilizados en los escenarios que se simularán¹².

10.3.3. Proceso de Setup de quirófanos

Este proceso se activa, en el modelo, seleccionando la opción Maintenance Required, en las propiedades del objeto de procesamiento que representa el quirófano. El tiempo de mantención de cada quirófano queda determinado por una función de distribución de probabilidad que se obtuvo para cada quirófano¹³, en base a datos reales.

10.3.4. Ajuste de distribuciones de probabilidad

¹² Ver Anexo 9: Grupos de Tracks Según Escenarios

¹³ Ver Anexo10: Distribuciones de Tiempos de Mantención Quirófanos

Se procedió a ajustar distribuciones de probabilidad estadística para representar la variabilidad dentro de los procesos involucrados al proceso de intervención quirúrgica.

Los datos utilizados en el ajuste de estas distribuciones fueron extraídos del Formulario de Ingreso, desde donde es posible acceder a información relevante sobre el proceso de intervención quirúrgica, y de la Hoja de Enfermería, documento que proporciona información relacionada al paso de los pacientes por la unidad de Post-Anestesia.

Como se mencionó anteriormente, se identificaron 4 rangos de tiempos, dentro de los cuales un proceso de intervención quirúrgica podía tomar valores de tiempo de duración. Esto se explica, por la gran variabilidad en los tiempos de duración de las intervenciones quirúrgicas realizadas en todos los quirófanos, independiente de la especialidad a la que éste pertenezca.

Para ajustar las distribuciones de probabilidad, se utilizó como herramienta el programa Experfit.

Como se explicó anteriormente¹⁴, un rango de tiempo es determinado en base a la duración de la actividad Intervención Quirúrgica, sin embargo, cada rango tiene también asociado un tiempo de recuperación del paciente en la unidad de Post-Anestesia

A continuación se expone el procedimiento para ajustar la distribución de probabilidad para los tiempos de intervención del Rango 1 de tiempo:

Tiempo duración proceso Intervención quirúrgica Rango 1:

Como primer paso, es necesario ingresar todas las duraciones de intervenciones quirúrgicas inferiores a 90 minutos, en unidad de minutos, ya que por defecto Experfit trabaja en esa unidad. Luego, se ajustan automáticamente los datos a una distribución de probabilidad, obteniendo el siguiente cuadro como resultado:

¹⁴ Ver apartado 8.3 Post-Anestesia

Figura 14: Ajuste de Distribuciones

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters	
1 - Erlang	90.18	Location	0.00000
		Scale	3.72042
		Shape	19
2 - Weibull	86.61	Location	0.00000
		Scale	76.22533
		Shape	6.09899
3 - Gamma	85.71	Location	0.00000
		Scale	3.59008
		Shape	19.68981

29 models are defined with scores between 0.00 and 90.18

Absolute Evaluation of Model 1 - Erlang

Evaluation: Bad

Suggestion: Use an empirical distribution.

Additional Information about Model 1 - Erlang

"Error" in the model mean
relative to the sample mean 0

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior aparecen 3 columnas, en la primera columna aparece el nombre de la distribución de probabilidad candidata a representar el tiempo de duración del proceso, en la segunda columna se muestra un puntaje relativo dentro de las distribuciones propuestas en una escala de 1 a 100, y finalmente en la última columna se despliegan los parámetros que definen las distribuciones de la primera columna. En la parte inferior del cuadro, se muestra la evaluación que el software hace automáticamente de qué tan bien se ajustan los datos a la distribución propuesta que alcanza el más alto puntaje, y luego una sugerencia, que en este caso es usar una distribución empírica.

Del cuadro se desprende que ninguna de las distribuciones sugeridas se ajusta de manera satisfactoria, para ser más rigurosos, se procede a realizar un análisis estadístico de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov, resultado que se muestra a continuación:

Figura 15: Ajuste de Distribuciones

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Erlang

Sample size 125
 Normal test statistic 0.12652
 Modified test statistic 1.41453

Note: No critical values exist for this special case.
 The following critical values are for the case where
 all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
125	1.125	1.210	1.342	1.463	1.609
Reject?	Yes			No	

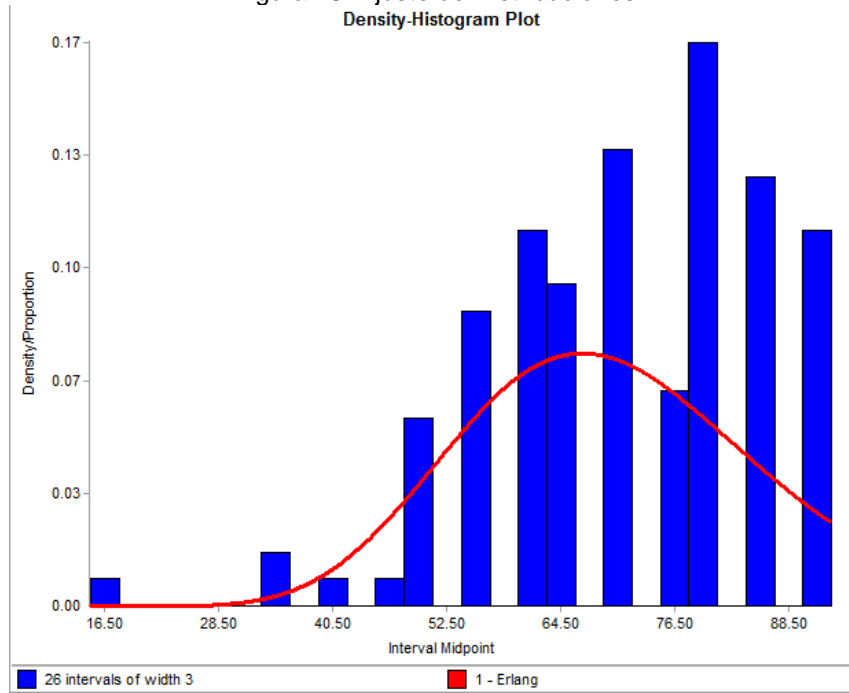
Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior, se explicita que el tamaño de la muestra es de 125 datos, para esta distribución, y en la parte inferior de la tabla, se muestra en las columnas los distintos niveles de confianza, y en la fila inferior el valor crítico del estadístico asociado a ese nivel de confianza, finalmente se incluye una recomendación de si para cierto nivel de confianza se debe aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Según el test K-S, para un nivel de confianza del 5% se debe rechazar la hipótesis nula que señala que el tiempo del proceso de intervención quirúrgica, asociado al Rango 1, se distribuye según una distribución Erlang.

A continuación se exhibe un histograma de los datos:

Figura 16: Ajuste de Distribuciones
Density-Histogram Plot



Fuente: Elaboración Propia

Al observar el histograma proporcionado por el software, es posible percibir, que efectivamente, los datos son dispersos, y gráficamente, no se ajustan bien a la distribución teórica.

Como ninguna distribución se ajusta de manera satisfactoria, los tiempos del proceso serán descritos por una distribución empírica. Esta distribución empírica se calcula en base a los mismos datos históricos, en este caso, la muestra es de 125 datos. La distribución empírica, consiste en una tabla, donde se asocia una probabilidad de ocurrencia, a la generación de valores entre intervalos de tiempo, dentro de los datos ingresados al ajuste, lógicamente. A continuación se expone, la tabla que describe la distribución empírica asociada al proceso de intervención quirúrgica del Rango 1:

Figura 17: Ajuste de Distribuciones

Quirófano tipo 1	
Percentage (Column 1)	X value (Column 2)
0	15
1.613	35
0.806	40
0.806	45
5.645	50
8.871	55
9.677	60
0.806	61
0.806	62
9.677	65
13.71	70
6.452	75
1.613	79
15.323	80
12.903	85
11.29	90

Fuente: Elaboración Propia

En la columna de la derecha, se ubica la probabilidad, y en la columna de la izquierda, se encuentra, el intervalo de tiempo que puede ser generado.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las distribuciones asociadas a cada proceso por rango de tiempo:

Tabla 14: Resumen de Distribuciones de Probabilidad

RANGO	PROCESO	DISTRIBUCIÓN
1	INTERVENCIÓN Q.	empírica
1	RECUPERACIÓN P-A	randomwalk(0.000000, 0.015522, 0.061044)
2	INTERVENCIÓN Q.	empírica
2	RECUPERACIÓN P-A	pearson5(0.000000, 390.654305, 5.169550)
3	INTERVENCIÓN Q.	empírica
3	RECUPERACIÓN P-A	inversegaussian(0.000000, 104.477477, 568.782986)
4	INTERVENCIÓN Q.	johnsonbounded(271.262343, 579.648149, 1.197703, 0.629378)
4	RECUPERACIÓN P-A	loglaplace(0.000000, 100.000000, 3.238745)

Fuente: Elaboración Propia

10.3.5. Corridas de Simulación

Como se comentó anteriormente, el tiempo de simulación se determinó en 1 semana, ya que se consideró que no era posible simular tan sólo un día, debido a la variabilidad en el número de intervenciones diarias realizadas dentro de una semana, existiendo claros patrones que indican una reducción en este número hacia los primeros y últimos días de la semana.

Para determinar el número de corridas de simulación a realizar, se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{t_{\alpha/2, n-1} \times S_x}{p \times \bar{X}} \right)^2$$

Donde:

- n : número de corridas
- $t_{\alpha/2, n-1}$: valor del estadístico t-student asociado al nivel de confianza α y a $n-1$ grados de libertad.
- S_x : desviación estándar muestral de la variable, % de ocupación semanal de los quirófanos
- \bar{X} : media muestral de la variable, % de ocupación semanal de los quirófanos
- p : nivel de precisión

Utilizando los datos recolectados para 7 semanas y un nivel de precisión del 5%, se obtuvieron los siguientes valores:

- $t_{\alpha/2, n-1} = 1.895$
- $S_x = 0.05$
- $\bar{X} = 0.55$
- $n = 12$

10.3.6. Validación de Modelo

Para verificar que el modelo construido efectivamente representa el proceso descrito, es necesario validarlo de alguna manera. Como el número de corridas se determinó en base a la variable Porcentaje de Ocupación Semanal de los Quirófanos, se utilizó la misma variable para comparar el resultado obtenido de las 12 corridas de simulación, con el valor entregado por los datos muestrales. Para ello se realiza una prueba de test de hipótesis, donde la hipótesis nula asume igualdad de las medias, el estadístico utilizado corresponde a una t-student de varianzas desiguales, ya que se cuenta con 2 grupos muestrales de datos, uno obtenido por la simulación, y otro de datos reales. El estadístico es el siguiente:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$$

Con:

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

Donde:

- \bar{X}_i : media muestra i
- s_i : desviación estándar muestra i
- n_i = tamaño muestra i

Al realizar el los cálculos correspondientes, se obtiene el siguiente cuadro resumen:

Tabla 15: Test de Validación de Simulación

	Simulación	Datos Reales
Media	0.52	0.549
Varianza	0.00194	0.00259
Observaciones	12	7
Diferencia de medias	-0.029	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-1.257703535	
Valor crítico de t	2.201	

Fuente: Elaboración Propia

Como es posible observar en el cuadro, la zona crítica para esta prueba está entre 2.12 y -2.12, intervalo que contiene al estadístico t obtenido, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de media, que postula que en promedio, la utilización de los quirófanos obtenida en la simulación es igual que la utilización de los quirófanos obtenida en los datos reales.

11. Resultados

En este apartado se exponen los resultados obtenidos al simular diferentes escenarios. En el primer escenario se simula la situación actual, en el segundo escenario se simula una situación en la que se utilizan 12 quirófanos en vez de 9, en los escenarios 3 y 4 el objetivo es determinar un número extra de camas de Intermedio Quirúrgico que sea capaz de disminuir el bloqueo de las camas de Post-Anestesia. En el Escenario 5 la idea es analizar el impacto en los indicadores de rendimiento en un aumento de las intervenciones diarias en un escenario con 9 quirófanos. En los escenarios 6, 7 y 8, se busca analizar los rendimientos alcanzados bajo distintos esquemas de secuenciación de las intervenciones en función del tiempo esperado de duración de éstas, y finalmente, en los escenarios 9, 10, 11, 12 y 13, se simula el rendimiento del área bajo la implementación de un sub-proceso de pre-anestesia, bajo condiciones normales, de mayor demanda, y según distintos esquemas de secuenciación de las intervenciones según el tiempo esperado de duración.

Para una mejor comprensión de los resultados, se expone a continuación una breve explicación de cada una de las variables que serán reportadas:

- **Porcentaje de Utilización Semanal:** es la división de la suma de las horas a la semana que un quirófano está ocupado cuando se está interviniendo a una

persona, dividido por el total de horas que el quirófano está disponible. Para realizar este cálculo se considera como horario disponible, los días de Lunes a Viernes, entre 8 y 20 horas. Vale la pena destacar, que para calcular este indicador, a las horas que el quirófano se encuentra ocupado, se le resta el tiempo que el quirófano está bloqueado, así como el tiempo que funciona fuera de horario.

- **Porcentaje de Utilización Promedio:** se calcula como el promedio de los porcentajes de utilización semanal de los quirófanos. Representa un porcentaje de utilización promedio para todo el Sector B.
- **Output:** es el número de pacientes promedio que se interviene por semana en cada quirófano.
- **Total de Pacientes Promedio Semanal:** se calcula como la sumatoria de los valores de Output para cada quirófano, representa el promedio de intervenciones semanales realizadas en el Sector B.
- **Minutos Bloqueo Quirófano:** es el promedio de minutos a la semana, que el quirófano permanece bloqueado, debido a que un paciente que necesita ser trasladado a la unidad de Post-Anestesia, no puede ser retirado hacia esa unidad, ya que está con capacidad completa.
- **Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos:** es el promedio de minutos a la semana que en el Sector B, un quirófano permanece bloqueado. No se calcula como el promedio de Minutos Bloqueo Quirófano, ya que eso representaría la cantidad de minutos que 1 quirófano permanece bloqueado. Para calcular esta métrica, se suman para todos los quirófanos los minutos de bloqueo, para cada corrida de simulación, luego se calcula el promedio de la suma para las 12 corridas.
- **Situaciones de Bloqueo Quirófano:** es el promedio de veces a la semana en que se produce una situación de bloqueo del quirófano, donde un paciente no puede ser trasladado a la Post-Anestesia porque en ésta no hay cupo. Esta variable se mide tanto por quirófano individualmente, como el global para todo el sector.

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano: representa el promedio de veces a la semana, en que se produce una situación de bloqueo de quirófano en el Sector B. No se calcula como el promedio de Situaciones de Bloqueo Quirófano, ya que eso sería el promedio de situaciones de bloqueo en 1 quirófano. Esta métrica se calcula sumando todas las situaciones de bloqueo de quirófanos registradas en una corrida de simulación, que representa 1 semana, para todos los quirófanos y luego calculando el promedio de las sumas para las 12 semanas o corridas.
- Días promedio a la semana con actividad fuera de horario: es el número promedio de días a la semana en que el quirófano registra actividad después de las 20 horas.
- Días promedio con actividad fuera de horario: es el promedio de días a la semana que 1 quirófano del Sector B registra actividad fuera de horario. Se calcula como el promedio de Días promedio a la semana con actividad fuera de horario.
- Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de Post-Anestesia: es el promedio de minutos a la semana, que un paciente tiene que permanecer esperando más de la cuenta en una cama de Post-Anestesia, por un cupo para ser trasladado a Intermedio Quirúrgico. Se calcula primero sumando para cada corrida de simulación, las situaciones de bloqueo para todas las camas de Post-Anestesia, y luego calculando el promedio de dichas sumas.
- Promedio Semanal de Situaciones de Bloqueo Post-Anestesia: es el promedio de veces a la semana, que un paciente tiene que permanecer esperando más de la cuenta en una cama de Post-Anestesia, por un cupo para ser trasladado a Intermedio Quirúrgico. Se calcula primero sumando para cada corrida de simulación, los minutos de bloqueo de todas las camas de Post-Anestesia, y luego calculando el promedio de dichas sumas.
- Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario: este indicador entrega el número promedio de minutos a la semana en que se registra actividad fuera de horario entre todos los quirófanos. Para calcular este indicador, se suman los tiempos de funcionamiento fuera de horario registrados para cada quirófano en una corrida de simulación (que representa 1 semana), esa suma nos entrega el total de tiempo fuera de horario para una semana, y luego se calcula el promedio para las 12 corridas que representan 12 semanas.

Para medir en el modelo de simulación, los indicadores anteriores, fue necesario definir en los distintos objetos que lo componían, una serie de variables y comandos que permitieran registrar la información que se deseaba registrar. En el “Anexo 13: Labels, Triggers y Variables”, es posible encontrar una descripción más acabada de lo realizado.

11.1. Escenario1

El Escenario 1, intenta simular la situación actual. Para ello se representa una semana entera de intervenciones quirúrgicas, considerando que el horario de funcionamiento ocurre entre las 8 y las 20 horas. Si bien las llegadas son aleatorias, están definidas en base a datos históricos mediante la utilización de tablas de probabilidad, que por lo tanto determinan una esperanza en el número de llegadas de 107,27 pacientes a ser intervenidos semanalmente. Los resultados obtenidos se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 16: Resultados Escenario 1

Quirófano	% Utilizacion Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	52%	15.1	0.0	0.0	2.2
11	53%	13.0	0.0	0.0	0.8
10	53%	13.9	0.0	0.0	0.3
9	48%	8.0	0.0	0.0	0.5
8	56%	12.3	0.7	0.1	1.4
7	55%	12.5	0.0	0.0	1.3
6	50%	12.1	0.0	0.0	1.1
5	46%	9.3	0.5	0.1	0.8
3	57%	11.1	0.0	0.0	0.8

% Utilización Promedio	52%	Total de pacientes promedio semanal	107.3
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	1476.25	Días promedio con actividad fuera de horario	1.02
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	0.16	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	5.08
Promedio Semanal de Minutos de Bloqueo Quirófanos	1.26	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	107

Fuente: Elaboración Propia

Vale la pena destacar, que para representar la situación actual en el modelo de simulación, se impuso en el modelo una mayor prioridad de atención para los pacientes cuyos rangos de tiempo de duración de la actividad Intervención Quirúrgica, fueran mayores, asignado una prioridad en orden decreciente en ese sentido, esto con el objetivo de representar de mejor manera el escenario actual, donde las intervenciones se programan ubicando primero en la mañana aquellas que se espera tengan un mayor tiempo de duración, y luego siguiendo un orden decreciente en ese sentido para el resto del día.

De los resultados se puede observar un promedio semanal de 52% de utilización de los quirófanos, que sin embargo es suficiente para realizar alrededor de 107 intervenciones semanales sin que el sistema se sature, esto lo podemos derivar de que el número promedio de días con actividad fuera de horario para cada quirófano es en promedio 1 a la semana, y las situaciones de bloqueo de quirófanos que se producen en todo el Sector B son casi inexistentes. Pero por otra parte, es posible confirmar la existencia del problema en la disponibilidad de camas de

Intermedio Quirúrgico, donde se registran en promedio en 1 semana, alrededor de 5 situaciones de bloqueo.

11.2. Escenario 2

Este escenario es básicamente el mismo que el anterior, con la salvedad de que en este caso, se busca analizar el impacto que tendría en el funcionamiento, y en el rendimiento de las diferentes unidades del Sector B de Pabellones, la habilitación de los 3 quirófanos que hoy se encuentran en desuso, los quirófanos 1, 2 y 4. Para habilitar dichos quirófanos en el modelo de simulación, lo que se hizo fue replicar las mismas Tablas de Probabilidad, tanto de Número de Llegadas como de Tipos de Tracks, utilizadas para los quirófanos 12, 11 y 6, en los quirófanos 1, 2 y 4, respectivamente. Esto se justifica, en que dichos quirófanos reúnen características similares, y no cuentan con equipamiento adicional como para realizar intervenciones especiales. Por lo tanto, el patrón de llegadas y tipos de tracks que hipotéticamente se podría observar en esos quirófanos debiera ser similar entre ellos.

A continuación se expone una tabla con los resultados obtenidos:

Tabla 17: Resultados Escenario 2

Quirófano	% Utilización Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	49%	13.3	7.9	0.2	0.6
11	51%	12.8	5.4	0.3	0.5
10	53%	14.5	7.7	0.4	0.8
9	58%	9.8	4.6	0.3	1.2
8	57%	11.8	20.9	0.6	1.0
7	59%	12.7	1.3	0.2	1.3
6	51%	12.5	6.4	0.3	0.6
5	54%	10.8	9.6	0.4	0.6
4	42%	11.4	6.8	0.4	0.8
3	53%	11.4	5.8	0.3	1.2
2	56%	12.8	8.9	0.5	0.8
1	48%	13.3	20.9	0.6	1.2

% Utilización Promedio	53%	Total de pacientes promedio semanal	147.1
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	1555.00	Días promedio con actividad fuera de horario	0.85
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	4.3	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	11.5
Promedio Semanal de Minutos de Bloqueo Quirófanos	106.16	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	312.3

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados se puede observar que; de mantener los nuevos quirófanos habilitados, tasas de realización de intervenciones o de llegadas, como las que se utilizan en el modelo de simulación, entonces el nivel de utilización global para todos los quirófanos se mantiene estable en un 53%. Esto indica, que a pesar de la implementación de 3 quirófanos más, el sistema no colapsa, lo que se puede confirmar al revisar las cifras de días con actividad fuera de horario, las que se mantienen en torno a 1 día por quirófano a la semana; y el indicador Promedio Situaciones de Bloqueo Quirófanos en una semana, que si bien aumenta hasta alcanzar un valor de 4.3 situaciones promedio en una semana, puede considerarse como aceptable. Sin embargo, el aumento más dramático se registra en el indicador Promedio Situaciones de Bloqueo P-A en una semana, el que aumenta considerablemente hasta 11,5 situaciones promedio semanales. En virtud de una mayor rigurosidad, se procederá a evaluar la significancia estadística de la diferencia entre los resultados obtenidos para el Escenario 1, con los obtenidos para el Escenario 2.

- Días Promedio con actividad Fuera de Horario:

Tabla 18: Test de Medias Días Promedio con Actividad Fuera de Horario

	Escenario 2	Escenario 1
Media	0.854	1.027
Varianza	0.08	0.31
Observaciones	12	9
Diferencia de medias	-0.173	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-0.853230744	
Valor crítico de t	2.201	

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa, el estadístico t se encuentra dentro de la región de No rechazo, por lo que se asume igualdad de medias, que en este caso representa igualdad en el número de días que un quirófano registra actividad fuera de horario durante una semana.

- Promedio Semanal de Situaciones de Bloqueo de Quirófanos:

Tabla 19: Test de Medias Promedio Semanal de Situaciones de Bloqueo de Quirófanos

	Escenario 2	Escenario 1
Media	4.33	0.166
Varianza	8.7878	0.1515
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	4.164	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	4.82446975	
Valor crítico de t	2.201	

Fuente: Elaboración Propia

El test arroja como resultado, que la diferencia es estadísticamente significativa respecto de las situaciones de bloqueo de los quirófanos en ambos casos, sin embargo, un promedio semanal de 4 bloqueos semanales, difícilmente puede ser considerado como un colapso del sistema.

- Promedio Semanal de Situaciones de Bloqueo P-A:

Tabla 19: Test de Medias Promedio Semanal de Situaciones de Bloqueo Post-Anestesia

	Esenario 2	Escenario 1
Media	11.5	5.08
Varianza	33.36	18.03
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	6.42	
Grados de libertad	20	
Estadístico t	3.102318211	
Valor crítico de t	2.086	

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, el test también arroja que la diferencia es estadísticamente significativa para las situaciones de bloqueos de las camas de Post-Anestesia, bajo cada escenario. Sin embargo, a diferencia del caso de los bloqueos de quirófanos, aquí el valor alcanzado de 11.5 sí es considerado significativo.

De las cifras entregadas por el modelo de simulación, la que resulta más notable, es el aumento en el promedio semanal de intervenciones realizadas, lo que es de esperar debido a la nueva capacidad instalada que se habilita.

11.3. Escenario 3

El objetivo de este escenario, es determinar un número de camas a agregar a la unidad de Intermedio Quirúrgico, de modo de aumentar su capacidad, para reducir de ésta manera el número de situaciones de bloqueo de las camas de Post-Anestesia, donde un paciente debe permanecer más de lo que corresponde, debido a que no hay cupo de camas en Intermedio Quirúrgico. Al modelo se incorporan 3 camas extras al área de Intermedio Quirúrgico, y se asume que existe una capacidad instalada de 9 quirófanos, como en el Escenario 1. Los resultados obtenidos, son resumidos en el siguiente cuadro.

Tabla 20: Resultados Escenario 3

Quirófano	% Utilización Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	49%	14.5	0.8	0.1	1.5
11	53%	12.5	0.0	0.0	0.4
10	58%	14.3	1.0	0.1	1.0
9	52%	8.3	0.3	0.1	0.8
8	55%	12.5	0.0	0.0	1.6
7	55%	12.3	0.0	0.0	1.4
6	51%	12.2	0.0	0.0	0.9
5	48%	9.6	5.1	0.1	0.5
3	56%	10.9	2.0	0.1	0.8

% Utilización Promedio	53%	Total de pacientes promedio semanal	107.1
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	1405.77	Días promedio con actividad fuera de horario	0.98
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	0.41	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	0.4
Promedio Semanal de Minutos de Bloqueo Quirófanos	9.19	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	2.25

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en los resultados, la gran mayoría de los indicadores de rendimiento definidos mantienen valores similares a los del Escenario 1, sin embargo, el indicador, Promedio Situaciones de Bloqueo P-A en una semana, registra una disminución importante respecto de dicho escenario. Esto debido a la incorporación al modelo, de 3 camas adicionales a la unidad de Intermedio Quirúrgico. Para analizar la significancia estadística del resultado, se recurre al test de igualdad de medias con varianzas diferentes, cuyos resultados se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 21: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Post-Anestesia

	Escenario 3	Escenario 1
Media	0.4	5.08
Varianza	0.81	18.08
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-4.68	
Grados de libertad	11.98364518	
Estadístico t	-3.730100191	
Valor crítico de t	2.17	

Fuente: Elaboración Propia

El test entrega como resultado, que el estadístico t calculado se encuentra fuera de la región de No rechazo, entre -2.17 y 2.17, y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que postula que el número de veces promedio en una semana que se producen situaciones de bloqueo de una cama de Post-Anestesia son iguales para un escenario en que se cuenta con la dotación original de camas, como para un escenario en el cual se agregan 3 camas extras a la dotación original.

11.4. Escenario 4

En este experimento, se busca averiguar si la dotación de camas extra que se determinó en el Escenario 3, es suficiente para satisfacer la demanda hipotética que se podría registrar al habilitar los 3 quirófanos que actualmente se encuentran en desuso. Luego, en este escenario, se agregan a la unidad de Intermedio Quirúrgico las 3 camas respecto de su dotación original, y se realizan intervenciones en 12 quirófanos en vez de 9. Los resultados obtenidos son ilustrados en la siguiente tabla:

Tabla 22: Resultados Escenario 22

Quirófano	% Utilización Semanal	Output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	49%	13.3	7.9	0.2	0.6
11	51%	12.8	5.4	0.3	0.5
10	53%	14.5	7.7	0.4	0.8
9	58%	9.8	4.6	0.3	1.2
8	57%	11.8	20.9	0.6	1.0
7	59%	12.7	1.3	0.2	1.3
6	51%	12.5	6.4	0.3	0.6
5	54%	10.8	9.6	0.4	0.6
4	43%	11.4	6.8	0.4	0.8
3	53%	11.4	5.8	0.3	1.2
2	56%	12.8	8.9	0.5	0.8
1	48%	13.3	20.9	0.6	1.2

% Utilización Promedio	53%	Total de pacientes promedio semanal	147.1
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	1555.00	Días promedio con actividad fuera de horario	0.85
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	4.3	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	0.91
Promedio Semanal de Minutos de Bloqueo Quirófanos	106.16	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	21.9

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados indican que el funcionamiento general del sector no se ve afectado en este escenario en comparación al Escenario 2, en el cuál también se habilitaba un total de 12 quirófanos para realizar intervenciones. Sin embargo, el indicador Promedio Situaciones de Bloqueo P-A en una semana sí registra una disminución importante respecto del Escenario 2. Para verificar la significancia estadística de esta disminución en el número promedio de bloqueos semanales en camas de P-A, se recurre al ya mencionado test de hipótesis, cuyos resultados pueden observarse en la siguiente tabla:

Tabla 23: Test de Medias Situaciones de Bloqueo Post-Anestesia

	Escenario 4	Escenario2
Media	0.91	11.5
Varianza	1.72	33.36
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-10.59	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-6.193794482	
Valor crítico de t	2.179	

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados entregan, como era de esperar, la conclusión de que la diferencia para el indicador Promedio Situaciones de Bloqueo P-A en una semana, para escenarios en que se utilizan 12 quirófanos, uno en que se habilitan 3 camas extras en la unidad de Intermedio Quirúrgico, y en el otro no, es estadísticamente significativa. Luego, esta implementación extra, no sólo eliminaría estas situaciones de bloqueo en el escenario actual dónde se utilizan 9 quirófanos para intervenir, como se pudo comprobar en el Escenario 3, sino que además, reduciría casi por completo las mismas situaciones, en el muy probable escenario de que se habilite nuevamente los 3 quirófanos que hoy se encuentran en desuso.

11.5. Escenario 5

Como se mencionó en el apartado 9 Diagnóstico Situación Actual, del presente trabajo, se considera que el proceso de elaboración de la tabla operatoria es deficiente. Por una parte, el hecho que la tabla operatoria definitiva quede totalmente definida tan solo 1 día antes de la fecha a la cual hace referencia, tiene como consecuencia que no sea posible realizar una eficiente gestión de los pacientes, debido a que recién el día antes de su intervención se les comunica, en el caso de los servicios de Urología y Cirugía, la hora de ésta, la que de ser a primera hora en la mañana, significa que el paciente, debe ser hospitalizado la noche anterior, y en caso de que la intervención no sea la primera del día, el paciente se debe hospitalizar el mismo día de la operación en la mañana. Además, si el estado de salud del paciente ha cambiado, por ejemplo si sufre de resfrío, nadie se entera hasta el día anterior, o muchas veces el mismo día de la intervención en la mañana. Todo esto deriva en un alto número de no presentaciones por parte de los pacientes a las intervenciones, o a suspensiones porque el paciente no cumple las condiciones necesarias como llegar en ayuno, las que difícilmente se pueden reemplazar con tan poca anticipación, y por lo tanto los índices de utilización, y de números de pacientes atendidos se ven disminuidos. Esto puede verificarse en el Anexo 3, de causas de suspensiones, donde se observa que un número importante de éstas, se debe a que el paciente se encuentra enfermo en la fecha de la intervención, o simplemente no se presenta.

Por otra parte, una deficiencia que se detecta sobre el mismo proceso, es la nula comunicación que existe entre los secretarios de los diferentes servicios, quienes consideran sólo como tiempo disponible para realizar sus respectivas operaciones, aquél que les corresponde en virtud de los quirófanos que tienen asignados, y por lo tanto, deben postergar intervenciones en días de alta demanda, cuando en realidad esa intervención se podría haber realizado ese mismo día, pero en un quirófano de otro servicio, que sí tenía disponibilidad de tiempo, debido a que no había ninguna intervención programada a realizarse allí.

Esta situación, se refleja en el modelo, en las tablas de probabilidad de número de llegadas¹⁵, las que al haber sido elaboradas en base a datos reales, representan la baja utilización actual de los quirófanos. De cada tabla se puede calcular una Esperanza probabilística del número de llegadas, y la sumatoria de dichas esperanzas, representa la Esperanza Probabilística del número de intervenciones semanales a realizar en el Sector B.

$$\sum_{\text{Quirófano}} \sum_{\text{Día}} E(N^{\circ} \text{llegadas}) = 107.27$$

Al realizar el cálculo, se obtiene un valor esperado de 107.27 intervenciones semanales.

Modificar el proceso de elaboración de la Tabla Operatoria, de manera que ésta se concrete anticipadamente, por lo menos 2 días antes de la fecha a la cual la tabla corresponde, derivaría en una mejor gestión de los pacientes, ya que se les notificaría con anticipación de detalles tan importantes como la fecha y hora de hospitalización, además de verificar el estado de salud de éstos y ver si están habilitados para ser intervenidos quirúrgicamente. Por una parte, esto traería una disminución en el número de suspensiones, pero por otra, proporcionaría tiempo de reacción para realizar sustituciones, si es que un paciente es inhabilitado a tiempo, y de esta manera no perder el tiempo operativo del quirófano.

Una comunicación fluida entre los secretarios de los diferentes servicios, también tendría un impacto en términos de aumentar la utilización de los quirófanos, para ello bastaría con que se enviarán por correo electrónico sus propuestas de tabla anticipadamente, para de esa manera, saber cuándo y cuál quirófano ajeno podría ser solicitado, a modo de préstamo, para realizar un intervención que de otra manera tendría que ser postergada, pero que en este caso, ocuparía tiempo muerto de un quirófano.

¹⁵ Ver Anexo 7: Tablas de Probabilidad de Número de Llegadas

Una situación, como la descrita anteriormente, derivaría en la realización de un mayor número de intervenciones semanales. Para reflejar dicha situación en el modelo de simulación, se escoge, para cada quirófano, la Tabla de Probabilidad de Número de Llegadas que corresponda al día cuya esperanza de número de llegadas sea la mayor de la semana. Luego ésta tabla, se utiliza para determinar el número de llegadas de todos los días de la semana, es decir, se repite para los otros 4 días. Los resultados, de dicho modelo se observan en el siguiente cuadro:

Tabla 24: Resultados Escenario 5

Quirófano	% Utilizacion Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	64%	17.1	0.0	0.0	2.0
11	61%	15.7	0.2	0.1	1.6
10	56%	15.0	1.4	0.2	0.7
9	58%	10.0	0.0	0.0	1.3
8	64%	13.4	0.3	0.1	1.3
7	62%	14.2	2.0	0.1	1.1
6	56%	14.6	0.6	0.1	1.8
5	55%	11.2	2.1	0.1	1.6
3	63%	13.6	2.0	0.1	1.3

% Utilización Promedio	60%	Total de pacientes promedio semanal	124.8
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	1816.99	Días promedio con actividad fuera de horario	1.4
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	0.6	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	4
Promedio Semanal de Minutos de Bloqueo Quirófanos	8.5	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	90

Fuente: Elaboración Propia

Como es posible observar de los resultados, se registra un aumento importante en el número promedio de pacientes intervenidos en una semana, respecto del Escenario 1, que refleja la situación actual. En relación a los otros indicadores de rendimiento, se observa que, con excepción del indicador Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario, no registran aumentos drásticos que puedan ser considerados como significativos en consideración a los obtenidos para el Escenario 1. Para contrastar el tiempo de actividad fuera de horario registrado en el Escenario 1, con el registrado para el Escenario 5, se recurre al test de igualdad de medias con varianzas distintas, los resultados pueden observarse en el siguiente cuadro:

Tabla 25: Test de Medias Tiempo Promedio Semanal de actividad Fuera de Horario

	Escenario 1	Escenario 5
Media	1476.25	1816.99
Varianza	17617.4	8162.8
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-340.74	
Grados de libertad	19	
Estadístico t	-7.351409259	
Valor crítico de t	2.093	

Fuente: Elaboración Propia

El test indica que la diferencia en el indicador Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario registrada para los escenarios 1 y 5, es estadísticamente significativa. Al contextualizar este indicador para una semana de funcionamiento, es posible observar que se traduce en 3.3 horas de funcionamiento fuera de horario para cada quirófano, en promedio para el Escenario 5. Lo que al ser contrastado con las 2.7 horas de funcionamiento fuera de horario promedio, obtenidas para el Escenario 1, parece ser un trade-off, más que aceptable, en relación al aumento observado para el promedio de intervenciones semanales en el Escenario 5.

Luego, este resultado se puede interpretar como que el Sector B está capacitado para operar toda la semana, de la misma manera que lo hace el día en que más intervenciones se realizan, y que aún así, no se observa un colapso del sistema, es decir, hay holgura.

11.6. Escenario 6

En este escenario, y en los que siguen (7 y 8), se busca evaluar el impacto que pueden tener en los indicadores de rendimiento, distintos criterios de secuenciación de las intervenciones según su tiempo esperado de duración. Para ello, se recurre a la opción Appointments del objeto Patient Arrivals, que permite, establecer manualmente, un horario de llegada de los pacientes al sistema para toda la corrida de simulación. De esta manera, se asegura que la secuencia de pacientes a lo largo del día siga cierto patrón en función de los tiempos de duración de las intervenciones, lo que no era posible asegurar con el anterior sistema de llegadas que se había establecido para todos los escenarios anteriores, debido a la aleatoriedad con que se habían definido las llegadas. Si bien para aquél sistema, se impuso una mayor prioridad para aquellos pacientes cuyos tiempos de intervención fueran mayores (un track con tiempo de intervención de rango 3, tenía mayor prioridad que un track con tiempo de intervención rango 2, y por lo tanto era atendido antes), esto no aseguraba que efectivamente se

siguiera dicha secuencia, ya que debido a las Tablas de Probabilidad de Tipo de Track, que constituían cada objeto Patient Arrivals, existía la posibilidad, de que por ejemplo, de generarse 2 pacientes (para un quirófano dado, un día determinado de la semana) , los 2 correspondieran al mismo track, o bien, podían corresponder a diferentes tracks, pero con el mismo rango para el tiempo de intervención (recordar que el rango de tiempo para el tipo de intervención es sólo 1 de los atributos que determina a cada track), y con diferentes destinos post-operatorios. Para que las diferencias sean observables entre este escenario y el 7 y 8, se generará por medio de las llegadas una situación de alta demanda, para ello, se asume la utilización de los 12 quirófanos, y la realización semanal de un total de 159 intervenciones, lo que de todas maneras, no representa una cantidad exagerada de intervenciones diarias por quirófano.¹⁶

Los resultados obtenidos para este resultado se observan en el siguiente cuadro:

Tabla 26: Resultados Escenario 6

Quirófano	% Utilizacion Semanal	Output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	28%	15.00	222.4	3.9	1.4
11	19%	15.00	305.5	5.2	0.8
10	23%	15.00	289.9	5.5	0.5
9	53%	9.00	125.6	2.3	0.3
8	15%	14.00	301.6	5.8	0.6
7	27%	15.00	262.4	5.3	0.9
6	28%	14.00	252.0	4.3	0.8
5	59%	10.00	145.7	2.7	0.4
4	42%	12.00	226.6	4.3	0.4
3	38%	14.00	221.2	4.5	1.9
2	40%	13.00	274.6	4.8	0.4
1	44%	13.00	201.5	3.9	1.9

% Utilización Promedio	35%	Total de pacientes promedio semanal	159.00
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	595.32	Días promedio con actividad fuera de horario	0.9
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	52.2	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	12.75
Promedio Semanal de Minutos de Bloqueo Quirófanos	2829	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	385

Fuente: Elaboración Propia

¹⁶ Ver Anexo 11: Programación Semanal de Intervenciones para Escenario 6

De los resultados obtenidos, destaca la baja tasa de utilización promedio semanal de los quirófanos de un 35%, y el alto número de situaciones de bloqueo de quirófano en 1 semana, lo que deriva a la vez en un alto promedio de minutos de bloqueo de quirófanos a la semana. El bajo porcentaje de utilización semanal, se explica, por el alto promedio de minutos de bloqueo de quirófanos semanal, ya que estos minutos se restan de los minutos de utilización del quirófano para calcular finalmente el porcentaje de utilización.

11.7. Escenario 7

Este escenario es esencialmente el mismo que el Escenario 6, ya que la cantidad de intervenciones a realizar se establece también en 159 por semana, y además se utilizan exactamente los mismos tracks que en el Escenario 6. La única diferencia, radica en que para este escenario, se establece que aquellos pacientes cuyos tiempos de intervención correspondan a rangos de menor duración, sean atendidos antes que aquellos pacientes cuyos rangos correspondan a mayores tiempos de duración de la intervención quirúrgica. Por ejemplo, si para un determinado quirófano en un mismo día, se realizan 3 intervenciones, correspondiendo estas a tracks cuyos tiempos de intervención corresponden a los rango 1, 2 y 3; entonces el orden en que las intervenciones se realizarán será primero el track de rango 1, luego el de rango 2, y finalmente, el de rango 3.

Los resultados obtenidos para este escenario se exponen en el siguiente cuadro:

Tabla 27: Resultados Escenario 7

Quirófano	% Utilización Semanal	Output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	65%	15.00	25.6	1.1	1.0
11	60%	15.00	46.2	1.5	0.3
10	56%	15.00	43.0	1.6	0.0
9	58%	9.00	22.8	0.8	0.2
8	61%	14.00	29.2	1.1	0.0
7	68%	15.00	20.6	1.2	0.3
6	58%	14.00	25.8	1.4	0.1
5	60%	10.00	37.7	1.7	0.1
4	61%	12.00	39.6	1.5	0.3
3	72%	14.00	10.6	0.7	1.0
2	65%	13.00	16.2	0.9	0.0
1	65%	13.00	34.8	1.2	0.3

% Utilización Promedio	63%	Total de pacientes promedio semanal	159.00
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	168.80	Días promedio con actividad fuera de horario	0.3
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos	14.6	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	5.6
Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos	352	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	176

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados, se observa una mejora importante en todos los indicadores de rendimiento, con excepción del promedio de pacientes semanales, que como se dijo anteriormente se establece determinísticamente en 159. Dentro de otras cosas destaca el aumento considerable en el porcentaje de utilización promedio semanal del sector, que se encumbra en un 63%. Este significativo repunte, se explica debido a la notoria reducción en el tiempo promedio semanal de actividad fuera de horario, y en la disminución aún más notoria en el promedio semanal de minutos de bloqueo de quirófanos, respecto del Escenario 6. Esta disminución de tiempos fuera de horario, y tiempos ociosos, se explica a su vez, en que el número promedio de veces en que estas situaciones se presentan en la semana, se ve reducido, especialmente las situaciones de bloqueo de los quirófanos.

Sólo por efectos de rigurosidad, se procederá a evaluar la diferencia estadística entre los valores obtenidos para este escenario, con los obtenidos en el Escenario 6 para los siguientes indicadores: Porcentaje de Utilización Semanal, Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario, Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos y Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A.

- Porcentaje de Utilización Promedio

Tabla 28: Test de Medias de Porcentaje de Utilización Promedio Semanal

	Escenario 7	Escenario 6
Media	0.623	0.3389
Varianza	0.0004613	0.027
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	0.2841	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	5.938835699	
Valor crítico de t	2.201	

Fuente: Elaboración Propia

El test arroja como resultado, que la diferencia en el porcentaje de utilización registrada para ambos escenarios es estadísticamente significativa.

- Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario

Tabla 29: Test de Medias Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario

	Escenario 7	Escenario 6
Media	168.8	595.32
Varianza	7325.04	114160.83
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-426.52	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-4.239036338	
Valor crítico de t	2.179	

Fuente: Elaboración Propia

La diferencia es estadísticamente significativa para el indicador de tiempo fuera de horario.

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos

Tabla 30: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos

	Escenario 7	Escenario 6
Media	14.58	52.16
Varianza	22.44	169.24
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-37.58	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	-9.402838967	
Valor crítico de t	2.145	

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que los test anteriores, la diferencia resulta ser estadísticamente significativa.

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A

Tabla 31: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A

	Escenario 7	Escenario 6
Media	5.58	12.75
Varianza	8.08	42.02
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-7.17	
Grados de libertad	15	
Estadístico t	-3.509060983	
Valor crítico de t	2.131	

Fuente: Elaboración Propia

Como era de esperarse, para este indicador, la diferencia también resulta ser estadísticamente significativa.

Luego, una vez realizados los test de hipótesis anteriores, se observa que el rendimiento alcanzado por el sector, bajo un esquema de secuenciación de intervenciones, en el cuál se van realizando primero aquellas que tienen un tiempo esperado de duración menor, y se postergan para el final del día aquellas que tienen un tiempo esperado de duración mayor (el utilizado en este escenario), es estadísticamente superior al rendimiento alcanzado bajo un esquema en el cual se realizan primero aquellas que tengan un tiempo esperado de duración mayor (Escenario 6).

11.8. Escenario 8

Este escenario, también es muy similar a los 2 anteriores, y la única diferencia se encuentra también en la secuenciación de las intervenciones a lo largo del día, en función de los rangos de duración de la intervención quirúrgica. En este caso, el criterio utilizado dispone que la intervención cuyo rango de tiempo sea menor, se realice primero, luego en segundo lugar, se realice aquella cuyo rango de intervención sea el mayor, luego en tercer lugar, aquella cuyo rango de tiempo sea el segundo menor, luego en cuarto, cuyo rango de tiempo sea el segundo mayor, y así sucesivamente. Por ejemplo, si en quirófano 12 se realizarán 3 intervenciones el día lunes, y los rangos de tiempo de cada track son 1, 2 y 3, entonces el primero en ser intervenido sería aquel cuyo rango sea 1, luego el de rango 3, y finalmente el de rango 2.

Tabla 32: Resultados Escenario 8

Quirófano	% Utilizacion Semanal	Output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	63%	15.00	30.6	1.4	1.1
11	60%	15.00	48.1	2.2	0.3
10	59%	15.00	24.1	1.2	0.2
9	57%	9.00	36.0	1.4	0.2
8	49%	14.00	62.4	1.8	0.2
7	67%	15.00	40.2	1.7	0.3
6	58%	14.00	22.4	0.9	0.3
5	61%	10.00	50.6	1.6	0.0
4	61%	12.00	46.1	1.5	0.3
3	65%	14.00	46.3	1.7	1.1
2	63%	13.00	36.4	1.3	0.3
1	65%	13.00	41.9	1.4	0.5

% Utilización Promedio	60%	Total de pacientes promedio semanal	159.00
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	203.70	Días promedio con actividad fuera de horario	0.4
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	18	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	7.5
Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos	485	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	243.6

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos para este escenario, se observa también una mejora para todos los indicadores de rendimiento del sector, respecto de los obtenidos para el

Escenario 7. Sin embargo, es posible percatarse, que el rendimiento alcanzado, es levemente inferior al obtenido en el Escenario 7. Para verificar la significancia estadística entre estas pequeñas diferencias, se recurrirá al test de igualdad de medias con varianzas desiguales para comparar los indicadores: Porcentaje de Utilización Semanal, Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario, Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos y Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A.

- Porcentaje de Utilización Promedio

Tabla 33: Test de Medias Porcentaje de Utilización Promedio

	Escenario 8	Escenario 7
Media	0.6	0.623
Varianza	0.0003837	0.0004613
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-0.023	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	-2.740880522	
Valor crítico de t	2.074	

Fuente: Elaboración Propia

El resultado del test sobre este indicador, señala que la diferencia para los resultados obtenidos en los escenarios 7 y 8, es estadísticamente significativa. Sin embargo, en la práctica, una diferencia de 2.3 puntos porcentuales difícilmente puede ser considerada como importante.

- Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario

Tabla 34: Test de Medias Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario

	Escenario 8	Escenario 7
Media	203.76	168.8
Varianza	12048.49	7325.04
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	34.96	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	0.870076957	
Valor crítico de t	2.08	

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, la diferencia registrada para el tiempo con actividad fuera de horario, no resulta ser estadísticamente significativa. En la práctica, si se considera que ambos promedios de tiempo de actividad fuera de horario, se distribuyen entre 9 quirófanos, en 5 días de la semana, entonces es posible apreciar lo pequeña que resulta esta diferencia.

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos

Tabla 35: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos

	Escenario 8	Escenario 7
Media	18	14.58
Varianza	23.63	22.44
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	3.42	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	1.745450846	
Valor crítico de t	2.074	

Fuente: Elaboración Propia

El test indica que para estas métricas, la diferencia no es estadísticamente significativa.

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A

Tabla 36: Test de Medias Promedio semanal Situaciones de Bloqueo P-A

	Escenario 8	Escenario 7
Media	7.5	5.58
Varianza	13.54	8.08
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	1.92	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	1.430421427	
Valor crítico de t	2.08	

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, el test indica también, que la diferencia no es estadísticamente significativa.

De los resultados entregados por los diferentes test estadísticos, se desprende que las diferencias registradas por el modelo de simulación, a favor del Escenario 7 en desmedro del Escenario 8, no son estadísticamente significativas. Y por lo tanto no existiría diferencia, relevante al menos, al inclinarse por un esquema de secuenciación por sobre otro en este caso.

11.9. Escenarios con Proceso de Pre-Anestesia

En los escenarios que se exponen a continuación, se implementa una modificación al proceso original de Intervención Quirúrgica, que ha sido simulado hasta ahora en todos los escenarios anteriores. La modificación consiste en la realización de un proceso de pre-anestesia, a través del cual, se establece la posibilidad, de que el paciente sea preparado para la anestesia, en una sala diferente al quirófano, mientras éste último se encuentra en preparación o mantención para la próxima intervención.

Con el objetivo de realizar una adaptación realista del nuevo proceso, se sostuvo una reunión con la anesthesióloga del HCUCH, señora Dayamé Alonzo.

En la reunión, la doctora explicó que el proceso de anestesia que se proporciona en las intervenciones quirúrgicas, tiene 3 componentes principales:

- La monitorización
- La analgesia
- Anestesia propiamente tal

La monitorización, como su nombre lo dice, corresponde a la actividad de monitorear distintas variables claves relacionadas al estado del paciente. La monitorización más básica que se debe realizar sobre cualquier paciente que es intervenido quirúrgicamente es realizada a través del electrocardiograma, para lo cual se conecta al paciente una serie de electrodos en la zona del tórax, un saturómetro de oxígeno en el dedo índice y un esfigmomanómetro (manguito de presión arterial) en el brazo. Para cirugías más complejas, donde es necesario manejar mayor información sobre el estado del paciente y por lo tanto hay que medir un número superior de indicadores, es necesario recurrir a mecanismos de monitorización más invasivos, y por lo tanto se recurre a la instalación de vías de presión arterial invasiva, vía de presión venosa central, y a un catéter de arteria pulmonar. Lógicamente, es la preparación para la monitorización lo que más tiempo toma de este componente de la anestesia, y

dependiendo del grado de complejidad de la intervención, será qué tan invasiva deba ser la monitorización.

La analgesia, consiste en anestesiar zonas focalizadas del cuerpo del paciente, que son las zonas de directa relación con la intervención a la que será sometido. Básicamente, las vías por las cuales se proporciona la analgesia se descomponen en 2 tipos, dependiendo si la operación es de extremidades o del tronco. Para las operaciones de extremidades, como una safenectomía, se instalan los plexos nerviosos. Para las operaciones de tórax se utiliza la epidural, que consiste en instalar un catéter en la espalda por donde se suministra el analgésico.

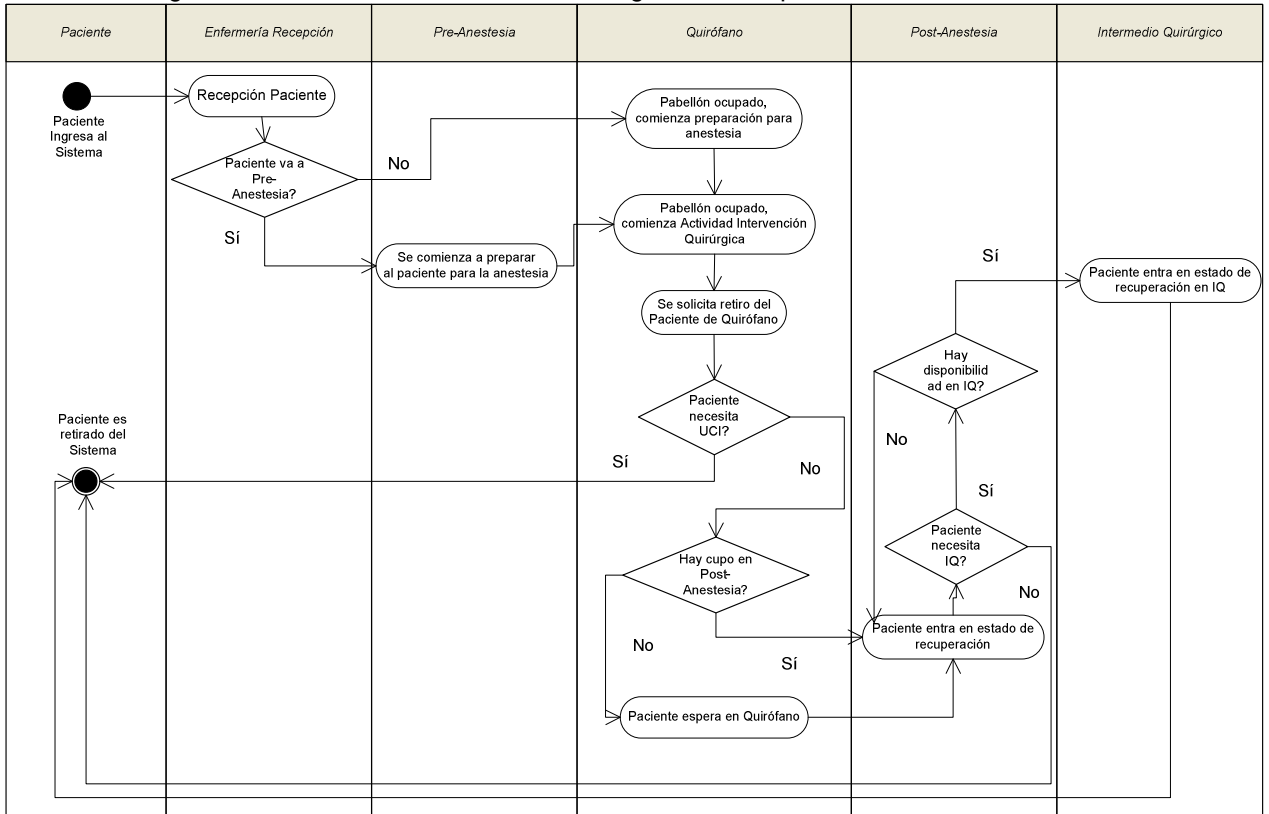
Finalmente, la anestesia propiamente tal, consiste en sedar o adormecer al paciente para realizar la intervención sin que este se encuentre en un estado de lucidez durante la intervención. Esto se realiza proporcionando al paciente un medicamento vía indovenosa, que se suministra por el catéter que éste tiene en la mano, o bien, la sedación puede ser proporcionada vía aérea, utilizando una mascarilla y luego intubando al paciente.

Según lo comentado por la anesthesióloga, para preparar al paciente tanto para la monitorización como para la analgesia, es necesario invadir al paciente, y son por lo tanto las actividades que más tiempo toman durante el proceso de anestesia. Invadir al paciente significa instalar todos los catéteres y vías necesarias. Como durante la realización de estas actividades, al paciente no se le suministra ninguna droga, no es necesario monitorearlo, y por lo tanto, según explica la anesthesióloga, estas actividades pueden ser realizadas en una sala diferente del quirófano, como parte de un proceso de pre-anestesia, desde donde el paciente es trasladado posteriormente al quirófano. La doctora afirma que para cirugías complejas, todo el proceso de invasión para preparar la monitorización y la analgesia puede tomar alrededor de 1 hora, y una vez en el quirófano, el proceso de anestesiar al paciente y suministrar los medicamentos no debiera demorar más de 15 minutos. Por otra parte, para cirugías de menor complejidad, la doctora dice que todo el proceso debiera durar alrededor de 30 minutos, ya que la monitorización es superficial, y por lo tanto no es necesario instalar catéteres ni vías para medir presiones extras, por lo que el proceso de pre anestesia podría tomar 20 minutos, principalmente en instalar la vía indovenosa, y luego la anestesia en el quirófano no debiera tomar más de 10 minutos.

Considerando la información proporcionada por la doctora, se decidió, que el proceso de pre anestesia, sería una opción sólo para aquellos pacientes, en cuyos tracks estuviera determinado que el tiempo de la actividad quirúrgica realizada en el quirófano, correspondiera a los rangos 3 y 4. Mientras más larga la intervención, también se hace más complicada, porque hay que mantener al paciente anestesiado por una mayor cantidad de tiempo, y por lo tanto, es en estas intervenciones, donde es necesario realizar una monitorización mas invasiva de los pacientes, lo que a su vez provoca que el tiempo de preparación para la anestesia sea más prolongado.

Así, el proceso de intervención que se implementará en el modelo de simulación, se ilustra en el siguiente diagrama:

Figura 18: Proceso de Intervención Quirúrgica con Subproceso de Pre-Anestesia



Fuente: Elaboración Propia

Debido a que para todos los tracks cuyos tiempos de la Actividad Intervención Quirúrgica corresponden a los rangos 3 y 4, en este nuevo proceso que se busca simular, es necesario descomponer el tiempo que en los modelos de los escenarios anteriores se asociaba sólo a la Actividad Intervención Quirúrgica, en 2, una componente corresponderá al tiempo del Proceso de Pre-Anestesia, y la otra componente corresponderá a la Actividad Intervención Quirúrgica. Para ello es necesario ajustar nuevas distribuciones de probabilidad que puedan simular estos tiempos en el modelo. A continuación se muestra una tabla con las nuevas distribuciones ajustadas para los rangos incumbentes en este caso:

Tabla 37: Distribuciones de Probabilidad para Proceso de Intervención Quirúrgica con Proceso Pre-Anestesia

Rango 3	Proceso de Pre-Anestesia pearsont5(0.000000, 444.622461, 9.683256)
	Actividad Intervención Quirúrgica weibull(0.000000, 185.891484, 6.143890)
Rango 4	Proceso de Pre-Anestesia inversegaussian(0.000000, 65.568627, 1006.771743)
	Actividad Intervención Quirúrgica weibull(106.202830, 103.547385, 1.528910)

Fuente: Elaboración Propia

Las distribuciones a los rangos 1 y 2, se mantienen iguales a las utilizadas para los escenarios anteriores¹⁷.

Debido a la modificación de procesos, que se busca simular, el layout del modelo debe ser sometido a modificaciones con el objetivo de incluir las salas donde se realizará el proceso de Pre-Anestesia. Para ello, se utilizan los actuales quirófanos 1, 2, y 4, que se encuentran en desuso, y se transforman en este modelo en las salas habilitadas para proporcionar la pre-anestesia, con una capacidad simultánea de 2 pacientes cada una.

Los demás componentes del modelo se mantienen iguales a los utilizados en los escenarios anteriores, incluyendo los 45 objetos Patient Arrivals que se utilizan para generar los pacientes para cada quirófano para cada día de la semana. Las Tablas de Probabilidad de Número de Intervenciones, utilizadas para definir el número de intervenciones a ser realizadas por cada quirófano, y las Tablas de Probabilidad de Tipo de Track, que asignan a ciertos tracks una probabilidad de ser generados, se mantienen de la misma manera, es decir, generando pacientes del mismo tipo, de acuerdo a l quirófano, el rango de tiempo de la actividad Intervención Quirúrgica, y los destinos post-operatorios.

Así, se procede finalmente a realizar los experimentos de simulación.

11.9.1. Escenario 9

En este escenario, se busca simular la situación actual, pero con la existencia de un proceso de pre-anestesia, en otras palabras, este escenario es exactamente igual al simulado en el Escenario 1, con la única salvedad de que en esta simulación, aquellos pacientes en cuyos tracks esté establecido que el tiempo de Actividad Intervención Quirúrgica corresponda a un rango de 3 o 4, tienen la posibilidad de realizar el proceso

¹⁷ Revisar apartado "10.3.4 Ajustes de distribuciones de probabilidad"

de pre-anestesia en una sala habilitada para este fin, con el objetivo de agilizar el proceso, por ejemplo, mientras el quirófano es preparado para la intervención. En el siguiente cuadro, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 38: Resultados Escenario 9

Quirófano	% Utilización Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	45%	13.6	1.8	0.1	0.6
11	44%	14.2	16.4	0.1	0.6
10	43%	14.1	23.7	0.1	0.4
9	36%	8.3	0.0	0.0	0.2
8	42%	11.8	0.0	0.0	0.4
7	48%	12.5	4.6	0.1	0.6
6	37%	11.8	20.8	0.2	0.4
5	37%	7.5	13.6	0.1	0.3
3	45%	11.7	0.0	0.0	0.4

% Utilización Promedio	42%	Total de pacientes promedio semanal	105.5
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	411.28	Días promedio con actividad fuera de horario	0.4
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	0.6	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	4.5
Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos	81	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	124

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos, resalta respecto de la situación actual, simulada en el Escenario 1, una disminución importante en el Porcentaje de Utilización Promedio, para verificar la significancia estadística registrada para este indicador, se recurre al test de igualdad de medias:

Tabla 39: Test de Medias Porcentaje de Utilización Promedio

	Escenario 9	Escenario 1
Media	0.42	0.52
Varianza	0.0042349	0.0019412
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-0.1	
Grados de libertad	19	
Estadístico t	-4.40791756	
Valor crítico de t	2.093	

Fuente: Elaboración Propia

El test indica que la diferencia en las medias es estadísticamente significativa. El inferior valor registrado para el Porcentaje de Utilización Promedio en el Escenario 9, pese a registrarse un nivel de intervenciones prácticamente igual, para ambos escenarios, puede explicarse debido a que en este escenario, existen pacientes que realizan el Proceso de Pre-Anestesia fuera del quirófano, razón por la cual, el tiempo en que se registra actividad dentro del quirófano se ve disminuido. Sin embargo, esto representa una utilización de un tiempo muerto, que evidentemente tiene un impacto positivo, lo que es posible visualizar en la reducción del indicador Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario, experimentada en el Escenario 9. Para confirmar la validez de dicha reducción se recurre al test de igualdad de medias:

Tabla 40: Test de Medias Tiempo Promedio semanal de Actividad Fuera de Horario

	Escenario 9	Escenario 1
Media	411.28	1476.24
Varianza	94397.68	1427009.9
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-1064.96	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-2.990894755	
Valor crítico de t	2.179	

Fuente: Elaboración Propia

Como se observe, el estadístico se encuentra fuera de la región de aceptación, por lo que se rechaza la hipótesis nula, y se acepta que la diferencia registrada en ambos escenarios, para el indicador Tiempo Promedio de Actividad Fuera de Horario, es estadísticamente significativa. Luego, la implementación de un proceso de pre anestesia, ayuda a disminuir considerablemente el tiempo que se trabaja fuera de horario, así como las oportunidades en que esto ocurre, lo que se puede observar al comparar el indicador, Días promedio con actividad fuera de horario, lo que lógicamente es considerado como una mejora al proceso.

Por otra parte, el indicador Promedio Semanal Minutos de Bloqueo de Quirófanos, registra un alza considerable para el Escenario 9 respecto del Escenario 1, a pesar de que el número promedio de veces que esta situación ocurre no aumenta considerablemente. Esto puede deberse a que, al estar en promedio menos tiempo los pacientes en los quirófanos, entonces cuando se producen situaciones de bloqueo de éstos, son por un tiempo más prolongado, ya que hay menos holgura de tiempo para que los pacientes que se encuentran recuperando en Post-Anestesia, terminen su recuperación.

11.9.2. Escenario 10

En este escenario, se simula la misma situación del Escenario 5, es decir, se utiliza para generar las llegadas de todos los días para cada quirófano, aquella Tabla de Probabilidad de Número de Llegadas, que proporcione la mayor esperanza probabilística dentro de la semana. Con esto se busca analizar un escenario de alta demanda, simulando que el sector funciona toda la semana, como el día en que mayor carga tiene, y evaluar si se producen diferencias entre el proceso original y el proceso con pre-anestesia. Los resultados obtenidos se ilustran a continuación:

Tabla 41: Resultados Escenario 10

Quirófano	% Utilización Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	50%	16.8	15.7	0.5	1.1
11	56%	17.6	15.7	0.2	1.9
10	51%	14.8	2.0	0.2	0.6
9	37%	9.8	13.5	0.3	0.8
8	48%	13.1	5.1	0.2	0.8
7	55%	14.7	0.0	0.0	1.1
6	47%	13.7	4.2	0.4	0.9
5	43%	9.9	3.5	0.2	0.4
3	49%	12.8	6.8	0.1	0.5

% Utilización Promedio	49%	Total de pacientes promedio semanal	123.2
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	845.41	Días promedio con actividad fuera de horario	0.9
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	1.9	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	7
Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos	66.5	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	157.3

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados se observa, como era de esperarse, un aumento en el número promedio de intervenciones realizadas a la semana, lo que repercute en un aumento, a su vez, en el Porcentaje de Utilización Promedio. Sin embargo, lo que más resalta es el indicador Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario, el que es en éste escenario, menor que para los escenarios 1 y 5. Para validar la significancia de dicho resultado, se recurre al test de igualdad de medias:

Tabla 42: Test de Medias Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario

	Escenario 10	Escenario 1
Media	845.411	1476.24
Varianza	152336.68	1427009.9
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-630.829	
Grados de libertad	13	
Estadístico t	-1.738855731	
Valor crítico de t	2.16	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43: Test de Medias Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario

	Escenario 10	Escenario 5
Media	845.411	1816.99
Varianza	152336.68	661193.64
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-971.579	
Grados de libertad	16	
Estadístico t	-3.731486464	
Valor crítico de t	2.12	

Fuente: Elaboración Propia

En el primer test, donde se contrasta el indicador Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario, de los escenarios 1 y 10, se observa que la diferencia resulta no ser estadísticamente significativa. Sin embargo, para el siguiente test, donde se contrasta el mismo indicador, pero para los escenarios 5 y 10, la diferencia sí es estadísticamente significativa. Luego, esto quiere decir, que al incluir un proceso de Pre-Anestesia, los tiempos en que se trabaja fuera de horario para un escenario de alta demanda, resultan ser en promedio similares, aunque incluso levemente menores, a los tiempos con actividad fuera de horario, para un proceso de intervención normal, sin pre-anestesia, y con niveles de demanda normal. Por otra parte, los tiempos con actividad fuera de horario para escenarios de alta demanda, son significativamente menores en un proceso que incluye la pre-anestesia, en comparación a uno que no.

Por otra parte, es posible observar, que para éste escenario, se registra un aumento en las situaciones y tiempos de bloqueo tanto de quirófanos como de camas de post-anestesia, lo que puede deberse, a que como se dijo anteriormente, existe una menor holgura de tiempo, para que los pacientes que se encuentran recuperando tanto en la Unidad de Post-Anestesia, como en la Unidad de Intermedio Quirúrgico, desocupen esas áreas, debido a que el proceso se hace más expedito en su primera etapa, pero no se ve modificado en las etapas posteriores que corresponden a la recuperación. Por esta razón, en los 3 últimos escenarios, se simulará el Proceso de Intervención Quirúrgica con la adaptación del Proceso de Pre-Anestesia, pero sujeto a distintos esquemas de secuenciación de las intervenciones en función del tiempo esperado de duración de éstas, para analizar si es posible obtener mejoras en los indicadores de rendimiento referentes a los bloqueos, tanto de quirófanos como de camas de post-anestesia, mediante esta vía.

11.9.3. Escenario 11

En este escenario, y en los 2 que siguen, se busca analizar diferencias en los indicadores de rendimiento, producto de diferentes esquemas de secuenciación de las intervenciones, en función de su tiempo esperado de duración. Tanto este escenario, como el 12 y 13, son exactamente iguales a los escenarios 6, 7 y 8 respectivamente, es decir, las llegadas son programadas manualmente para una corrida entera de simulación, representando así 1 semana; de igual modo, se establece que el número de pacientes que llegan en 1 semana, es el mismo para los tres escenarios y que además son los mismos tracks. La única diferencia respecto de los escenarios 6, 7 y 8, radica en que para los escenarios 11, 12 y 13, la simulación incluye el Proceso de Pre-Anestesia.

Como se dijo anteriormente, al incluir el Proceso de Pre-Anestesia, al Proceso de Intervención Quirúrgica, se agiliza notablemente la primera parte de éste último, aquella que tiene relación con la utilización de los tiempos muertos en los quirófanos. Sin embargo, como la segunda parte difícilmente puede ser mejorada, ya que está relacionada directamente con los tiempos de recuperación de los pacientes, se produce entonces, un cuello de botella. Luego, el objetivo de experimentar con este escenario, y con los 2 siguientes, es analizar si se pueden obtener mejoras en los indicadores de rendimiento, especialmente aquellos que dicen relación con las etapas de recuperación, como son los indicadores de situaciones y tempos de bloqueos tanto de quirófanos como de camas de post-anestesia.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos en la simulación del Proceso de Intervención Quirúrgica, adaptado al Proceso de Pre-Anestesia, bajo un esquema de secuenciación de las intervenciones según el cual se realizan primero aquellas que tienen un tiempo esperado de duración más largas, es decir, se organizan de las más largas a las más cortas:

Tabla 44: Resultados Escenario 11

Quirófano	% Utilización Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	49%	15.0	53.0	2.7	0.4
11	45%	16.0	52.4	3.1	0.2
10	39%	15.0	85.1	3.3	0.1
9	47%	9.0	40.3	1.3	0.0
8	26%	14.0	125.1	2.8	0.3
7	36%	15.0	125.0	2.0	0.3
6	21%	14.0	174.1	2.7	0.3
5	48%	9.0	44.7	0.8	0.0
3	43%	14.0	127.2	1.9	0.5

% Utilización Promedio	39%	Total de pacientes promedio semanal	121.0
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	138.17	Días promedio con actividad fuera de horario	0.2
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	20.6	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	13
Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos	826.8	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	300.6

Fuente: Elaboración Propia

Como es posible observar, al programar las intervenciones semanales manualmente, como se hace para este escenario, se registra un importante aumento en los indicadores que dicen relación con las situaciones y tiempos de bloqueo de quirófanos y camas de post-anestesia, en relación al Escenario 10. Por lo que es importante recordar que las llegadas para el Escenario 10 eran definidas de manera aleatoria, aunque priorizando el orden de las intervenciones, según el rango al que pertenecía el tiempo de duración de la actividad Intervención Quirúrgica.

11.9.4. Escenario 12

El presente escenario, es básicamente el mismo que el Escenario 11, en términos de que el número de intervenciones semanales es el mismo, los tracks que ingresan al sistema son también los mismos, y la programación de las intervenciones es realizada manualmente. La única diferencia, con el escenario anterior, es que en este caso, las intervenciones se programan para que sigan un orden de las más cortas a las

más largas, según su tiempo esperado de duración, en la realización de éstas durante el día.

Los resultados obtenidos para este escenario se ilustran en el siguiente cuadro:

Tabla 45: Resultados Escenario 12

Quirófano	% Utilización Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	57%	15.0	2.1	0.1	0.4
11	59%	16.0	1.6	0.2	0.2
10	54%	15.0	0.5	0.1	0.0
9	43%	9.0	6.0	0.3	0.0
8	52%	14.0	2.0	0.1	0.0
7	57%	15.0	2.1	0.1	0.1
6	53%	14.0	0.0	0.0	0.0
5	42%	9.0	9.1	0.6	0.0
3	57%	14.0	4.7	0.3	0.2

% Utilización Promedio	53%	Total de pacientes promedio semanal	121.0
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	10.15	Días promedio con actividad fuera de horario	0.1
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	1.58	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	5
Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos	28	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	164.8

Fuente: Elaboración Propia

Como es posible observar de los resultados, todos los indicadores de rendimiento dan cuenta de una mejora sustantiva en este escenario respecto del Escenario 11. Por una parte, se registra un incremento significativo en el indicador % Utilización Promedio, a pesar de que se realizan las mismas 121 intervenciones semanales, esto se explica en la considerable reducción registrada para los indicadores Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario y Promedio Semanal Minutos Bloqueo Quirófanos (recordar que para calcular el % de Utilización, al Tiempo de Utilización se le restaba en tiempo registrado en estos dos indicadores en los que se registran reducciones). Por otra parte, también se ven reducidos los bloqueos a las camas de Post-Anestesia, y el tiempo que éstas pasan bloqueadas. Pero para ser más rigurosos se recurrirá al test de igualdad de medias para confirmar la significancia estadística de estas mejoras.

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos

Tabla 46: Test de medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos

	Escenario 12	Escenario 11
Media	1.58	20.58
Varianza	2.99	67.9
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-19	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-7.817209224	
Valor crítico de t	2.179	

Fuente: Elaboración Propia

El test arroja como resultado que el número de veces promedio, que en una semana un quirófano se ve bloqueado, es significativamente menor, para un escenario en el cuál las intervenciones quirúrgicas se programan para ser realizadas según un esquema de secuenciación, de las más cortas a las más largas, en comparación a un esquema en el cual las intervenciones se realizan de las más largas a las más cortas.

- Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos

Tabla 47: Test de Medias Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos

	Escenario 12	Escenario 11
Media	27.98	826.85
Varianza	811.33	272670.37
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-798.87	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-5.291789984	
Valor crítico de t	2.201	

Fuente: Elaboración Propia

Como era de esperarse, el test arroja que la diferencia entre los tiempos de bloqueo de quirófanos, es significativamente inferior, para el Escenario 12, en comparación al tiempo registrado para el Escenario 11.

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A

Tabla 48: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Post-Anestesia

	Escenario 12	Escenario 11
Media	5	13
Varianza	9.09	30.54
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-8	
Grados de libertad	17	
Estadístico t	-4.402187881	
Valor crítico de t	2.11	

Fuente: Elaboración Propia

Según el test de hipótesis, el promedio de veces que un paciente tiene que permanecer más de lo recomendado en Post-Anestesia, esperando por una cama de Intermedio Quirúrgico, es significativamente menor, en el Escenario 12 en comparación al Escenario 11.

- Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas P-A

Tabla 49: Test de Medias Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas P-A

	Escenario 12	Escenario 11
Media	164.82	300.65
Varianza	12541.74	25423.85
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-135.83	
Grados de libertad	20	
Estadístico t	-2.414856047	
Valor crítico de t	2.086	

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, la diferencia también resulta ser significativa a favor del Escenario 12, según el test de hipótesis.

Claramente, el rendimiento obtenido bajo un esquema de secuenciación de las intervenciones de más cortas a más largas (Escenario 12), resulta ser superior, en comparación a un esquema de más largas a más cortas (Escenario 11).

11.9.5. Escenario 13

En este último escenario, se establece un criterio de secuenciación de las intervenciones, igual al utilizado en el Escenario 8, es decir, las intervenciones se van realizando zigzagueando, partiendo con la intervención más cortas, luego la más larga, luego la segunda más corta, y así sucesivamente. El número de intervenciones, y los tracks utilizados son los mismos que los escenarios 11 y 12. Los resultados, son ilustrados en el siguiente cuadro:

Tabla 50: Resultados Escenario 13

Quirófano	% Utilizacion Semanal	output	Minutos Bloqueo Quirófano	Situaciones de Bloqueo Quirófano	Días promedio a la semana con actividad fuera de horario
12	56%	15.0	8.8	0.3	0.3
11	57%	16.0	5.2	0.4	0.0
10	54%	15.0	4.1	0.3	0.0
9	45%	9.0	9.4	0.5	0.0
8	52%	14.0	3.6	0.3	0.1
7	53%	15.0	13.2	0.5	0.0
6	49%	14.0	11.9	0.4	0.1
5	42%	9.0	12.8	0.6	0.0
3	59%	14.0	1.5	0.1	0.1

% Utilización Promedio	52%	Total de pacientes promedio semanal	121.0
Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario (min.)	23.64	Días promedio con actividad fuera de horario	0.1
Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófano	3.4	Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo P-A	8
Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos	70.5	Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A	213

Fuente: Elaboración Propia

Como es posible ver de los resultados, bajo el esquema de secuenciación de intervenciones utilizado en este escenario, se obtienen valores para los indicadores de rendimiento, bastante mejores a los registrados para el Escenario 11, y bastante similares a los registrados para el Escenario 12. Se recurrirá al test de hipótesis de igualdad de medias con varianzas distintas para verificar la significancia de las diferencias registradas para los distintos indicadores de interés.

- % Utilización Promedio

Tabla 51: Test de Medias Porcentaje Utilización Promedio escenarios 11 y 13

	Escenario 13	Escenario 11
Media	0.5184	0.3927
Varianza	0.0003	0.0135
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	0.1257	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	3.706690778	
Valor crítico de t	2.201	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52: Test de Medias Porcentaje Utilización Promedio escenarios 12 y 13

	Escenario 13	Escenario 12
Media	0.5184	0.5274
Varianza	0.0003	0.0001
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-0.009	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-1.558845727	
Valor crítico de t	2.101	

Fuente: Elaboración Propia

El test arroja como resultado, que el Porcentaje de Utilización, es significativamente mayor en el Escenario 13, en comparación al escenario 11. Sin embargo, esta diferencia no es significativa en Comparación al Escenario 12.

- Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario

Tabla 53: Test de Medias Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario escenarios 11 y 13

	Escenario 13	Escenario 11
Media	23.64	138.17
Varianza	851.57	30752.43
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-114.53	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-2.231715641	
Valor crítico de t	2.179	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54: Test de Medias Tiempo Promedio Semanal de Actividad Fuera de Horario escenarios 12 y 13

	Escenario 13	Escenario 12
Media	23.64	10.16
Varianza	851.57	648.31
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	13.48	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	1.205736084	
Valor crítico de t	2.074	

Fuente: Elaboración Propia

Del test se puede concluir que en el Escenario 13, la diferencia registrada para el tiempo de actividad fuera de horario, es estadísticamente significativa, respecto del Escenario 11. Pero por otra parte, la diferencia para ese mismo indicador, resulta no ser significativa entre los escenarios 13 y 12

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos

Tabla 55: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos escenarios 11 y 13

	Escenario 13	Escenario 11
Media	3.41	20.58
Varianza	2.99	67.9
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-17.17	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-7.064288546	
Valor crítico de t	2.179	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo Quirófanos escenarios 12 y 13

	Escenario 13	Escenario 12
Media	3.41	1.58
Varianza	2.99	2.99
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	1.83	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	2.592334984	
Valor crítico de t	2.074	

Fuente: Elaboración Propia

Según el test, el número promedio de veces a la semana que se produce una situación de bloqueo de quirófano, es significativamente menor en el Escenario 13, en comparación al Escenario 11. De igual manera, la diferencia resulta ser estadísticamente significativa a favor del Escenario 12 respecto del 13, a pesar de que ambas medias son bastante similares.

- Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos

Tabla 57: Test de Medias Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos escenarios 11 y 13

	Escenario 13	Escenario 11
Media	70.52	826.86
Varianza	3036.2	272670.37
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-756.34	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-4.989811442	
Valor crítico de t	2.201	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58: Test de Medias Promedio Semanal Minutos de Bloqueo Quirófanos escenarios 12 y 13

	Escenario 13	Escenario 12
Media	70.52	27.98
Varianza	3036.2	811.33
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	42.54	
Grados de libertad	16	
Estadístico t	2.375730106	
Valor crítico de t	2.12	

Fuente: Elaboración Propia

Según el test, en este caso, la diferencia entre el Escenario 13, en comparación al 11 y 12, resulta ser estadísticamente significativa en ambos casos. Sin embargo, puede observarse, que el tiempo de bloqueo registrado en el presente escenario es bastante menor en relación a lo registrado para el Escenario 11, sin embargo, esta diferencia no resulta ser tan importante cuando se compran el escenario 12 con el 13.

- Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo camas de P-A

Tabla 59: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo camas de P-A escenarios 11 y 13

	Escenario 13	Escenario 11
Media	8.08	13
Varianza	22.265	30.545
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-4.92	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	-2.345295888	
Valor crítico de t	2.08	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60: Test de Medias Promedio Semanal Situaciones de Bloqueo camas de P-A escenarios 12 y 13

	Escenario 13	Escenario 12
Media	8.08	5
Varianza	22.265	9.09
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	3.08	
Grados de libertad	19	
Estadístico t	1.905407792	
Valor crítico de t	2.093	

Fuente: Elaboración Propia

El test arroja como resultado que la diferencia entre los escenarios 13 y 11, es estadísticamente significativa, y que no lo es entre los escenarios 13 y 12.

- Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas de P-A

Tabla 61: Test de Medias Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas P-A escenarios 11 y 13

	Escenario 13	Escenario 11
Media	213.09	300.66
Varianza	17726.69	25423.85
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	-87.57	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	-1.460336214	
Valor crítico de t	2.08	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: Test de Medias Promedio Semanal Minutos de Bloqueo camas P-A escenarios 12 y 13

	Escenario 13	Escenario 12
Media	213.09	164.82
Varianza	17726.69	12541.74
Observaciones	12	12
Diferencia de medias	48.27	
Grados de libertad	21	
Estadístico t	0.961109731	
Valor crítico de t	2.08	

Fuente: Elaboración Propia

Del último test, se desprende que las diferencias registradas entre el Escenario 13 y los escenarios 11 y 12, no son estadísticamente significativas en ningún caso.

12. Conclusiones

Mediante el análisis del sistema y los procesos relacionados a la realización de intervenciones quirúrgicas, en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile, es posible observar, la gran cantidad de recursos que se utilizan, y el grado de coordinación que se debe alcanzar entre los agentes del sistema, para realizar una labor eficiente. Se pudo observar en terreno, que el personal de la institución realiza una labor dedicada, y profesional. Sin embargo, aún queda mucho por mejorar, y es en el desarrollo de este trabajo, que se identificaron algunas propuestas de mejora, aplicables tanto a la realidad del HCUCH, como a otros centros clínicos u hospitalarios.

La elaboración de esta memoria, constó básicamente de 4 etapas. En la primera etapa, se realizaron visitas al Sector B de Pabellones, y se sostuvieron entrevistas con funcionarios de distintos departamentos del HCUCH, incluidos funcionarios de las especialidades médicas, que utilizan dicho sector de pabellones, como son: Cirugía, Urología, Neurología, y Cardiología. En una segunda etapa se procedió a recopilar información cuantitativa sobre la utilización del Sector B de Pabellones, para lo cual fue necesario solicitar acceso a formularios y registros de diferentes subsectores del Sector B, como los quirófanos y la Unidad de Post-Anestesia, y de sectores asociados mediante el flujo de pacientes al Sector B, como la Unidad de Intermedio Quirúrgico.

El resultado más inquietante, de estas dos primeras etapas del trabajo, fue el bajo porcentaje promedio de utilización semanal de los quirófanos habilitados para realizar intervenciones quirúrgicas, el que se ubicó en un 55%. La investigación realizada hasta ese momento, permitió identificar a la vez, como una de las posibles causas de dicha baja tasa de utilización, al Proceso de Elaboración de Tabla Operatoria.

Por una parte, el actual proceso, mediante el cual se desarrolla la programación de las intervenciones quirúrgicas a realizar, no facilita una eficiente gestión de los

pacientes por parte de los secretarios de los servicios o especialidades que cuentan con quirófanos asignados en el sector, ya que la definición de la Tabla Operatoria se realiza muy próxima a la fecha de las intervenciones que en ella se programan, y por lo tanto, existe muy poco tiempo de notificar al paciente de información tan importante como el día y hora de su hospitalización, lo que deriva en un número importante de suspensiones debido a causas como, que el paciente no se presenta el día de la intervención, o las condiciones en las que lo hace no son propicias para realizar un procedimiento como una intervención quirúrgica.

Por otra parte, resulta llamativa la prácticamente inexistente comunicación que existe entre los secretarios de los distintos servicios, durante la elaboración de la Tabla Operatoria, lo que trae como consecuencia que al programar las intervenciones, consideren como tiempo disponible de quirófanos, sólo aquél que les corresponda en función del número de quirófanos que tienen asignados según la Dirección de Hospital, y no consideren en ningún caso, hacer uso de los quirófanos asignados para otro servicio, en el mismo sector, y que sí pueden contar con disponibilidad para albergar intervenciones de otros servicios.

Es por lo anterior, que se propone en este trabajo, realizar algunas modificaciones en el Proceso de Elaboración de la Tabla Operatoria. Se cree que con cosas tan simples como que la Tabla sea definida 2 o 3 días antes de la fecha a la que hace referencia, se permitiría realizar una mejor gestión de los pacientes, lo que repercutiría en una disminución en el número de suspensiones por esta causa. Y por otra parte, incentivar, o habilitar una instancia formal de interacción entre los secretarios de los servicios, permitiría una colaboración mutua entre ellos, lo que traería como consecuencia, un mayor número diario de intervenciones realizadas, lo que favorecería esencialmente a los servicios de Cirugía y Urología, por las características de las intervenciones que realizan.

Como producto también, de las dos primeras etapas de este trabajo, se identificaron, tres situaciones que resultaron interesantes de analizar. La primera de ellas, relacionada directamente al contexto del Sector B del HCUCH, consistió en estudiar, y cuantificar el impacto, en el funcionamiento del Sector B, de habilitar los 3 quirófanos que actualmente no se utiliza para la realización de intervenciones.

La segunda situación que se consideró analizar, no está directamente relacionada a la realidad del HCUCH, sin embargo, se consideró que el conocimiento generado en el estudio de las primeras etapas, permitiría utilizar dicho centro como laboratorio para experimentar. Se hace referencia en este párrafo, al análisis de los distintos esquemas de secuenciación de intervenciones en función del tiempo esperado de duración de éstas. En el caso del HCUCH, la evaluación de estos distintos esquemas no se hace quizás vital, debido al escenario de baja demanda en el que se encuentra actualmente, además de la reducida capacidad instalada de quirófanos, nueve, en relación a la real capacidad con que cuenta, doce. Sin embargo, este análisis de los esquemas, sí puede resultar relevante para otros centros asistenciales, con capacidades distintas, y con niveles de demanda superiores.

La tercera situación, consistió en evaluar el impacto de incluir en el Proceso de Intervención Quirúrgica, un subproceso de Pre-Anestesia. Esta inquietud surgió directamente como sugerencia del Doctor Jefe de Pabellones.

Durante la tercera etapa de esta memoria, se utilizó como principal herramienta de trabajo, la metodología de simulación, para lo que se recurrió al software FlexSimHC. Se decidió utilizar la simulación, debido a que se consideró que proporcionaría una eficaz aproximación de la realidad, lo que permitiría evaluar el impacto de: un aumento en el número de intervenciones realizadas producto de la modificación del Proceso de Elaboración de la Tabla Operatoria, la habilitación de los tres quirófanos que actualmente se encuentran en desuso, la utilización de distintos esquemas de secuenciación y la implementación de un subproceso de Pre-Anestesia.

En la cuarta y última etapa del trabajo, se procedió a analizar los resultados proporcionados por los distintos modelos de simulación desarrollados, y que permitían recrear diferentes escenarios cada uno. De dicho análisis se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Respecto de la habilitación de los quirófanos 1, 2 y 4:

De los resultados obtenidos, se desprende que, al habilitar el HCUCH los 3 quirófanos que actualmente se encuentran en desuso, y asumiendo que estos quirófanos mantienen un nivel de utilización similar al del resto de los quirófanos, el sistema es capaz de mantener la mayoría de los indicadores de funcionamiento estables, sin que se registre un colapso del sistema. Sin embargo, sí se registra un aumento importante en el indicador que mide el número promedio de veces a la semana, que un paciente debe permanecer en la unidad de Post-Anestesia más de lo que corresponde debido a que no hay cupo en la unidad de Intermedio Quirúrgico. Por ello se procedió a agregar más camas en el modelo de simulación, a la unidad de Intermedio Quirúrgico. Como resultado se obtuvo que al agregar 3 camas adicionales a dicha unidad, la situación antes descrita prácticamente no se presenta nunca, esto tanto para un escenario donde funcionan 9 quirófanos, como en un escenario donde se utilizan 12.

La habilitación de 3 nuevos quirófanos, bajo el supuesto de que estos mantienen tasas de utilización similares a las del sector, tiene como consecuencia un aumento en el número promedio de intervenciones realizadas semanalmente. Este aumento en el número de intervenciones, puede traducirse en un ingreso semanal extra que se generaría para el HCUCH cercano a los \$35.000.000, sólo por concepto de derechos de pabellón¹⁸.

- Respecto del Proceso de Elaboración de la Tabla Operatoria:

¹⁸ Esta cifra se obtiene de multiplicar la diferencia de 40 intervenciones promedio entre un escenario y el otro, por el valor del derecho de pabellón que aparece en el apartado "9.3 Alto Valor de las Intervenciones"

Se simuló un escenario que permitió recrear un hipotético aumento en el número promedio de intervenciones realizadas a la semana, producido por modificaciones en el Proceso de Elaboración de la Tabla Operatoria. Los resultados permiten concluir que el Sector B responde de buena manera frente a un aumento en la demanda por intervenciones, y que es capaz de funcionar todos los días de la semana, de la misma manera que lo hace el día que más intervenciones se realizan, sin que se produzcan grandes cuellos de botella, ni colapsos del sistema.

El aumento en el número promedio de intervenciones realizadas semanalmente, producto de las mejoras propuestas al Proceso de Elaboración de la Tabla Operatoria, significaría un ingreso semanal extra para el HCUCH cercano a los \$15.000.000¹⁹.

- Respecto de los esquemas de secuenciación de intervenciones utilizados en la programación:

Los resultados permiten concluir, que claramente, el esquema bajo el cual se obtienen los peores niveles de rendimiento es aquel en el que las intervenciones se realizan de las más largas a las más cortas, registrándose para este esquema los niveles más altos de situaciones y tiempos de bloqueos, así como los más altos tiempos de actividad fuera de horario. Por otra parte, el rendimiento para el esquema según el cual las intervenciones se realizan de las más cortas a las más largas, resulta ser bastante similar al esquema que secuencía las actividades realizando primero la más corta, segundo la más larga, tercero la segunda más corta, etc. La mejora en los rendimientos de estos dos últimos esquemas respecto del primero, se hace evidente en todos los indicadores de rendimiento, registrándose mayores niveles de utilización, producto de la disminución de las situaciones y tiempos de bloqueos, y en la disminución también en el tiempo con actividad fuera de horario. Esta supremacía observada para los esquemas de secuenciación, es también verificable en un escenario donde se instaura un subproceso de Pre-Anestesia, como parte del Proceso de Intervención Quirúrgica.

- Respecto de la implementación de un proceso de Pre-Anestesia:

De los resultados de simular un escenario en el cual se incluye como parte del Proceso de Intervención Quirúrgica, un subproceso de Pre-Anestesia, se puede concluir que agiliza de manera considerable la primera parte del Proceso de Intervención Quirúrgica, aquella que está relacionada directamente con la realización de la intervención. Esto se manifiesta principalmente, en la importante reducción registrada para los tiempos con actividad fuera de horario de los quirófanos. Sin embargo, como la parte del proceso que está relacionada

¹⁹ Esta cifra se obtiene de multiplicar la diferencia de 17 intervenciones promedio entre un escenario y el otro, por el valor del derecho de pabellón que aparece en el apartado “9.3 Alto Valor de las Intervenciones”

con la recuperación no se ve modificada, es posible percibir un aumento en los niveles de saturación, en las unidades de Post-Anestesia, e Intermedio Quirúrgico. Razón por la cual se evaluó este escenario con subproceso de Pre-Anestesia, bajo los distintos esquemas de secuenciación. Como se mencionó anteriormente, se puede concluir que en este caso, el escenario con peor rendimiento también es aquel en que las intervenciones se secuencian de las más largas a las más cortas.

Como resultado final de este proyecto de memoria, es posible concluir que el Hospital Clínico de la Universidad de Chile está capacitado para albergar un mayor número de intervenciones diarias, en su Sector B de Pabellones. Por ello, se recomienda por una parte realizar las modificaciones propuestas al Proceso de Elaboración de la Tabla Operatoria, la habilitación de los 3 quirófanos que hoy se encuentran en desuso y la habilitación de 3 camas adicionales a la Unidad de Intermedio Quirúrgico. Si la habilitación de los 3 quirófanos no es factible por otros motivos, entonces la implementación de estas salas para la realización de un proceso de Pre-Anestesia, proporciona una buena alternativa de uso para ese recurso, logrando alcanzar de esa forma un mayor nivel de eficiencia en la operación del sector.

El conocimiento generado, permitió por otra parte, experimentar con la secuenciación de las intervenciones en función de su tiempo esperado de duración, a pesar de que para el caso específico del HCUCH, este estudio no resulte relevante por su situación actual de poca demanda. De este análisis es posible concluir entonces, que el esquema bajo el cual se obtienen los peores indicadores de rendimiento, es aquél en el que las intervenciones se secuencian de las más largas a las más cortas, y que por otra parte, los otros dos esquemas evaluados registran indicadores de rendimiento bastante similares y superiores al primero. Este estudio es transversal a cualquier institución de la salud, ya que el funcionamiento de los sectores quirúrgicos es bastante similar en cualquier hospital o clínica, y resulta ser por lo mismo, un aporte directo al proyecto FONDEF en el cual esta memoria se encuentra inserta. Es de esperar entonces, que los trabajos futuros que se enmarquen en este proyecto FONDEF, consideren cada vez más aspectos de la realidad que sean relevantes para el funcionamiento de los quirófanos, como las restricciones generadas debido a la dotación de instrumental y equipos, así como la dotación de personal, para que finalmente sea posible desarrollar una herramienta que facilite la programación diaria de las intervenciones, que considere que existe un impacto directo en el funcionamiento de la unidad de pabellones quirúrgicos, de secuenciar las intervenciones según ciertos criterios, conclusión que fue obtenida en este trabajo, y de esta forma finalmente, se esté colaborando en el desarrollo de modelos de gestión más modernos y dinámicos que permitan una mejor administración de las instituciones, para el bienestar de los chilenos en un aspecto tan importante como lo es la salud.

Por último agregar, que se recomienda a la Dirección del Hospital, habilitar una herramienta que permita extraer del sistema, la información con que se cuenta sobre los promedios de duración de las intervenciones por cirujano y por tipo de intervención, ya que por una parte, esto facilitaría la programación de las intervenciones,

proporcionando tiempos esperados de duración mucho más próximas a la realidad, y por otra parte, porque frente a un escenario de mayor demanda, esto permitiría recurrir a uno de los otros dos esquemas de secuenciación de intervenciones diferentes al que actualmente se utiliza en el HCUCH y que es organizarlas de las más largas a las más cortas, y que se comprobó permiten alcanzar indicadores de rendimientos mucho mejores que el esquema ya mencionado.

Al finalizar entonces el trabajo, es posible concluir que se han cumplido los objetivos que se plantearon al comienzo de éste. Se analizaron los criterios de secuenciación de las intervenciones, tema sobre el que se discute ampliamente tanto en estas conclusiones como en el desarrollo del trabajo, se evaluó la incorporación de un subproceso de Pre-Anestesia y sus implicancias, bajo distintos escenarios, y por último, se analizó la respuesta de la unidad frente a diferentes capacidades instaladas.

13. Bibliografía y fuentes de información

- ARNAOUT JEAN PAUL, KULBASHIAN SEVAG. (2008). "Maximizing the Utilization of Operating Rooms with Stochastic Times using Simulation". Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. Páginas 1617-1623.
- DENTON BRIAN, RAHMAN AHMED, NELSON HEIDI, BAILEY ANGELA. (2006). "Simulation of a Multiple Operating Room Surgical Suite". Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference. Páginas 414-424.
- DEXTER FRANKLIN, MACARIO ALEX. 2006. "Applications of Information Systems to Operating Room Scheduling". Anesthesiology. Vol. 85. N°6. Páginas 1232-1234.
- DEXTER FRANKLIN, TRAUB RODNEY. (2002). "How to Schedule elective surgical cases into specific operating rooms to maximize the efficiency of use of operating room time". Anesth Analg. Vol. 24. Páginas 933-942.
- ESTUDIO DE 3M CHILE, Agosto 2007. "Mejora del Nivel de Ocupación de Pabellones Quirúrgicos – Hospital Clínico de la Universidad de Chile".
- FUENTES VERÓNICA, MARZÁN GUILLERMO, ROJAS KATHERINE. 2005. "Modelo de Gestión de la capacidad Productiva para el Hospital Clínico de la Universidad de Chile". Seminario de Titulación para Optar al Título de Ingeniero en Información y Control de Gestión.
- ISER JILL, DENTON BRIAN, KING RUSELL. (2008). "Heuristics for Balancing Operating Rooms and Post-Anesthesia Resources Under Uncertainty". Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. Páginas 1601-1608.
- KERSHAW RUSS. 2000. "Using TOC to Cure Healthcare Problems". Management Accounting Quarterly. Vol. 1. N°3. pági nas 1-7.
- OGULATA NOYA. EROL RIZVAN, 2003. "A Hierarchical Multiple Criteria Mathematical Programming Approach for Scheduling General Surgery Operations in Large Hospitals". Journal of Medical Systems. Vol. 27 N°3. Páginas 259-270.
- OZKARHAN IREM. 2000 "Allocation of Surgeries to Operating Rooms by Goal Programming". Journal of Medical Systems. Vol. 24. N°6. Páginas 339-378.

- TESTI ANGELA, TANFANI ELENA, TORRE GIANCARLO. 2007. "A three phase approach for operating theatre schedules". Health Care Manage. Vol. 10. N^o 2. Páginas 163-172.
- TORRES MELODY. 2007. "Evaluación de Alternativas de mejora para el proceso de hospitalización quirúrgica programada en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile". Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil Industrial.

14. Anexos

14.1. Anexo 1: Suspensiones Pabellones

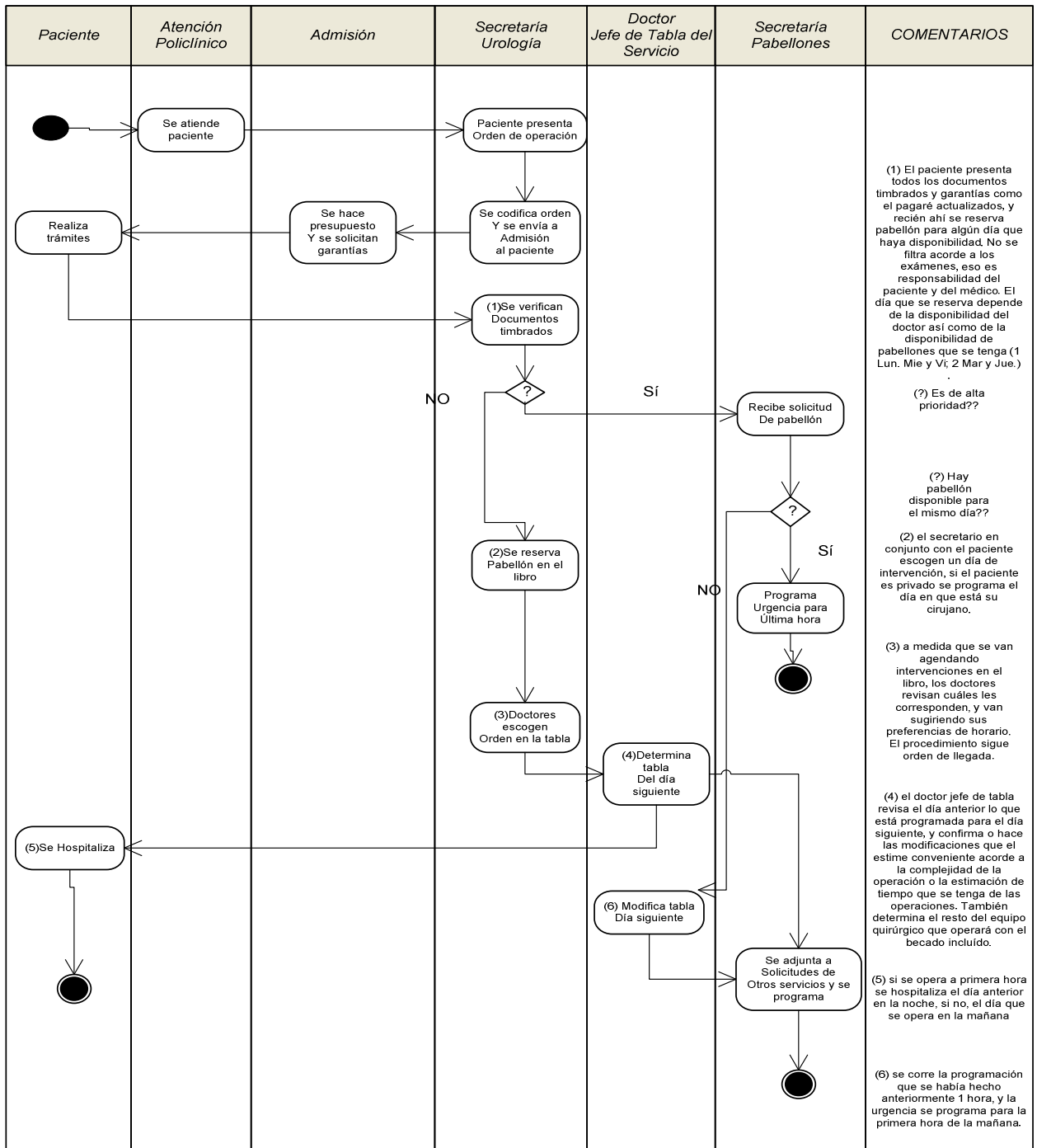
Cuadro resumen de motivos de suspensiones de intervenciones quirúrgicas programadas para el primer semestre del 2008:

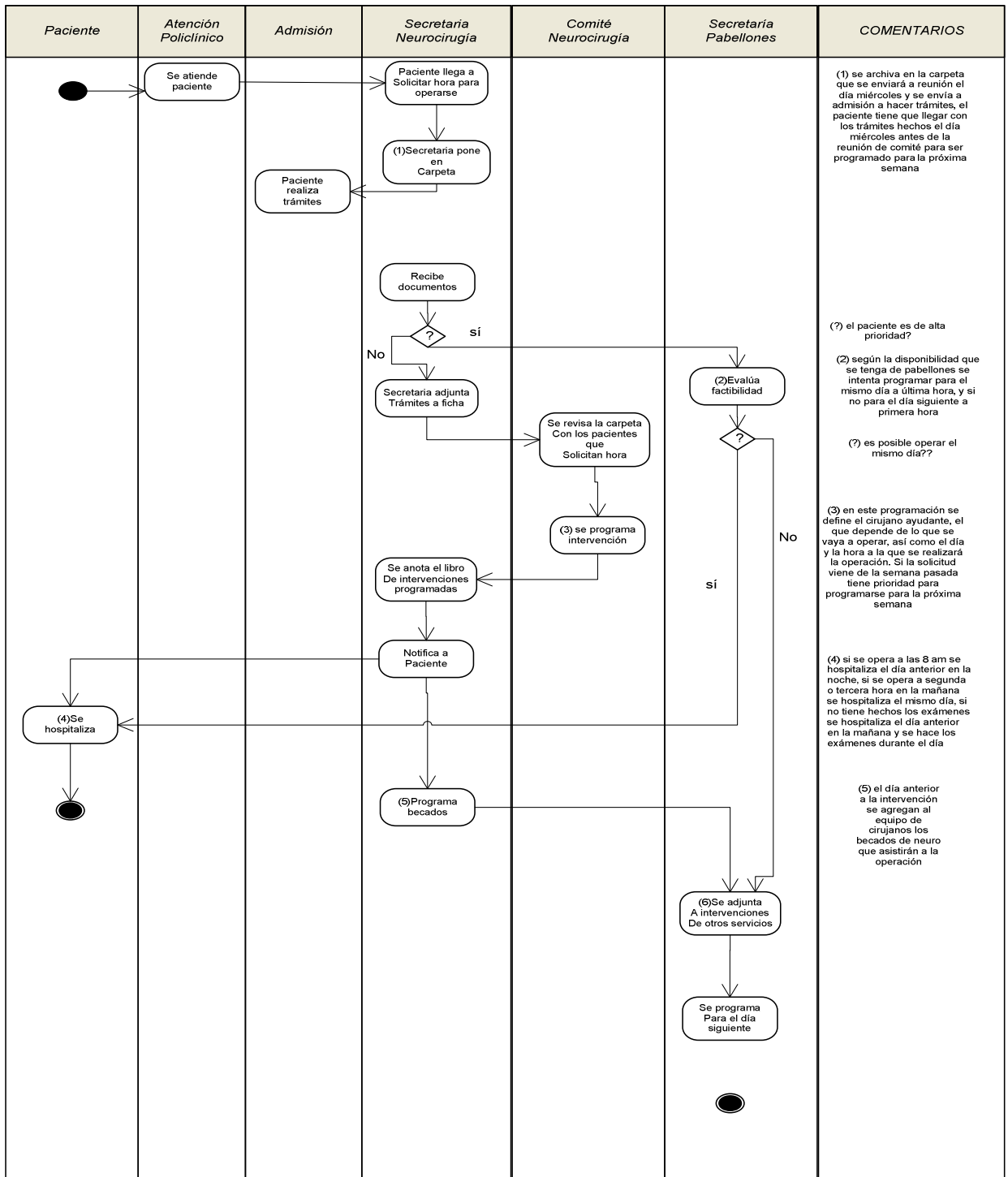
Tabla de Suspensiones 1er Semestre 2008

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Total general	%	
Del Equipo Quirúrgico	Falta de Estudio y/o Preparación	27	23	13	19	18	20	120	48.2%
	Médico Ausente	8	4	4	5	10	4	35	14.1%
	Cambio de Fecha	8	11	7	15	8	5	54	21.7%
	Operado	2	2	3	4	3	1	15	6.0%
	Cambio Paciente	7	2		1	10	3	23	9.2%
	Alta	2						2	0.8%
Del Paciente	Problemas de Admisión	10	4	9	14	12	8	57	15.0%
	Paciente enfermo	15	19	16	22	22	16	110	28.9%
	No llegó	42	29	30	32	26	27	186	48.8%
	Rechaza Intervención	4	3	4	4	3	6	24	6.3%
	No compra implantes				1	1	1	3	0.8%
	Otros					1		1	0.3%
De la Institución	Falta Camas	12	2	6	2	6	4	32	69.6%
	Falta Sangre	1	1			1		3	6.5%
	Falta Insumos	2	4	1	4			11	23.9%
De Pabellón	Falta instrumental externo		1		2	1	1	5	31.3%
	Falta instrumental interno			4	1	2	1	8	50.0%
	falta sala operatoria	1	1	1				3	18.8%

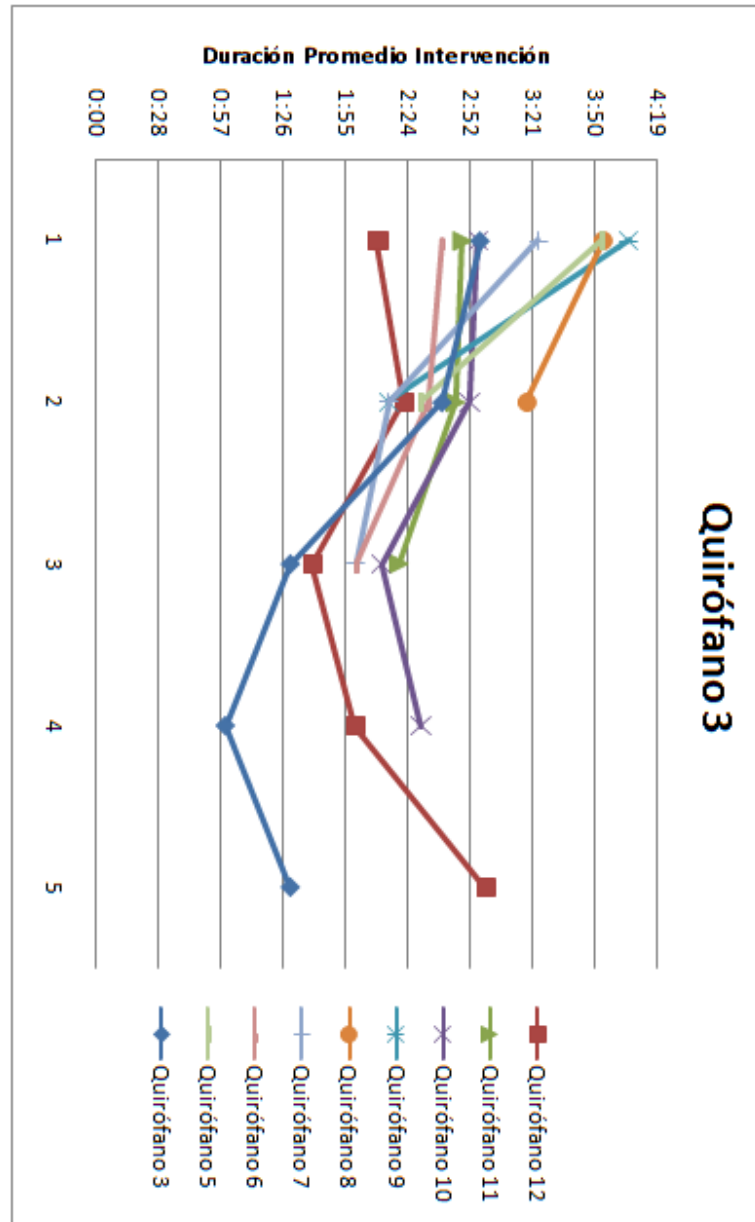
Fuente: Secretaría Pabellones

14.3. Anexo 3: Programación Secretarías Urología y Neurología





14.4. Anexo 4: Distribución de la Programación en Función del Tiempo Esperado de Duración por Quirófano



14.5. Anexo 5: Presupuestos Intervenciones

Presupuesto HCUCH:

HOSPITAL CLINICO
UNIVERSIDAD DE CHILE
SUBGERENCIA ATENCION DE PACIENT

Nº de Presupuesto : 241,146
Fecha Presupuesto : 12/08/2009

PRESUPUESTO ESTIMADO DE HOSPITALIZACION

Nombre Paciente : SEBASTIAN IGNACIO CORTES MESSINA Rut Paciente : 15,679,681 6 Teléfono : 6,391,619

Institución : SIN PREVISION HCUCH

Convenio : SIN PREVISION HCUCH

Tipo de Atención : PENSIONADO

Médico : GUSTAVO ZOMOZA ROJAS

Valor Paquete Asistencial : \$

0 Diagnóstico : HNP L5 - S1

Seguro Catastrófico : NO

Procedimiento :

Codigo Prestación	Descripción	Cantidad	Valor Prestación
1103049	HERNIA NUCLEO PULPOSO, ESTENORRAQUIS, ARACNOIDIT	1	\$ 0
99011	ARSENALERA PABELLON 11	1	\$ 130,920
11	DERECHO DE PABELLON 11	1	\$ 872,800
202501	HABITACION INDIVIDUAL	3	\$ 567,300
	EXAMENES APROX.		\$ 5,556
	IMAGENOLOGIA APROX.		\$ 23,526
	PROCEDIMIENTOS APROX.		\$ 22,790
	MEDICAMENTOS APROX.		\$ 108,356
	INSUMOS APROX.		\$ 288,364
	Total Estimado		\$ 2,019,612

Presupuesto Clínica Dávila:

HOJA DE PRESUPUESTO

N° 202506

DATOS DEL PACIENTE

NOMBRE : SEBASTIAN CORTEZ MESINA

PREVISION : PARTICULAR / BASE

DIAGNOSTICO :

NOMBRE MEDIC

HOSP :

RUTMEDICO : 10978110-K

RUT : 15679681-6

TELEFONO : 6371619

CELULAR:

PRESTACION : (HOSP) HERNIA NUCLEO PULPOSO, ESTENORR

JORGE VILLACURA AVENDAÑO T. TECNICA : ABIERTA FECHA

26/08/2009

ITEM	DESCRIPCION (PARTICULAR/BASE)	CANT.	VALOR
PABELLON			
Pabellones	11-03-049-00 HERNIA NUCLEO PULPOSO, ESTENORRAQUIS, AR	1	815.870
FARMACIA EN PABELLON			
Farmacia En Pabellon FARMACOS			504.884 ESTIMADO
RECETARIO			
Recetario FARMACOS			57.744 ESTIMADO
PIEZAS	02-02-104-00 DIA CAMA INDIVIDUAL ADULTO	1	153.015
	TOTAL PRESTACION (APROXIMADO)		1.531.513
PIEZAS ALTERNATIVAS	02-02-102-00 DIA CAMA DOBLE ADULTO	1	102.899

14.6. Anexo 6: Ajuste Distribuciones de Probabilidad de Tiempos de Procesos

En este anexo se exhibe el proceso seguido para ajustar los tiempos correspondientes a los tiempos de los procesos, tanto de Intervención Quirúrgica como de Post-Anestesia para los distintos rangos definidos previamente:

Rango 1:

Para este rango se expone sólo el ajuste de tiempos para el proceso de Post-Anestesia, ya que el ajuste de los tiempos de Intervención Quirúrgica se expuso a modo de ejemplo en el cuerpo central del informe.

- Proceso de Post-Anestesia: al ingresar los datos a Experfit, se obtienen las siguientes distribuciones candidatas.

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters	
1 - Random Walk	92.39	Location	0.00000
		Scale	0.01552
		Shape	0.06104
2 - Gamma	89.13	Location	0.00000
		Scale	16.42957
		Shape	4.91845
3 - Lognormal	89.13	Location	0.00000
		Scale	72.74696
		Shape	0.47431

24 models are defined with scores between 0.00 and 92.39

Absolute Evaluation of Model 1 - Random Walk

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Random Walk

"Error" in the model mean
relative to the sample mean 0

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Random Walk

Sample size 125
Normal test statistic 0.07463
Modified test statistic 0.83444

Note: No critical values exist for this special case.
The following critical values are for the case where
all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
125	1.125	1.210	1.342	1.463	1.609
Reject?	No				

Luego, el test arroja como resultado que la hipótesis nula que plantea que los tiempos de distribución sí se ajustan según el modelo propuesto por Experfit, no debe ser rechazada. Por lo que se acepta el ajuste, que debe ser representado por los siguientes parámetros:

Flexsim Representation of Model 1 - Random Walk

Use:

When using a picklist option:

Distribution Random Walk
Location 0.000000
Scale 0.015522
Shape 0.061044

When using code:

```
randomwalk( 0.000000, 0.015522, 0.061044, <stream>)
```

Rango 2:

- Proceso de Intervención Quirúrgica: al ingresar los datos a Experfit, se obtienen las siguientes distribuciones candidatas.

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Johnson SB	94.23	Lower endpoint 86.72889
		Upper endpoint 186.71938
		Shape #1 0.13741
		Shape #2 0.71049
2 - Beta	93.27	Lower endpoint 94.90656
		Upper endpoint 183.25530
		Shape #1 0.97732
		Shape #2 1.31704
3 - Inverse Gaussian	83.65	Location 0.00000
		Scale 132.54018
		Shape 3,971.81519

27 models are defined with scores between 0.00 and 94.23

Absolute Evaluation of Model 1 - Johnson SB

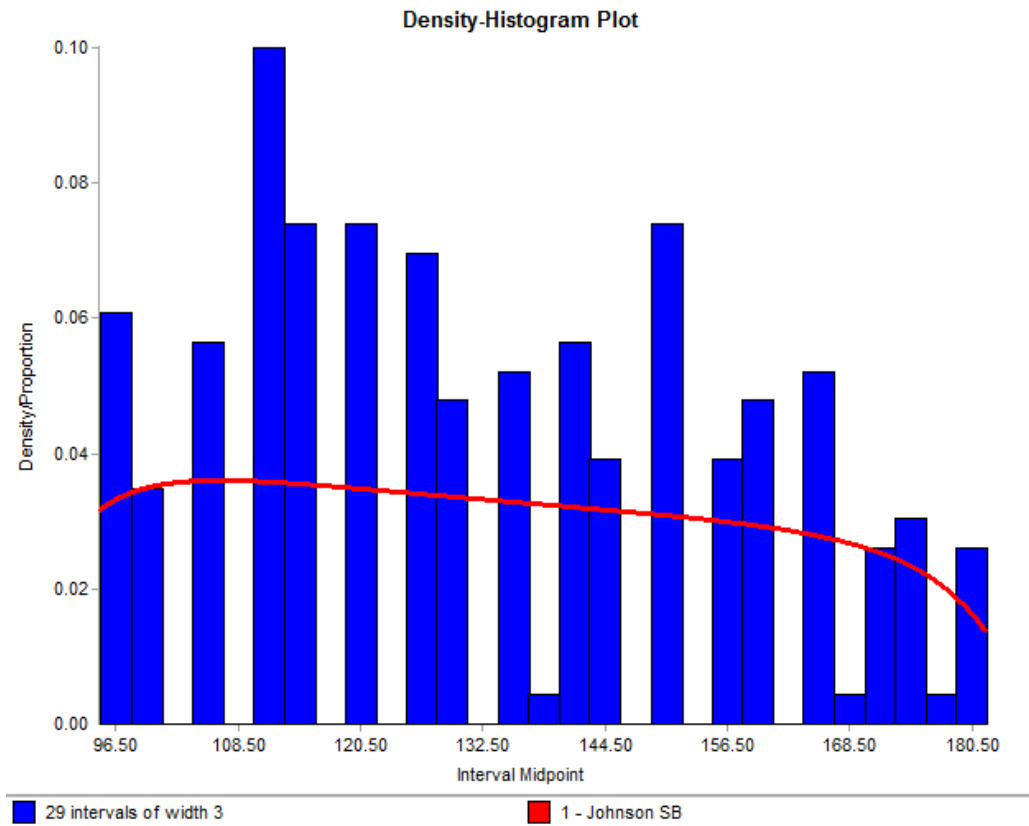
Evaluation: **Borderline**

Suggestion: **Additional evaluations using Comparisons Tab are strongly recommended.**

Additional Information about Model 1 - Johnson SB

"Error" in the model mean
relative to the sample mean -0.66999 = 0.51%

La evaluación que realiza el software es de borde, y por lo tanto no del todo satisfactoria, por lo que se revisará el histograma, y se aplicará un test de bondad de ajuste.



Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Johnson SB

Sample size 224
 Normal test statistic 0.08255
 Modified test statistic 1.23552

Note: No critical values exist for this special case.
 The following critical values are for the case where
 all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
224	1.128	1.214	1.347	1.468	1.614
Reject?	Yes		No		

Del histograma es posible observar que los datos no se ajustan de la mejor manera a la distribución propuesta. Por otra parte el test de bondad de ajuste K-S sugiere que para un nivel de confianza del 10% la hipótesis nula debe ser rechazada, por lo que se decide utilizar una distribución empírica, expuesta en la siguiente tabla:

quiروفano tipo 2	
Percentage (Column 1)	X value (Column 2)
5.83	95
3.587	100
5.83	105
10.314	110
7.623	115
7.175	120
0.448	121
7.175	125
4.933	130
4.933	135
0.448	136
0.448	138
5.83	140
4.036	145
7.623	150
3.587	155
0.448	156
4.933	160
0.448	164
4.933	165
0.448	167
2.691	170
3.139	175
0.448	177
2.691	180

- Proceso Post-Anestesia: al ingresar los datos a Experfit, se obtienen las siguientes distribuciones candidatas

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Pearson Type V	93.75	Location 0.00000
		Scale 390.65431
		Shape 5.16955
2 - Lognormal	92.71	Location 0.00000
		Scale 83.50148
		Shape 0.45351
3 - Log-Logistic	91.67	Location 0.00000
		Scale 82.75111
		Shape 3.91382

25 models are defined with scores between 1.04 and 93.75

Absolute Evaluation of Model 1 - Pearson Type V

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Pearson Type V

"Error" in the model mean
relative to the sample mean -0.75916 = 0.82%

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Pearson Type V

Sample size 224
Normal test statistic 0.06547
Modified test statistic 0.97990

Note: No critical values exist for this special case.
The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
224	1.128	1.214	1.347	1.468	1.614
Reject?	No				

El test de bondad de ajuste aplicado arroja como resultado el no rechazo de la hipótesis nula, por lo que se adopta la distribución propuesta por el software para representar los tiempos de Post-Anestesia asociados al Rango 2 de tiempos. La distribución utilizada es la siguiente:

Flexsim Representation of Model 1 - Pearson Type V

Use:

When using a picklist option:
Distribution Pearson Type 5
Location 0.000000
Scale 390.654305
Shape 5.169550

When using code:
pearsont5(0.000000, 390.654305, 5.169550, <stream>)

Rango 3:

- Proceso Intervención Quirúrgica: al ingresar los datos a Experfit, se obtienen las siguientes distribuciones candidatas

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Random Walk	80.21	Location 0.00000
		Scale 0.00453
		Shape 0.32465
2 - Log-Logistic	79.17	Location 0.00000
		Scale 222.14196
		Shape 13.74239
3 - Inverse Gaussian	78.13	Location 0.00000
		Scale 223.64865
		Shape 16,014.90981

25 models are defined with scores between 0.00 and 80.21

Absolute Evaluation of Model 1 - Random Walk

Evaluation: Bad

Suggestion: Use an empirical distribution.

Additional Information about Model 1 - Random Walk

"Error" in the model mean

relative to the sample mean $2.8422e-14 = 0.00\%$

La evaluación que realiza el software del modelo propuesto es mala, sólo para asegurar esta información, se procederá a realizar un test de bondad de ajuste:

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Random Walk

Sample size 111
 Normal test statistic 0.12832
 Modified test statistic 1.35194

Note: No critical values exist for this special case.
 The following critical values are for the case where
 all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
111	1.124	1.209	1.341	1.462	1.608
Reject?	Yes			No	

El test de bondad de ajuste K-S sugiere que para un nivel de confianza del 10% la hipótesis nula debe ser rechazada, por lo que se decide utilizar una distribución empírica, expuesta en la siguiente tabla:

quirófano tipo 3	
Percentage (Column 1)	X value (Column 2)
5.455	185
7.273	190
11.818	195
6.364	200
2.727	205
5.455	210
6.364	215
6.364	220
2.727	225
4.545	230
2.727	235
6.364	240
3.636	245
9.091	250
6.364	255
7.273	260
3.636	265
1.818	270

- Proceso Post-Anestesia: al ingresar los datos a Experfit, se obtienen las siguientes distribuciones candidatas

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Inverse Gaussian	95.83	Location 0.00000
		Scale 104.47748
		Shape 568.78299
2 - Lognormal	93.75	Location 0.00000
		Scale 95.94189
		Shape 0.41026
3 - Log-Logistic	85.42	Location 0.00000
		Scale 95.72631
		Shape 4.27787

25 models are defined with scores between 0.00 and 95.83

Absolute Evaluation of Model 1 - Inverse Gaussian

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Inverse Gaussian

"Error" in the model mean
relative to the sample mean 0

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Inverse Gaussian

Sample size 111
Normal test statistic 0.07547
Modified test statistic 0.79508

Note: No critical values exist for this special case.
The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
111	1.124	1.209	1.341	1.462	1.608
Reject?	No				

El test de bondad de ajuste aplicado arroja como resultado el no rechazo de la hipótesis nula, por lo que se adopta la distribución propuesta por el software para representar los tiempos de Post-Anestesia asociados al Rango 3 de tiempos. La distribución utilizada es la siguiente:

Flexsim Representation of Model 1 - Inverse Gaussian

Use:

When using a picklist option:	
Distribution	Inverse Gaussian
Location	0.000000
Scale	104.477477
Shape	568.782986
When using code:	
inversegaussian(0.000000, 104.477477, 568.782986, <stream>)	

Rango 4:

- Proceso Intervención Quirúrgica:

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Johnson SB	94.23	Lower endpoint 271.26234
		Upper endpoint 579.64815
		Shape #1 1.19770
		Shape #2 0.62938
2 - Gamma(E)	87.50	Location 274.95890
		Scale 106.54632
		Shape 0.56728
3 - Inverted Weibull	83.65	Location 0.00000
		Scale 306.89309
		Shape 8.36078

27 models are defined with scores between 1.92 and 94.23

Absolute Evaluation of Model 1 - Johnson SB

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Johnson SB

"Error" in the model mean
relative to the sample mean 0.03030 = 0.01%

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Johnson SB

Sample size 65
Normal test statistic 0.07525
Modified test statistic 0.60667

Note: No critical values exist for this special case.
The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
65	1.119	1.204	1.336	1.456	1.601
Reject?	No				

El test de bondad de ajuste aplicado arroja como resultado el no rechazo de la hipótesis nula, por lo que se adopta la distribución propuesta por el software para representar los tiempos de Intervención Quirúrgica asociados al Rango 4 de tiempos. La distribución utilizada es la siguiente:

Flexsim Representation of Model 1 - Johnson SB

Use:

When using a picklist option:	
Distribution	Johnson Bounded
Minimum	271.262343
Maximum	579.648149
Shape1	1.197703
Shape2	0.629378
When using code:	
johnsonbounded(271.262343, 579.648149, 1.197703, 0.629378, <stream>)	

- Proceso Post-Anestesia:

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Log-Laplace	96.00	Location 0.00000
		Scale 100.00000
		Shape 3.23875
2 - Log-Laplace(E)	92.00	Location 15.96774
		Scale 84.03226
		Shape 2.58608
3 - Log-Logistic	89.00	Location 0.00000
		Scale 101.81019
		Shape 4.33834

26 models are defined with scores between 0.00 and 96.00

Absolute Evaluation of Model 1 - Log-Laplace

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Log-Laplace

"Error" in the model mean
relative to the sample mean -1.16876 = 1.07%

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Log-Laplace

Sample size 65
 Normal test statistic 0.11578
 Modified test statistic 0.93343

Note: No critical values exist for this special case.
 The following critical values are for the case where
 all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
65	1.119	1.204	1.336	1.456	1.601
Reject?	No				

El test de bondad de ajuste aplicado arroja como resultado el no rechazo de la hipótesis nula, por lo que se adopta la distribución propuesta por el software para representar los tiempos de Post-Anestesia asociados al Rango 4 de tiempos. La distribución utilizada es la siguiente:

Flexsim Representation of Model 1 - Log-Laplace

Use:

When using a picklist option:
 Distribution Log-Laplace
 Location 0.000000
 Scale 100.000000
 Shape 3.238745

When using code:
 loglaplace(0.000000, 100.000000, 3.238745, <stream>)

Rango 3 para Modelo con Pre-Anestesia

- Proceso de Pre-Anestesia:

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Pearson Type V	94.79	Location 0.00000
		Scale 444.62246
		Shape 9.68326
2 - Inverted Weibull	89.58	Location 0.00000
		Scale 41.30949
		Shape 3.47094
3 - Log-Logistic	89.58	Location 0.00000
		Scale 47.57428
		Shape 5.32154

25 models are defined with scores between 0.00 and 94.79

Absolute Evaluation of Model 1 - Pearson Type V

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Pearson Type V

"Error" in the model mean
relative to the sample mean 0.23279 = 0.45%

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Pearson Type V

Sample size 91
Normal test statistic 0.08172
Modified test statistic 0.77952

Note: No critical values exist for this special case.
 The following critical values are for the case where
 all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
91	1.123	1.207	1.340	1.460	1.606
Reject?	No				

El test de bondad de ajuste aplicado arroja como resultado el no rechazo de la hipótesis nula, por lo que se adopta la distribución propuesta por el software para representar los tiempos de Pre-Anestesia asociados al Rango 3 de tiempos. La distribución utilizada es la siguiente:

Flexsim Representation of Model 1 - Pearson Type V

Use:

When using a picklist option:	
Distribution	Pearson Type 5
Location	0.000000
Scale	444.622461
Shape	9.683256
When using code:	
pearsont5(0.000000, 444.622461, 9.683256, <stream>)	

- Proceso Intervención Quirúrgica

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Weibull	100.00	Location 0.00000
		Scale 185.89148
		Shape 6.14389
2 - Log-Logistic	96.15	Location 0.00000
		Scale 172.42944
		Shape 8.40026
3 - Gamma	91.35	Location 0.00000
		Scale 8.10100
		Shape 21.29599

27 models are defined with scores between 0.00 and 100.00

Absolute Evaluation of Model 1 - Weibull

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Weibull

"Error" in the model mean
relative to the sample mean -0.16190 = 0.09%

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Weibull

Sample size 91
Normal test statistic 0.06826
Modified test statistic 0.65113

Note: The following critical values are exact.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)			
	0.100	0.050	0.025	0.010
50	0.790	0.856	0.922	0.988
infinity	0.803	0.874	0.939	1.007
Reject?	No			

El test de bondad de ajuste aplicado arroja como resultado el no rechazo de la hipótesis nula, por lo que se adopta la distribución propuesta por el software para representar los tiempos de la actividad Proceso de Intervención Quirúrgica asociados al Rango 3 de tiempos. La distribución utilizada es la siguiente:

Flexsim Representation of Model 1 - Weibull

Use:

When using a picklist option:	
Distribution	Weibull
Location	0.000000
Scale	185.891484
Shape	6.143890
When using code:	
weibull(0.000000, 185.891484, 6.143890, <stream>)	

Rango 4 para Modelo Con Pre-Anestesia

- Proceso Pre-Anestesia

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters
1 - Inverse Gaussian	90.00	Location 0.00000
		Scale 65.56863
		Shape 1,006.77174
2 - Lognormal	89.00	Location 0.00000
		Scale 63.49863
		Shape 0.25137
3 - Pearson Type V	89.00	Location 0.00000
		Scale 1,002.54879
		Shape 16.28587

26 models are defined with scores between 0.00 and 90.00

Absolute Evaluation of Model 1 - Inverse Gaussian

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Inverse Gaussian

"Error" in the model mean
relative to the sample mean 0

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Inverse Gaussian

Sample size 51
Normal test statistic 0.08247
Modified test statistic 0.58895

Note: No critical values exist for this special case.
 The following critical values are for the case where
 all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
51	1.117	1.201	1.333	1.452	1.598
Reject?	No				

El test de bondad de ajuste aplicado arroja como resultado el no rechazo de la hipótesis nula, por lo que se adopta la distribución propuesta por el software para representar los tiempos del Proceso de Pre-Anestesia asociados al Rango 4 de tiempos. La distribución utilizada es la siguiente:

Flexsim Representation of Model 1 - Inverse Gaussian

Use:

When using a picklist option:	
Distribution	Inverse Gaussian
Location	0.000000
Scale	65.568627
Shape	1006.771743
When using code:	
inversegaussian(0.000000, 65.568627, 1006.771743, <stream>)	

- Proceso de Intervención Quirúrgica

Relative Evaluation of Candidate Models

Model	Relative Score	Parameters	
1 - Weibull(E)	96.00	Location	106.20283
		Scale	103.54739
		Shape	1.52891
2 - Gamma(E)	94.00	Location	106.20283
		Scale	50.18676
		Shape	1.86584
3 - Pearson Type V	84.00	Location	0.00000
		Scale	2,210.83151
		Shape	12.05559

26 models are defined with scores between 1.00 and 96.00

Absolute Evaluation of Model 1 - Weibull(E)

Evaluation: Good

Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Additional Information about Model 1 - Weibull(E)

"Error" in the model mean
relative to the sample mean 0.37129 = 0.19%

La evaluación del nivel de ajuste del software sobre la distribución candidata es positiva. Pero para ser más rigurosos se procederá a aplicar un test de bondad de ajuste K-S.

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Weibull(E)

Sample size 51
Normal test statistic 0.08602
Modified test statistic 0.61434

Note: No critical values exist for this special case.
 The following critical values are for the case where
 all parameters are known, and are conservative.

Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
51	1.117	1.201	1.333	1.452	1.598
Reject?	No				

El test de bondad de ajuste aplicado arroja como resultado el no rechazo de la hipótesis nula, por lo que se adopta la distribución propuesta por el software para representar los tiempos de la Actividad Proceso de Intervención Quirúrgica asociados al Rango 4 de tiempos. La distribución utilizada es la siguiente:

Flexsim Representation of Model 1 - Weibull(E)

Use:

When using a picklist option:	
Distribution	Weibull
Location	106.202830
Scale	103.547385
Shape	1.528910
When using code:	
weibull(106.202830, 103.547385, 1.528910, <stream>)	

14.7. Anexo 7: Tablas de Probabilidad de Números de Llegadas

QUIRÓFANO 3									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas
0.14286	1	0.14	1	0.05	1	0.19091	1	0.45	1
0.66667	2	0.53	2	0.32	2	0.46364	2	0.35	2
0.09524	3	0.23	3	0.55	3	0.20909	3	0.15	3
0.09524	4	0.05	4	0.04	4	0.13636	4	0.05	4
		0.05	5	0.04	5				

QUIRÓFANO 5									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas
0.35	1	0.36364	1	0.27273	1	0.52174	1	0.28571	1
0.55	2	0.09091	2	0.45455	2	0.34783	2	0.52381	2
0.05	3	0.45455	3	0.22727	3	0.08696	3	0.14286	3
0.05	4	0.09091	4	0.04545	5	0.04348	4	0.04762	4

QUIRÓFANO 6									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas
0	1	0	1	0.0476	1	0.0869	1	0.3	1
0.896	2	0.4381	2	0.7214	2	0.3913	2	0.5	2
0.052	3	0.3785	3	0.1155	3	0.3674	3	0.1	3
0.052	4	0.0917	4	0.1155	4	0.077	4	0.05	4
		0.0917	5			0.0774	5	0.05	5

QUIRÓFANO 7									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas
0.14	1	0	1	0.33	2	0.56522	2	0.14286	1
0.66	2	0.46	2	0.52	3	0.30435	3	0.57143	2
0.2	3	0.38	3	0.1	4	0.13043	4	0.19048	3
		0.08	4	0.05	5			0.04762	4
		0.04	5					0.04762	5
		0.04	6						

QUIRÓFANO 8									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas	Pbb (%)	Nº Llegadas
0.12	1	0	1	0.108	1	0.31	1	0	1
0.388	2	0.491	2	0.5	2	0.57	2	0.61905	2
0.4	3	0.409	3	0.25	3	0.06	3	0.33333	3
0.092	4	0.05	4	0.047	4	0.06	4	0.04762	4
		0.05	5	0.095	5				

QUIRÓFANO 9									
LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas
0.2381	1	0.36364	1	0.36364	1	0.26087	1	0.7619	1
0.66667	2	0.54545	2	0.5	2	0.56522	2	0.19048	2
0.09524	3	0.09091	3	0.13636	3	0.13043	3	0.04762	3
						0.04348	4		

QUIRÓFANO 10									
LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas
0	1	0.27273	2	0.236	2	0.2	2	0.147	1
0.39	2	0.63636	3	0.559	3	0.6087	3	0.453	2
0.41	3	0.09091	4	0.17	4	0.16	4	0.3	3
0.1	4			0.035	5	0.0313	5	0.1	4
0.05	5								
0.05	6								

QUIRÓFANO 11									
LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas
0.195	1	0.291	2	0.194	1	0.21739	2	0	1
0.528	2	0.559	3	0.506	2	0.56522	3	0.76	2
0.201	3	0.05	4	0.15	3	0.13043	4	0.16	3
0.076	4	0.05	5	0.075	4	0.08696	5	0.04	4
		0.05	6	0.075	5			0.04	5

QUIRÓFANO 12									
LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas	Pbb (%)	Nº Ilegadas
0.09524	1	0.33333	2	0	1	0.04545	1	0.3125	1
0.42857	2	0.09524	3	0.27273	2	0.40909	2	0.4375	2
0.2381	3	0.52381	4	0.40909	3	0.31818	3	0.25	3
0.19048	4	0.04762	5	0.13636	4	0.13636	4		
0.04762	6			0.18182	5	0.09091	5		

14.8. Anexo 8: Tablas de Probabilidad por Tipos de Tracks

QUIRÓFANO 3									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
30	Track41	9	Track29	21	Track29	15	Track29	50	Track29
10	Track11	5	Track11	42	Track41	15	Track11	12.5	Track41
20	Track20	52	Track41	11	Track78	23	Track41	12.5	Track78
10	Track78	24	Track78	15	Track25	15	Track20	12.5	Track65
15	Track65	5	Track25	11	Track83	8	Track78	12.5	Track83
15	Track83	5	Track83			10	Track65		
						14	Track83		

QUIRÓFANO 5									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
10	Track30	30	Track30	15	Track30	12.5	Track30	20	Track30
20	Track42	30	Track42	7	Track12	25	Track42	20	Track12
30	Track21	30	Track54	43	Track42	37.5	Track54	40	Track54
30	Track54	10	Track66	13	Track54	25	Track66	20	Track26
10	Track66			22	Track26				

QUIRÓFANO 6									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
25	Track31	30	Track31	25	Track31	9	Track13	33	Track3
25	Track43	30	Track43	7	Track13	45	Track43	56	Track31
40	Track73	30	Track73	35	Track43	16	Track22	11	Track55
10	Track102	10	Track102	20	Track73	20	Track73		
				13	Track102	10	Track102		

QUIRÓFANO 7									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
17	Track4	5	Track4	20	Track32	11	Track32	20	Track32
13	Track14	15.75	Track32	19	Track14	20	Track14	14	Track14
31	Track44	17	Track14	30	Track44	27	Track44	30	Track44
19	Track79	21	Track44	17	Track79	23	Track79	29	Track79
20	Track84	19.25	Track79	14	Track84	19	Track84	7	Track84
		22	Track84						

QUIRÓFANO 8									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
25	Track33	10	Track5	20	Track33	10	Track5	7	Track5
12.5	Track15	9	Track33	35	Track45	40	Track33	20	Track33
25	Track45	10	Track15	25	Track80	20	Track80	7	Track15
25	Track80	25	Track45	20	Track85	30	Track85	18	Track45
12.5	Track85	15	Track80					31	Track80
		31	Track85					17	Track85

QUIRÓFANO 9									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
18	Track34	14	Track34	24	Track34	18	Track34	12.5	Track34
10	Track46	14	Track46	33	Track46	27	Track46	25	Track58
18	Track23	14	Track23	9	Track58	9	Track23	62.5	Track28
36	Track28	7	Track58	25	Track28	9	Track58		
18	Track86	36	Track28	9	Track86	37	Track28		
		15	Track86						

QUIRÓFANO 10									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
29	Track35	33	Track35	32	Track35	15	Track6	12	Track6
41	Track47	46	Track47	42	Track47	20	Track35	35	Track35
8	Track59	9	Track59	11	Track59	40	Track47	35	Track47
10	Track81	12	Track81	15	Track81	12.5	Track59	7	Track59
12	Track71					7.5	Track81	5	Track81
						5	Track71	6	Track71

QUIRÓFANO 11									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
24	Track36	5	Track7	25	Track36	35	Track36	25	Track36
19	Track16	30	Track36	40	Track48	35	Track48	10	Track16
27	Track48	10	Track16	25	Track76	20	Track76	30	Track48
20	Track76	30	Track48	10	Track103	10	Track103	25	Track76
10	Track103	15	Track76					10	Track103
		10	Track103						

QUIRÓFANO 12									
LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track	Pbb (%)	Track
12	Track8	18	Track8	10	Track8	15	Track8	17	Track37
28	Track37	12	Track37	48	Track37	30	Track37	50	Track17
15	Track17	17	Track17	5	Track17	8	Track17	9	Track49
24	Track49	10	Track49	13	Track49	19	Track49	24	Track82
15	Track82	24	Track82	14	Track82	21	Track82		
6	Track77	19	Track77	10	Track77	7	Track77		

14.9. Anexo 9: Grupos de Tracks Según Escenarios

En el siguiente recuadro, se ilustra una descomposición de los tracks designados por números, en función de los atributos de cada uno:

Quirófano	R1_No_PA	R1_Si_PA	R2_No_PA	R2_Si_PA	R3_No_PA	R3_Si_PA	R3_Si_PA_IQ	R4_No_PA	R4_Si_PA	R4_Si_PA_IQ
1	9	38	18	50	93	62	94	97	98	89
2	10	39	19	51		63	90		96	104
3		29	11	41	20	53	78	25	65	83
4	87	40	88	52	92	64	91		95	105
5		30	12	42	21	54		26	66	
6	3	31	13	43	22	55	73		67	102
7	4	32	14	44		56	79		68	84
8	5	33	15	45		57	80	27	69	85
9		34		46	23	58		28	70	86
10	6	35		47		59	81		71	
11	7	36	16	48		60	76		72	103
12	8	37	17	49	24	61	82			77

Cuadro 1

Los tracks del cuadro anterior son utilizados en los modelos de simulación de los escenarios 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

En el siguiente cuadro se ilustran los tracks utilizados en los modelos de los escenarios 9, 10, 11, 12 y 13:

Quirófano	R1_No_PA	R1_Si_PA	R2_No_PA	R2_Si_PA	R3_No_PA	R3_Si_PA	R3_Si_PA_IQ	R4_No_PA	R4_Si_PA	R4_Si_PA_IQ
3		29	11	102	217	200	218	229	227	228
5		93	89	101	216	201	219	232	230	231
6	3	82	90	100	215	202	220	235	233	234
7	4	83	91	99	214	203	221	238	236	237
8	5	84	92	98	213	204	222	241	239	240
9		85		97	212	205	223	244	242	243
10	6	86		96	211	206	224	247	245	246
11	7	87	93	95	210	207	225	250	248	249
12	8	88	94	49	209	208	226	253	251	252

Cuadro 2

Además de estos tracks, se incluyen el modelo otros 5, que corresponden a aquellos utilizados para simular la disponibilidad de camas en la Unidad de Intermedio Quirúrgico para el Sector B de pabellones. Para los escenarios del 1 al 8, estos tracks son designados con los números 1, 2, 99, 100 y 101. Para los escenarios del 9 al 13, los mismos tracks son designados por los números 1, 2, 300, 301, y 302.

14.10. Anexo 10: Distribuciones de Tiempos de Mantenimiento Quirófanos

En el siguiente cuadro, se exponen las distribuciones utilizadas para generar los tiempos de mantenimiento o preparación de quirófanos entre intervenciones

Quirófano	Distribución
3	weibull(0.000000, 24.495217, 1.987563, <stream>)
5	erlang(0.000000, 8.250000, 3.000000, <stream>)
6	erlang(0.000000, 6.454545, 3.000000, <stream>)
7	Empírica
8	weibull(4.285714, 17.395915, 1.538631, <stream>)
9	johnsonbounded(3.181626, 106.885554, 0.173583, 0.590004, <stream>)
10	gamma(0.000000, 8.218803, 2.805221, <stream>)
11	erlang(0.000000, 6.941176, 3.000000, <stream>)
12	randomwalk(0.000000, 0.061262, 0.120406, <stream>)

La tabla empírica generadora de los tiempos de mantenimiento del Quirófano 7, es la siguiente:

Percentage (Column 1)	X value (Column 2)
4.878	5
19.512	10
14.634	15
2.439	18
29.268	20
17.073	25
2.439	30
2.439	45
7.317	55

14.11. Anexo 11: Programación Semanal de Intervenciones para Escenario 6

En las tablas que se exponen en éste anexo, se ilustra la programación para una semana entera para el Sector B de Pabellones, en un escenario en el cual se utilizan 12 quirófanos. Las tablas son elaboradas para cada día de la semana en forma separada, y en ellas es posible distinguir, por quirófano, qué tracks serán intervenidos y en qué orden. Es importante destacar, que para los escenarios 7 y 8, se utiliza la misma programación, con la única diferencia, que la secuencia que en estas tablas se observa, es modificada de acuerdo al rango de Tiempo de la actividad Intervención Quirúrgica establecido para cada track.

Por ejemplo, para el día lunes se observa que en el Escenario 6, en el quirófano 1 serán intervenidos los tracks 98, 62 y 38, en ése orden; sin embargo, en el Escenario 7, donde se invierte la programación debido al rango de tiempo de duración de la actividad Intervención Quirúrgica, la secuencia de intervenciones del quirófano 1 para el día lunes es primero con el track 38, luego el 62 y finalmente el 98.

Lunes			
Quirófano	Primera	Segunda	Tercera
1	98	62	38
2	63	51	39
3	83	20	41
4	64	52	40
5	54	21	
6	73	43	31
7	84	44	4
8	80	45	33
9	86	46	
10	71	47	35
11	76	48	36
12	82	49	37

Martes			
Quirófano	Primera	Segunda	Tercera
1	62	50	38
2	63	51	39
3	78	41	29
4	64	52	40
5	54	42	
6	73	43	31
7	84	44	32
8	85	45	33
9	28	23	
10	81	47	35
11	103	48	36
12	77	82	17

Miércoles			
Quirófano	Primera	Segunda	Tercera
1	94	50	
2	63	51	39
3	25	41	29
4	64	52	
5	26	42	
6	73	43	31
7	84	44	32
8	80	45	33
9	28	46	
10	81	47	35
11	76	48	36
12	77	49	37

Jueves			
Quirófano	Primera	Segunda	Tercera
1	89	94	
2	96	63	
3	83	41	
4	95	64	
5	66	54	
6	102	43	13
7	79	44	14
8	85	45	
9	28	46	
10	81	47	35
11	103	48	36
12	82	49	37

Viernes			
Quirófano	Primera	Segunda	Tercera
1	94	62	38
2	96	63	
3	83	41	29
4	95	64	
5	54	30	
6	55	31	
7	79	44	32
8	80	45	33
9	58		
10	81	47	35
11	76	48	36
12	82	17	37

14.12. Anexo 12: Flexsim HC

Terminología

Flexsim Objects: los objetos de simulación que contiene el software se ubican en la librería de éste. Algunos de los objetos más utilizados son: Patient Arrivals (generador de entidades con forma de puertas), Patient Exit (salida de entidades del sistema en forma de puertas también), Patient Queuing (colas como salas de espera), Patient Processing (procesador de entidades), Staff Group (grupos de trabajo), Transport Group (grupos de transporte), entre otros.

Flowitems: los ítems de flujo, o pacientes en este caso, son los objetos que fluyen a través del sistema recreado en el modelo. Es sobre estos ítems que se realizan los procesos de atención recreados, como en el caso de esta memoria, la intervención quirúrgica, el proceso de recuperación en la sala de Post-Anestesia y el transporte entre una unidad y otra.

Track: es una etiqueta colocada en el flowitem, que en este caso corresponde al tipo de paciente. Para el modelo que en este proyecto se desarrollará, el track de cada paciente determinará: el quirófano en cual se realizará su intervención, la distribución de probabilidad asociada el tiempo de duración de dicha intervención, si el paciente será o no trasladado a la unidad de Post-Anestesia, y en caso de que el paciente sí es trasladado a Post-Anestesia, se especificará una distribución de probabilidad asociada al tiempo de recuperación del flowitem en esa unidad.

Ports: todo objeto tiene un número ilimitado de puertos que le permiten comunicarse con otros objetos del modelo, estableciendo así rutas factibles de los flowitems dentro del modelo, que indican desde qué objeto se puede mover un paciente a otro y viceversa.

Librería de Objetos

La librería de objetos de Flexsim Healthcare, como se mencionó anteriormente, permite incorporar al modelo, objetos que formaran parte del sistema que se intenta recrear, y a través de los cuáles los pacientes deben seguir una cierta secuencia y permaneciendo ocupando algunos de estos por una cantidad determinada de tiempo según corresponda al track de cada paciente. Los principales objetos de la librería son:

Patient Arrivals: es un generador de entidades que se representa con la forma de puertas, al igual que una entrada de una sala. Por este objeto, entraran al sistema los pacientes para luego seguir dentro de éste el flujo que corresponda a cada uno de ellos de acuerdo a su track. Los patrones de llegada de las entidades al sistema pueden determinarse de varias formas, una muy común de hacerlo es establecer funciones de distribución de probabilidad entre llegadas. En este trabajo, las llegadas serán determinísticas, ya que el proceso de intervención quirúrgica es programado, y por lo tanto las llegadas no se producen al azar. Este patrón de llegada determinístico, es posible de establecer en el objeto Patient Arrivals especificando, cuantos pacientes llegarán una corrida de simulación, y en qué momento llegarán.

Patient Exit: este objeto elimina a los flowitems o pacientes del sistema, se representa en el modelo como puertas de salida.

Patient Queuing: es básicamente una cola de flowitems, donde estos deben esperar, debido a que la unidad de proceso, que según el track viene a continuación dentro del flujo preestablecido para el paciente, se encuentra ocupada. Por defecto, estas colas funcionan bajo la modalidad "FIFO", el primero en entrar es el primero en salir. La

representación de estos objetos puede ser como una sala de espera, o simplemente una línea.

Patient Processing: es utilizado para simular el procesamiento de flowitems en un modelo. El proceso es simulado como la permanencia del paciente en la unidad, por un tiempo determinado en el track de éste, el que puede corresponder a un tiempo fijo, o a un tiempo determinado según una distribución de probabilidad. En este trabajo, se establece también que estas unidades de procesamiento sean sometidas a mantención entre trabajos, proceso que representa el setup o preparación de los quirófanos entre intervenciones.

Staff Group: representa un grupo de personal. En el track se define que para ciertas actividades el paciente puede necesitar la atención de personal médico, bajo esa lógica, desde un objeto se envía una petición de trabajo al Staff Group, quién según la disponibilidad de personal con que cuenta, envía a un miembro del personal a realizar la tarea.

14.13. Anexo 13: Labels, Triggers y Variables

Como se dijo en el cuerpo del informe, para medir los indicadores que se utilizaron para realizar el estudio, hubo que ajustar ciertos parámetros en los objetos que componen el modelo.

Como primer paso fue necesario definir los labels de los objetos. Los labels son variables que asignan a los objetos, dependiendo del tipo de objeto que se trate. Por ejemplo, para todos los objetos del modelo que representaban quirófanos, se definieron un grupo de labels en ellos, comunes lógicamente a todos los objetos que representaran quirófanos. Lo mismo se realizó con los objetos que representaban camas de Post-Anestesia.

Luego en cada objeto, se definieron los Triggers. Como su nombre lo dice en inglés, estos elementos son gatilladores. Luego, al ocurrir un evento, estos Triggers provocan o registran un cambio en el valor de 1 o algunos de los labels que están definidos para cierto objeto. Los triggers pueden clasificarse como Entry Trigger, o Exit Trigger. Los primeros registran un cambio para el valor de cierto label, en el evento que un paciente haga ingreso al objeto en cuestión, mientras que los Exit Triggers, registran el cambio en el valor del label, cuando el paciente hace retiro del objeto.

A continuación, se presenta un resumen de los labels y triggers definidos por objetos.

TRACKS

Para los tracks se definen los siguientes labels:

- Entrada_quir: guarda el tiempo, la hora, en que el paciente hace ingreso al objeto quirófano.
- Iniciobloqueo: guarda como valor, el instante de tiempo, en que comienza el bloqueo del quirófano, ya que el paciente no puede ser trasladado a la Unidad de Post-Anestesia, pues esta está con capacidad copada.
- Iniciobloqueopa: guarda como valor, el instante de tiempo, en que comienza el bloqueo de una cama de Post-Anestesia, ya que el paciente no puede ser trasladado a la Unidad de Intermedio Quirúrgico, pues esta está con capacidad copada.
- Acuity: este es un label que viene definido por defecto en el programa, y que asigna una cierta prioridad de atención a cada paciente. Este label se utilizado en la mayoría de los escenarios, salvo en aquellos que se buscaba evaluar el impacto de las diferentes reglas de secuenciación.

Los trigger elaborados para los objetos Tracks, son los siguientes:

- Este trigger se usa para asignar mayor prioridad de atención a aquellos tracks cuyos tiempos de Actividad Quirúrgica correspondan a rangos mayores.

```
{ //***** PickOption Start *****\\  
  
/**Set Label*/  
setlabelnum(  
/** \nObject: */ /**/patient/**/,  
/** \nLabel: */ /**/"Acuity"/**/,  
/** \nValue: */ /**/getlabelnum(patient,"PCI")/**/  
);  
/** \n\n*/  
  
} //***** PickOption End *****\\
```

- Este trigger sirve para registrar el número de veces que se produce un bloqueo de quirófano, y el momento en el tiempo en que este bloqueo comienza. El ciclo for se recorre 7 veces, pues en cada loop, revisa si cada una de las camas de

post anestesia está ocupada, recordar que la dotación de las camas de Post-Anestesia es de 7. Luego, si una cama está ocupada, se suma 1 al contador test, luego si test el 7, entonces todas las camas están ocupadas. En este trigger se hace referencia a labels definidos en el objeto Quirófano.

```
int test = 0;

for(int xx = 1; xx <= 7; xx++)
{
  if(content(outobject(up(patient),xx)) == 1)
  {
    test++;
  }
}

if(test == (7))
{
  setlabelnum(up(patient), "contadorbloqueo", getlabelnum(up(patient),
"contadorbloqueo")+1 );
  setlabelnum(patient, "iniciobloqueo", time());
}
}
```

- Este trigger sirve para registrar el número de veces que se produce un bloqueo de una cama de Post-Anestesia, y el momento en el tiempo en que este bloqueo comienza. En este caso, la lógica es la misma que para el bloqueo de quirófanos, pero la diferencia es que el ciclo for se recorre 12 veces, ya que en el modelo se habilitan 12 camas de Intermedio Quirúrgico. De igual manera, en este trigger se hace referencia a labels definidos en el objeto Camas de Post-Anestesia.

```
int test = 0;

for(int xx = 1; xx <= 12; xx++)
{
  if(content(outobject(up(patient),xx)) == 1)
  {
    test++;
  }
}

if(test == (12))
{
  setlabelnum(up(patient), "contadorblo", getlabelnum(up(patient),
"contadorblo")+1 );
  setlabelnum(patient, "iniciobloqueopa", time());
}
}
```

QUIRÓFANOS:

Para los quirófanos se definen los siguientes labels:

- Tiempo_uso: almacena el tiempo que un paciente está siendo intervenido en el quirófano
- Fuerahorarioq#: el # obedece a que corresponde al número del quirófano, almacena el número de veces que cuando un paciente es retirado del quirófano, el sistema se encuentra en estado “fuera de horario”.
- Contadorbloqueo: almacena el número de veces en que se produce una situación de bloqueo del quirófano respectivo
- Tiempobloqueo: almacena la cantidad de tiempo que un quirófano permanece bloqueado en 1 semana.
- Findia: registra el instante del tiempo en que el sistema entra en estado “fuera de horario”.
- Tiempofh: utilizando el label findia, en este label, se almacena la cantidad de tiempo en que un quirófano registra actividad fuera de horario.

Los trigger elaborados para los objetos Quirófanos, son los siguientes:

- Este trigger almacena el instante en que el paciente ingresa al quirófano

```
{ //***** PickOption Start *****\\  
  
  /**Set Label*/  
  setlabelnum(  
  /** \nObject: */ /**/patient/**/,  
  /** \nLabel: */ /**/"entrada_quir"/**/,  
  /** \nValue: */ /**/time()/**/  
  );  
  /** \n\n*/  
}  
//***** PickOption End *****\\
```

- Este trigger se utiliza para contar el tiempo que el quirófano fue utilizado interviniendo un paciente, por lo cual se resta del valor total que el quirófano está ocupado el tiempo de bloqueo y tiempo de funcionamiento fuera de horario.

```
{ //***** PickOption Start *****\\  
  
  /**Set Label*/  
  setlabelnum(  
  /** \nObject: */ /**/current/**/,  
  /** \nLabel: */ /**/"tiempo_uso"/**/,  
  );  
}
```

```

/** \nValue: */ /**/getlabelnum(current,"tiempo_uso")+ (time()-
getlabelnum(patient,"entrada_quir))-getlabelnum(current,"tiempobloqueo")/**/
);
/** \n\n*/

} //***** PickOption End *****\\

```

- Este trigger se utiliza para registrar el número de veces que el quirófano opera en estado “fuera de horario”, se utiliza la variable global “estado_atencion” que toma valor 0 cuando el sistema se encuentra fuera de horario, y valor 1 cuando está en horario de atención.

```

if(estado_atencion==0)
{ //***** PickOption Start *****\\

/**Set Label*/
setlabelnum(
/** \nObject: */ /**/current/**/,
/** \nLabel: */ /**/"fuerahorarioq12"/**/,
/** \nValue: */ /**/getlabelnum(current,"fuerahorarioq12")+1/**/
);
/** \n\n*/

} //***** PickOption End *****\\

```

- Este trigger permite almacenar la cantidad de tiempo de funcionamiento en estado de “bloqueo”.

```

if(getlabelnum(patient,"iniciobloqueo") > 0)
{
setlabelnum(current, "tiempobloqueo", getlabelnum(current,
"tiempobloqueo")+ (time()-getlabelnum(patient,"iniciobloqueo")) );
}

```

- Finalmente, este trigger hace posible registrar la cantidad de tiempo que se trabaja en estado, “fuera de horario”, también se utiliza la variable global “estado_atención”.

```

if(estado_atencion==0)
{ //***** PickOption Start *****\\

/**Set Label*/
setlabelnum(
/** \nObject: */ /**/current/**/,
/** \nLabel: */ /**/"tiempofh"/**/,
/** \nValue: */ /**/getlabelnum(current,"tiempofh")+ (time()-
getlabelnum(current,"findia"))/**/
);
/** \n\n*/

} //***** PickOption End *****\\

```

CAMAS POST-ANESTESIA:

Para éstos objetos, se definen los siguientes labels:

- Contadorblo: es un contador que almacena el número de veces a la semana en que una cama se ve bloqueada por el paso frustrado de un paciente desde Post-Anestesia a Intermedio Quirúrgico.
- Tiempoblo: almacena la cantidad de tiempo por la que se prolonga la situación explicada en el label anterior.

El trigger utilizado en este caso es el siguiente:

- Este trigger sirve para actualizar el valor del label "tiempoblo", ya que almacena en ese label, el tiempo de bloqueo de la cama.

```
if(getlabelnum(patient,"iniciobloqueopa") > 0)
{
  setlabelnum(current, "tiempoblo", getlabelnum(current, "tiempoblo")+ (time()-
  getlabelnum(patient,"iniciobloqueopa"));
}
```

14.14. Anexo 14: Proceso Global Cirugía