

**ANÁLISIS DE VARIABILIDAD EN LA PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS EN UN
HOSPITAL DE NIVEL IV EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**



**MARÍA JULIANA TORRES SÁNCHEZ
ANA MARÍA ESTUPIÑÁN GONZÁLEZ**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ, D.C.
2014**

**ANÁLISIS DE VARIABILIDAD EN LA PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS EN UN
HOSPITAL DE NIVEL IV EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ
PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**



**DIRECTOR: DANIEL RICARDO SUÁREZ PhD.
ASESORES: MARTHA PATRICIA CARO MSc.
ELIANA MARÍA GONZÁLEZ MSc.**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ, D.C.**

2014

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
AGRADECIMIENTOS	8
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	9
RESUMEN EJECUTIVO	10
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	12
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y ALCANCE	13
1.3.1 Consideraciones del Proyecto	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. MARCOS DE REFERENCIA.....	16
3.1 ANTECEDENTES	16
3.2 MARCO TEÓRICO.....	18
3.2.1 <i>Variability Methodology (VM)</i> o Metodología de la Variabilidad	18
3.2.2 Caracterización del Proceso por Medio de Diagramas de Procesos	18
3.2.3 Indicadores de Desempeño	18
3.2.4 Principio de Pareto.....	19
3.2.5 Gráficos de control.....	20
3.2.6 Algoritmo <i>Bin Packing</i>	20
3.2.7 Reglas de Despacho	20
3.2.8 Análisis de Margen Bruto	21
4. METODOLOGÍA	22
5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	24
5.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO (OBJETIVO No. 1).....	24
5.2 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO (OBJETIVO No. 2).....	25
5.3 EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DEL PROCESO (OBJETIVO No. 3).....	27
5.3.1 Gráficas de Control de los Procedimientos de las Especialidades Seleccionadas	27
5.3.2 Causas de Variabilidad en las Especialidades Seleccionadas	30
5.4 ALGORITMO DE SOLUCIÓN DEL PROCESO (OBJETIVO No. 4).....	32

5.4.1	Situación Actual del Hospital Universitario Mayor.....	32
5.4.2	Situación Propuesta por los Autores	32
5.4.3	Aclaraciones y Supuestos del Algoritmo	33
5.4.4	Resultados del Algoritmo.....	35
5.5	BENEFICIO ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS (OBJETIVO No. 5).....	36
6.	CONCLUSIONES	39
7.	RECOMENDACIONES	40
7.1	RECOMENDACIONES PARA EL LECTOR.....	40
7.2	RECOMENDACIONES PARA EL HOSPITAL	40
6.	ANEXOS	43
7.	BIBLIOGRAFÍA	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1– Algunas mejoras obtenidas en los servicios de cirugía o adjuntos al aplicar herramientas de Metodología de la Variabilidad.....	17
Tabla 2 – Indicadores de Desempeño	19
Tabla 3 – Especialidades Seleccionadas por El Principio de Pareto para el Coeficiente de Variación Ponderado	26
Tabla 4 – Especialidades Seleccionadas por la regla de Pareto para el Porcentaje Representativo.....	26
Tabla 5 – Resultado de Las Ejecuciones del Algoritmo	35
Tabla 6 – Resultados Indicador Cambio de Tiempo de Oportunidad con Respecto a la Programación Original del Mes de Mayo.	36
Tabla 7 - Comparación de Escenarios SPT con la Situación Actual del HUM	37
Tabla 8 - Comparación de Escenarios LPT con la Situación Actual del HUM.....	37
Tabla 9 – Resultados del Indicador de Peso Representativo Según Especialidad	44
Tabla 10 – Ficha Técnica del Indicador de Peso Representativo Por Especialidad.....	45
Tabla 11 – Resultados del Indicador de Coeficiente de Variación Ponderado	46
Tabla 12 – Ficha Técnica del Indicador de Coeficiente de Variación Ponderada	47
Tabla 13 – Desarrollo Metodológico Detallado de los Objetivos Específicos.	48
Tabla 14 - Iteración Tasa de Ocupación por Sala	61
Tabla 15 - Iteración Tasa de ocupación por Día	62
Tabla 16- Totalidad de Horas Empleadas por Sala y por Día Generada a Partir del Área de Programación (Mayo 1 a 7)	62
Tabla 17– Totalidad de horas programadas con la regla de despacho SPT del 1al 7 de mayo.....	63
Tabla 18 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho LPT del 1al 7 de Mayo	63
Tabla 19 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho SPT del 8al 14 de Mayo.....	63
Tabla 20 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho LPT del 8al 14 de Mayo	64
Tabla 21 - Totalidad de horas programadas por el área de programación del 8al 14 de mayo.....	64
Tabla 22 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho SPT del 15 al 21 de Mayo....	64
Tabla 23- Totalidad de Horas Programadas por el Área de Programación del 15 al 21 de Mayo.....	65
Tabla 24 - Totalidad de horas programadas con la regla de despacho LPT del 15 al 21 de mayo	65
Tabla 25 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho LPT del 22 al 28 de Mayo....	65
Tabla 26 - Totalidad de horas programadas con la regla de despacho SPT del 22 al 28 de mayo	66
Tabla 27 - Totalidad de Horas Programadas por el Área de Programación del 22 al 28 de Mayo.....	66
Tabla 28 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho LPT del 29 al 31 de Mayo....	66
Tabla 29 - Totalidad de horas programadas con regla de despacho SPT del 29 al 31 de mayo	66
Tabla 30 - Totalidad de Horas Programadas por el Área de Programación del 29 al 31 de Mayo.....	67
Tabla 31 - Estado de Resultados Promedio de los Hospitales en Colombia.....	68

Tabla 32 - Crecimiento Anual de las Ventas y del Costo de Ventas	69
Tabla 34 - Representación del Servicio de Cirugías en los Rubros	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Desarrollo Metodológico de los Objetivos Específicos.	22
Figura 2 – Macro Proceso de Atención a Pacientes en Salas de Cirugía	24
Figura 3 – Gráfica del Comportamiento del mes de Mayo de los Pacientes del HUM Fuente: Bitácoras del HUM	25
Figura 4– Gráfica del Comportamiento de la Duración de los Casos del Mes de Mayo del HUM Fuente: Bitácoras del HUM	26
Figura 5 – Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía General	28
Figura 6 – Gráfico de Control Los Procedimientos de Ortopedia	28
Figura 7 – Gráfico de Control de los Procedimientos de Neurocirugía	29
Figura 8 – Gráfico de Control de los Procedimientos de Urología	29
Figura 9 – Causas de variabilidad natural y artificial Identificadas Mediante Entrevistas con Directivas, Personal Médico, y Visitas al servicio de cirugía.....	30
Figura 10 – Descripción General del Algoritmo	34
Figura 11 – Ejemplo Ilustrativo del Algoritmo Bajo la Regla de Despacho SPT para una Sala Tomado de Blake & Donald, (2002).....	35
Figura 12 – Programación del Paciente	51
Figura 13 – Admisión del Usuario en La Unidad Quirúrgica.....	52
Figura 14 – Traslado del Usuario al Quirófano	52
Figura 15 – Atención del Usuario en El Quirófano	53
Figura 16 – Diagrama de Pareto de Las Especialidades del HUM para el Porcentaje Representativo	54
Figura 17-Diagrama de Pareto de las Especialidades del HUM para el Coeficiente de Variación Ponderado	54
Figura 18 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía de Mano	55
Figura 19 - Gráfico de Control de Cirugía de los Procedimientos de Cabezo y Cuello	56
Figura 20 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía Vascular	56
Figura 21 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía Plástica	57
Figura 22 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Coloproctología	57
Figura 23 - Gráfico de Control de Cirugía de Maxilo	58
Figura 24 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Gastroenterología	58
Figura 25 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía de Seno	59
Ecuación 1 – Peso Representativo por Especialidad	43
Ecuación 2 – Coeficiente de Variación Ponderada.....	45

AGRADECIMIENTOS

Primero, queremos agradecer al Ing. Daniel Ricardo Suárez, el director, pues estuvo pendiente por solucionar dudas y aportar ideas durante del desarrollo de todo el proyecto. Además, fue quien direccionó el proyecto y enfocó los resultados de la forma más eficiente y apropiada.

Segundo, agradecemos a las asesoras Ing. Martha Patricia Caro e Ing. Eliana María González, por dar soporte a cada una de las actividades encaminadas al desarrollo del proyecto de la forma más concreta y fructífera posible.

Tercero, agradecemos al Hospital Universitario Mayor Méderi, junto con su personal, por toda su colaboración con respecto a la información solicitada y a la posibilidad de ingresar a sus instalaciones y conocer el servicio de cirugías lo más detallado posible.

Finalmente, agradecemos a la Pontificia Universidad Javeriana, por permitirnos desarrollarnos como profesionales, a los docentes a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial, por inculcarnos sus conocimientos y apoyarnos durante nuestro pregrado.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Pacientes Electivos: Hace referencia a aquellos pacientes que tienen una cita programada, para efectuar determinada cirugía.

Pacientes no electivos: Son aquellos pacientes que entran al hospital, ya sea por una urgencia o emergencia.

Pacientes emergentes: Son una subdivisión de los pacientes no electivos, y deben ser atendidos en un plazo corto luego de su ingreso al hospital, debido a la gravedad del caso.

Pacientes urgentes: Al igual que los pacientes emergentes, hacen parte de una subdivisión de los pacientes no electivos, sin embargo se diferencian de los emergentes en que el tiempo de atención puede postergarse en un rango no superior a 2 horas.

Variabilidad natural: Se refiere a aquellas variaciones que son inherentes al proceso. Su origen radica en las causas comunes que posee todo proceso, las cuales se comportan de tipo aleatorio y que se les puede hacer un seguimiento estadístico.

Variabilidad artificial: Hace referencia a variaciones controlables, determinadas por agentes y factores que intervienen en el proceso. En este caso, su fuente son las causas asignables o identificables que posee un proceso, y que su variabilidad generalmente es un poco más grande que la natural cuando éste no está estable. Por fortuna, este tipo de variabilidad puede ser controlada y/o eliminada de tal forma que se obtenga un mejor desempeño del proceso.

Indicadores de Desempeño: son unidades de medida que permiten medir la situación actual de una empresa en términos de resultados, metas, objetivos y responsabilidades (Macario, 2010).

HUM: Hospital Universitario Mayor – Méderi

LSI: Abreviatura de Límite de Control Superior. Es el límite máximo de duración que debe poseer una cirugía.

LCS: Abreviatura de Límite de Control Inferior. Es el límite mínimo de duración de una cirugía. Para este caso estará en cero y las cirugías que lo toquen son consideradas como cancelaciones.

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de grado se desarrolló en El Hospital Universitario Mayor – Méderi, una organización que presta servicios integrales de salud humanizada y segura, que promueve el bienestar del individuo, su familia y su entorno en todas las etapas de la vida.

El problema principal del Hospital, tal como menciona el doctor Nicolás Pérez (Pérez & Porras, 2014) radica en el proceso de programación de cirugía, pues este no cumple con las expectativas que poseen los directores del servicio de cirugías debido a que posee mucha variabilidad innecesaria y su método de desarrollo no es el más adecuado. Es por esto, que el presente proyecto pretende identificar las fuentes de variabilidad más importantes en el proceso de programación de cirugías en el Hospital Universitario Mayor (HUM), y a partir de lo anterior, proponer una mejora en el proceso acompañada de un análisis de los posibles beneficios al implementarla.

Para controlar estos problemas, se partió inicialmente de una caracterización general del servicio de cirugías, con el fin de conocer el proceso que se iba a estudiar. Posterior a ello, se diagnosticó la situación actual del proceso mediante indicadores de diagnóstico (Macario, 2010) que permitieron dar un vistazo de cómo se encontraba el proceso. Al ver que podía mejorarse, se planteó el uso del Algoritmo *Bin Packing* (Dexter, Macario, Traub, Hopwood, & Lubarsky, 1999), siendo aplicado en el contexto teórico de la programación (planeación de la programación); junto con la aplicación de dos reglas de despacho (*Longest Processing Time - LPT* y *Shortest Processing Time - SPT*), con el fin de establecer un modelo que organizara las cirugías de la mejor forma posible, y teniendo en cuenta el aumento de flujo de pacientes en las salas de cirugía. Finalmente, se realizó un análisis de margen bruto, en donde se evidenció que el modelo estipulado basado en las reglas de despacho, presentarían mejoras a nivel de utilidad bruta en el proceso.

Bajo este contexto, se encontró que con la regla de despacho *SPT*, la tasa de ocupación diaria promedio alcanzaría el 59,16% y 57,42% para la tasa de ocupación promedio por sala; mientras que el Hospital presenta el 52,23% y el 50,83% para cada métrica respectivamente. Esto evidencia, que la propuesta planteada por los autores se estaría empleando mejor el recurso del tiempo, atendiendo la misma cantidad de pacientes en un menor período, satisfaciendo igualmente su demanda y dejando abierto un espacio para atender una mayor cantidad de cirugías.

Al identificar las fuentes de variabilidad del proceso de programación en el Hospital, y teniendo la propuesta de mejora, se observó que si el hospital decide implantarla, se generarían aproximadamente \$ 137.376 Millones de COP adicionales de utilidad bruta promedio por año.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sector de la salud enfrenta constantemente nuevos retos debido a que se le demanda una mayor cobertura y una mejor calidad del servicio cuando, a la vez, está expuesto a continuas reducciones en su presupuesto. Los hospitales no son ajenos a esta problemática. En Europa, por ejemplo, la demanda hospitalaria crecía 6,5% en 2010 y el presupuesto no crecería más del 2 % en los años siguientes, creando un estrés económico en los hospitales públicos (Fernández, 2009).

Particularmente, el departamento de cirugía de un hospital es especialmente importante tanto para la misión del mismo como para su viabilidad económica. El servicio de cirugía origina alrededor del 40% de las ganancias totales en un hospital promedio (Denton, Viapiano, & Vogl, 2007), y a la vez es el departamento más costoso debido a la alta especialidad de servicios y equipos requeridos, representando aproximadamente el 9% del presupuesto anual del hospital (Gordon, Paul, Lyles, & Fountain, 1988). Esto hace que el optimizar el uso de los recursos dentro del servicio de cirugías sea esencial para la viabilidad económica de un hospital y el sector de salud.

Existen diversidad de elementos que influyen en el desempeño y eficiencia de las salas de cirugía: cancelaciones de último minuto, complicaciones en el quirófano, horas extra innecesarias de personal médico, entre otros. Todo lo cual puede llegar a traducirse en mayores costos, retrasos y operaciones que presentan una duración mayor a la estimada (Kaye & Fox, 2012). Se sabe que la variabilidad de los procesos va en contra de su eficiencia, por lo que es fundamental que los hospitales se empeñen en disminuirla para así aumentar la rentabilidad total que aportan al hospital (Kaye & Fox, 2012). Para adicionar, se ha identificado que una programación no óptima de las cirugías es el factor que mayor incidencia tiene en el desempeño y rendimiento del servicio de cirugía de un hospital (Litvak, 2010).

Una mala programación del servicio de cirugía, debido a unas políticas o reglas poco claras o inexistentes a la hora de asignar los turnos a las cirugías, puede introducir una variabilidad en la programación que atente contra la calidad del servicio ofrecido por el hospital hacia el paciente, e incremente los costos asociados a los tiempos muertos generados y el consumo de horas extra. Esta variabilidad ha sido clasificada anteriormente como artificial, ya que no es inherente al proceso (*i.e.* la cirugía) y puede ser eliminada completamente por medio de una gestión y planeación adecuada (Smith *et al.*, 2013).

El Hospital Universitario Mayor – Méderi (HUM) es uno de los centros médicos de mayor tamaño y complejidad de la ciudad de Bogotá, y no está exento del problema anteriormente descrito. En la

actualidad el HUM cuenta con 20 quirófanos, ejecuta en promedio 14.500 cirugías al año, el proceso de programación de las salas de cirugía es manual y se vuelve cada vez más complejo y propenso al error (Méderi., 2010). La tasa de ocupación de las salas de cirugía bajo la percepción del Hospital alcanza (86%); valor que difiere de los resultados encontrados. Adicionalmente, el tiempo que tarda la asignación de una sala de cirugía hasta el momento de efectuarla realmente (tiempo de oportunidad) puede ser superior a un mes e impacta directamente en la satisfacción y calidad del servicio (Pérez, 2014).

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El Hospital Universitario Mayor - Méderi (HUM) está constantemente buscando el mejor diseño de sus procesos que le permitan brindar un mejor servicio a sus usuarios, ampliando su cobertura y manteniendo una excelente calidad.

Actualmente el HUM es catalogado, según sus usuarios, como un hospital íntegro que se enfoca en la atención con calidad a los mismos, buscando así, que las necesidades o requerimientos que estos posean sean cubiertas a cabalidad (Quesada & Tarquino, 2012). Sin embargo, el tiempo de espera por una cirugía es usualmente considerado como excesivo por los pacientes y la dirección del hospital lo identifica como una oportunidad de mejora y una justificación para la realización de este proyecto.

Entre las herramientas disponibles para el mejoramiento de la eficiencia de los servicios de cirugías se encuentra la metodología de la variabilidad (Litvak, 2011), la cual busca optimizar los recursos de un proceso mediante la eliminación de la variabilidad que es independiente del mismo, pero que puede llegar a afectarlo (variabilidad artificial). La metodología de variabilidad es usualmente empleada conjuntamente con otras herramientas que buscan gestionar la variabilidad propia del proceso (variabilidad natural). La aplicación de esta herramienta en servicios de cirugía ha resultado en la mejora del servicio, por ejemplo:

(Reinertsen *et al.*, 2005) logró a través de la aplicación de la metodología de la variabilidad impactar las tasas de ocupación y sus tiempos de oportunidad, evidenciándolos en un incremento del volumen de atención en un 5% para el Hospital Saint John de Springfield. La Clínica Mayo, también impactó sus tiempos de oportunidad, gracias a la aplicación de dicha metodología por (Smith *et al.*, 2013), incrementando el volumen de atención en un 4%.

Este trabajo asume que el servicio de cirugía del HUM puede mejorar sus indicadores de ocupación y tiempo de oportunidad al emplear la metodología de la variabilidad para, primero, identificar las posibles fuentes de variabilidad artificial, y segundo, tomar correctivos que permitan

mejorar los procesos del servicio. Una mejora del 4% de la ocupación como se ha descrito en la literatura (Smith *et al.*, 2013), significaría un incremento aproximado de 8 cirugías adicionales a la semana, disminuyendo consecuentemente el tiempo de espera por cirugía.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y ALCANCE

Este trabajo se enfoca principalmente en eliminar la variabilidad artificial creada por la actual programación manual de las cirugías; dicha programación ha sido anteriormente descrita como la mayor fuente de variabilidad artificial en un servicio de cirugías (Abdelrasol, Harraz, & Eltawil, 2014). Se asume que la variabilidad artificial introducida por una programación manual puede ser eliminada por medio de un proceso automático de programación. Así este trabajo busca responder la siguiente pregunta de investigación:

¿Podría un proceso automático de programación de cirugía reducir la variabilidad de la misma y mejorar los indicadores de desempeño del servicio de cirugías del Hospital Universitario Mayor - Méderi (HUM)?

Los objetivos del presente proyecto también incluyen identificar las fuentes de variabilidad más importantes en el proceso de programación de cirugías en el Hospital Universitario Mayor (HUM), y a partir de lo anterior, proponer una mejora en el proceso de programación de cirugías acompañada de un análisis de los posibles beneficios al implementarla. Estos objetivos están orientados a responder la pregunta:

¿Existen fuentes de variabilidad en el proceso de programación de cirugías en el Hospital Universitario Mayor (HUM) que atenten contra el desempeño del servicio?

Finalmente, este trabajo de grado hace parte de un proyecto de investigación que busca caracterizar los servicios de cirugía de la ciudad de Bogotá. Este proyecto, es llevado a cabo por investigadores de la Pontificia Universidad Javeriana con la colaboración del Hospital Universitario Mayor – Méderi y la Fundación Santa Fe de Bogotá.

1.3.1 Consideraciones del Proyecto

Debido a que el presente proyecto buscaba eliminar o reducir la variabilidad artificial del proceso de programación de salas de cirugía, se tomaron en cuenta ciertas restricciones ligadas al desarrollo del método propuesto, las cuales son:

1. Toda la información base utilizada, provino de los programas de programación de cirugías y las bitácoras del mes de Mayo de 2014 del Hospital Universitario Mayor Méderi.
2. Se conocían los tiempos de duración de las cirugías a programar.
3. Los resultados fueron una aproximación de la realidad, pues no se consideraron retrasos que hayan podido ocurrir en el mes tomado como fuente de datos.
4. Se asumió que el horario para realizar cirugías estaba contemplado entre las 7:00 AM y las 7:00 PM (12 Horas - 2 Turnos), por lo que ninguna cirugía debía sobrepasar este tiempo dentro del programa y ninguna debía ser programada fuera de ese horario.
5. Las salas tomadas para el desarrollo del programa fueron: Sala 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11. No se tomaron la sala 12 (Sala exclusiva de urgencias), ni las salas de Ginecología.
6. Cada una de las salas se programó de forma independiente a las demás, ya que cada una tiene determinados equipos disponibles que le dan la posibilidad de atender diferentes cirugías.
7. Todas las salas se encontraban disponibles para ser programadas, al igual que los recursos necesarios para desarrollar las cirugías.
8. Las urgencias que aparecían dentro de la programación del hospital se incluyeron dentro del estudio como “casos de urgencia programada”.
9. La semana de análisis comprendía los 7 días (de Lunes a Domingo).
10. El modelo no contempló cancelaciones de cirugías, por lo que no existió reprogramación de cirugías.
11. El tiempo asignado para la cirugía se consideró como el tiempo total del proceso (tiempo de preparación y alistamiento + tiempo de anestesia + tiempo de duración del procedimiento).
12. El tiempo de recambio entre turnos del personal no estuvo contemplado dentro del programa, ya que en la actualidad, puesto que el personal a terminar su turno no puede retirarse hasta que el equipo del siguiente turno haya llegado.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este proyecto es doble:

“(1) Identificar las fuentes de variabilidad más importantes en el proceso de programación de cirugías en el Hospital Universitario Mayor (HUM), y a partir de lo anterior, (2) proponer una mejora en el proceso acompañada de un análisis de los posibles beneficios al implementarla.”

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proceso de programación de las salas de cirugía.
- Diagnosticar el estado actual del servicio de cirugías empleando indicadores de control.
- Encontrar las variables que intervienen en la programación de cirugías, evaluar su variabilidad y el impacto que tiene ésta dentro del desempeño del proceso.
- Proponer y evaluar mecanismos de solución para la reducción de la variabilidad artificial por medio de herramientas como Variability Methodology y la metodología de diferentes reglas de despacho.
- Comparar el beneficio económico que traería la propuesta de reducción de la variabilidad artificial con el método actual de programación de salas de cirugía.

3. MARCOS DE REFERENCIA

3.1 ANTECEDENTES

Dada la importancia económica del servicio de cirugía para un hospital, varios investigadores han planteado propuestas y herramientas a partir de la Ingeniería Industrial y la Investigación de Operaciones para el mejoramiento de procesos críticos en diversos hospitales. Por ejemplo, algunas herramientas empleadas para el mejoramiento de los servicios ofrecidos por hospitales son la *Variability Methodology* (Smith *et al.*, 2013), la aplicación del Algoritmo *Bin Packing* (Dexter, Macario, & Traub, 1999) y la aplicación de las Reglas de Despacho (Lawrence & Sewell, 1997; Pinedo, 2008).

La metodología de la variabilidad funciona bajo el supuesto de que la variabilidad de los procesos atenta contra su eficiencia. La metodología busca identificar, clasificar y reducir o eliminar las diferentes fuentes de variabilidad dentro un proceso (Litvak, 2011). Adicionalmente Litvak (Litvak, 2011) resalta que diversidad de instituciones (Clínica Mayo, Centro Médico de Boston, Hospital de Saint John, Palmeto Health) han empleado dicha metodología, logrando cambios benéficos en términos de: horas extras, volumen de atención, ingresos percibidos, retrasos y cancelaciones, cumplimiento del horario programado, rotación del personal, entre muchos otros.

Reinertsen *et al.* (2005) aclara que la variabilidad tiene un impacto significativo cuando se suprime de la programación de cirugías, ya que puede aumentar el volumen de casos quirúrgicos efectuados además de los ingresos hospitalarios, reduciendo la congestión quirúrgica, los saltos entre cirugías y el tiempo de espera de apertura de salas o tiempo disponible. También, explica que la variabilidad puede reducirse controlando la demanda programada. Lo que requiere eliminar los picos artificiales en la demanda, pues sólo así se conocerá la frecuencia y magnitud de los picos, que son realmente características inherentes a los pacientes.

La aplicación de la metodología de variabilidad en servicios médicos ha dado mejores resultados, ya que su solución está enfocada en una mirada global que considera elementos inherentes al proceso y los agentes que intervienen en el mismo. A continuación, se encontrará la Tabla 1 que resume las mejoras obtenidas al aplicar esta metodología.

Tabla 1– Algunas mejoras obtenidas en los servicios de cirugía o adjuntos al aplicar herramientas de Metodología de la Variabilidad
Diseñado por los Autores

MÉTODO	LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN	RESULTADOS
Metodología de La Variabilidad	El Hospital Saint John de Springfield (Reinertsen <i>et al.</i> , 2005)	Horas extra (-45%)
		Volumen de atención (+5%)
	Centro Médico de Boston (Reinertsen <i>et al.</i> , 2005)	Ingresos percibidos (+4,6%)
		Variabilidad unidad cuidados (-55%)
	Clínica Mayo (Smith <i>et al.</i> , 2013)	Ahorro anual +130,000 USD
		Retrasos/cancelaciones (-99%)
		Volumen de atención (+4%)
		Ingresos netos (+38%) y Margen neto (+28%)
		Horas extras (-27%)
		Variabilidad en el volumen (-20%)
Uso del horario programado (+5%)		
Cambios en la programación electiva (-70%)		
Rotación del personal (-41%)		

En cuanto al algoritmo *Bin Packing* (Dexter *et al.*, 1999), se puede tener como referencia que la asignación de una cirugía a un determinado quirófano es equivalente matemáticamente a la asignación de un objeto a una determinada caja (Problema de Optimización *Bin Packing*). Por esta razón, diversos autores emplean dicho algoritmo como método de resolución al problema de asignación de cirugías a las diferentes salas.

Además, según Dexter *et al.* (1999) existen diferentes escenarios aplicables a la asignación de salas dependiendo de los parámetros que posea la unidad quirúrgica. El primero, conocido como *Best Fit (BF)*, consiste en que la intervención es planificada en el quirófano con menor disponibilidad al momento pero sin llegar a incurrir en tiempo extra; el *Worst Fit (WF)* también evita incurrir en tiempo extra, pero la cirugía se programa en la sala con mayor disponibilidad; y el *First Fit (FF)*, a diferencia de los anteriores, se enfoca en que la intervención es planificada lo antes posible en aquel quirófano en el que existe capacidad disponible para realizar la intervención; siendo este último, el escenario base del proyecto.

3.2 MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del proyecto de investigación, fue necesario contemplar las siguientes herramientas:

3.2.1 *Variability Methodology (VM)* o Metodología de la Variabilidad

Smith *et al.*(2013) asume que la aplicación de métodos de investigación de operaciones en los servicios de cirugía con procesos altamente variables (Como ocurre actualmente), solo traen beneficios después de caracterizar, controlar y disminuir su variabilidad al máximo. Esta forma de estudiar y mejorar un servicio de salud había sido previamente llamado Análisis de Variabilidad (*Variability Methodology*) por Litvak *et al.*(2011), El cual consiste básicamente en (1) identificar la variabilidad existente a lo largo de cada uno de los pasos del proceso, (2) clasificar la variabilidad en la que se da por la naturaleza del proceso (aquí llamada “natural”) y la que es introducida por factores diferentes al proceso (aquí llamada “artificial”), y (3) controlar la variabilidad natural y eliminar la variabilidad artificial (Litvak, 2010).

3.2.2 Caracterización del Proceso por Medio de Diagramas de Procesos

El diagramado del procesos es una herramienta eficaz que ayuda principalmente a comprender cómo se realiza un grupo de procedimientos y operaciones orientadas a un mismo objetivo (Prieto, 2004). En este caso particular, los diagramas de procesos fueron utilizados para ayudar a caracterizar todo el proceso del servicio de cirugías, iniciando desde la programación de un paciente, hasta su traslado a la zona de cuidado pos anestésico.

3.2.3 Indicadores de Desempeño

Los indicadores de desempeño de los procesos de cirugías, sirven para describir la situación actual que presentan cada una de las especialidades que se desarrollan dentro del HUM, con el fin de determinar cuáles de las mismas son las más variables y/o recurrentes. A continuación, en la Tabla 2 se encuentra un resumen de los indicadores que fueron utilizados. Si se desea información adicional acerca de los mismos, en la sección ANEXO 1. INDICADORES DE DESEMPEÑO:

Tabla 2 – Indicadores de Desempeño
Diseñados por los Autores

NOMBRE	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
1. Peso Representativo Por Especialidad	$PR = \frac{\mu_i n_i}{\sum_{i=0}^m \mu_i n_i}$	Permite comprender cuántas horas representa cada una de las especialidades de cirugías que posee el hospital del total de horas disponibles en un mes, es decir, el peso que tiene cada especialidad, dando como resultado un orden entre las especialidades el cual de pie para conocer cuáles deben ser las del foco de análisis principal.
2. Coeficiente de Variación Ponderada	$CVP = \frac{n_i \sigma_i}{\mu_i}$	Pretende cuantificar la variabilidad referida a cada especialidad, calculando el coeficiente de variación respectivo y ponderando su resultado basándose en la frecuencia de cada una de las especialidades.
3. Tasa de ocupación por sala	$TOs = \frac{h_s}{84} \times 100$	Calcula la proporción entre la cantidad de horas empleadas por la sala s, del total de horas disponibles, que corresponde a 12 horas diarias de 7 días de la semana.
4. Tasa de ocupación por día	$TOd = \frac{h_d}{132} \times 100$	Calcula la proporción entre la cantidad de horas empleadas en el día d, del total de horas disponibles, que corresponde a 12 horas al día de 11 salas disponible.
5. Tiempo de oportunidad	$TOP = \frac{\text{día}_p - \text{día}_{aón}}{\text{Total cirugías}}$	Calcula el tiempo promedio en días, en el cual se efectúan las cirugías con antelación.

3.2.4 Principio de Pareto

El Principio de Pareto se basa en la regla 80/20, en donde el 80% de los problemas representan los “muchos triviales”, y el 20% restante los “pocos vitales”. Esta herramienta fue de utilidad debido a la necesidad de identificar las especialidades que más impacto tienen dentro de la variabilidad que presenta el proceso de programación de cirugías (20%), con el fin de seleccionarlas, estudiarlas por medio de un gráfico de control y finalmente encontrar las causas que dan razón a su alta variabilidad. Todo esto con el fin de plantear soluciones y recomendaciones que tendrían un impacto significativo (80%) dentro del proceso de programación de cirugías reduciendo la variabilidad (Delgado, 2008).

3.2.5 Gráficos de control

Los gráficos de control de procesos son, como su nombre lo indica, una herramienta que ayuda a diagnosticar si un proceso se encuentra o no bajo control. Además, son una fuente de información clara que muestra el comportamiento del proceso medido dentro de dos límites de control ($\pm 3\text{Sigma}$), y los puntos que exceden dichos límites; los cuáles son considerados como “Alertas” dentro del proceso ya que poseen una causa específica de variación la cual debe ser analizada.

3.2.6 Algoritmo *Bin Packing*

El algoritmo *Bin Packing* busca, particularmente en la aplicación estudiada por este trabajo, maximizar el nivel de ocupación de las salas de cirugía, teniendo en cuenta una lista de espera ordenada según diferentes reglas de despacho y garantizando que las cirugías que poseen un grado de prioridad alto, sean consideradas antes que los demás procedimientos (Dexter *et al.*, 1999). Además, se tomará como escenario el de First Fit (FF), pues es el que más se acomoda a las necesidades del hospital.

3.2.7 Reglas de Despacho

Las reglas de despacho, son reglas de secuenciación que pueden ser aplicadas a la lista de espera de las cirugías dependiendo del objetivo al que se desee llegar (Dexter *et al.*, 1999). Además permiten definir las prioridades entre las diferentes cirugías que van a ser programadas a lo largo de un periodo según sea el método de programación del hospital. Las reglas de despacho más aplicadas actualmente para la programación de productos en una organización (en este caso pacientes del Hospital), se encuentran divididas así:

- *Longest Processing Time (LPT)*, donde las intervenciones son ordenadas decrecientemente según su duración.
- *Shortest Processing Time (SPT)*, donde las intervenciones poseen un orden creciente según su duración.
- *Half Increase Operating Room Time And Half Decrease Operating Room Time (HIHD)*, comprende dos etapas: (1) la lista de espera es ordenada en base a la regla *SPT*, resultado la siguiente lista: $\{L(1), L(2), \dots, L(n)\}$, donde n es el número de intervenciones en lista de espera, $L(1)$ es la intervención con la duración más corta y $L(n)$ es la intervención con la duración más larga. (2) Las intervenciones se secuencian de la siguiente forma: $\{L(1), L(3), \dots, L(n), \dots, L(4), L(2)\}$.

- *Half Decrease Operating Room Time And Half Increase Operating Room Time (HDHI)*, comprende dos etapas: (1) la lista de espera es ordenada en base a la regla *LPT*, resultado la siguiente lista: $\{L(n), L(n-1), \dots, L(1)\}$, donde n es el número de intervenciones en lista de espera. (2) Las intervenciones se secuencian de la siguiente forma: $\{L(n), L(n-2), \dots, L(1), \dots, L(n-3), L(n-1)\}$.

Teniendo en cuenta que el HUM hace una programación basándose en una lista de espera sin criterio de ordenación de los pacientes, se puede considerar que según Dexter *et al.* (Dexter *et al.*, 1999) el algoritmo *Bin Packing* es el más adecuado, ya que este se comporta como un algoritmo de tipo Off-Line¹ y la lista de espera propuesta tendría un orden de tipo *LPT* o *SPT*.

3.2.8 Análisis de Margen Bruto

Esta técnica, sirve principalmente para ayudar a evaluar una o varias propuestas en la toma de decisiones dentro del futuro a corto plazo de un proyecto. La ventaja principal para la aplicación del Análisis de Margen Bruto es, que determina de una forma sencilla y rápida, cuáles de las soluciones propuestas es la que dará la utilidad bruta más grande (Villalobos, 2009).

¹ Algoritmo que posee un intervalo de tiempo entre la recepción de los datos de entrada y la ejecución de las tareas o datos de salida.

4. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto abarcó 3 fases principales; la primera de diagnóstico, la segunda de desarrollo de alternativas y la última de validación de beneficios. A continuación se presenta la Figura 1 que describe de forma general la metodología empleada en el desarrollo del proyecto:

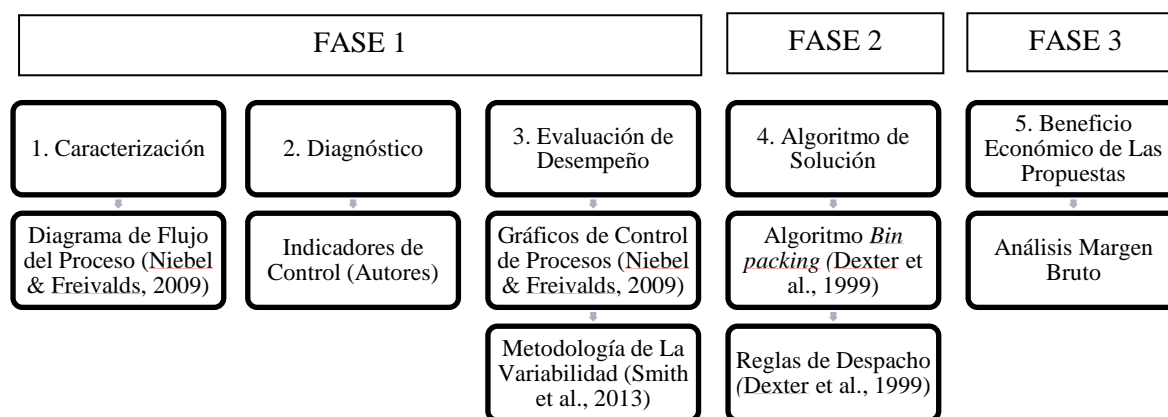


Figura 1 – Desarrollo Metodológico de los Objetivos Específicos.

Diseñado por los Autores

La primera fase consta de 3 momentos, el primero de ellos enfocado en la caracterización del proceso, el cual requirió que se efectuara un sondeo y reconocimiento del proceso de programación de cirugías. Con esto, se realizó el respectivo seguimiento a los diagramas decisionales disponibles en el área de calidad del HUM, y se realizó un seguimiento del equipo médico pertinente, con el fin de comprender a mayor profundidad todos los pasos y procedimientos; permitiendo así generar una visión propia del funcionamiento del servicio de cirugías, teniendo como base el diagramado de procesos, plasmado en el ANEXO 3. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE CIRUGÍAS.

El segundo momento, hace referencia al levantamiento de información, concentrado en la duración de las cirugías, para lo cual se visitaron las salas de cirugía del HUM en un horario de 7:00 am a 7:00 pm durante un mes, con el fin de recolectar datos representativos, esperando a través de los mismos realizar un análisis y seguimiento de los casos de interés. Adicionalmente, en dicho paso se definieron en simultáneo las métricas; más conocidas como indicadores de desempeño, cuyo último fin sería el de permitir la comparación entre la situación actual y la propuesta, además de identificar las especialidades de mayor impacto en el área de programación.

El último momento, envuelve el análisis de la información recolectada en el momento anterior.. Para lograr detallar las especialidades de mayor impacto, tuvo lugar la aplicación del Principio de Pareto, en los indicadores de porcentaje representativo y coeficiente de variación ponderado, dado que

éstos validaban la representatividad de cada especialidad en el proceso de programación (Lamiri, Xie, Dolgui, & Grimaud, 2008).

Una vez filtradas las especialidades, se esperaba poder efectuar un seguimiento exhaustivo de los casos cuya duración tuviese un comportamiento atípico, razón por la cual los gráficos de control fueron la herramienta elegida, ya que además de representar la variación presente en cada especialidad según la duración de sus respectivos procedimientos, definían con un límite de más o menos tres desviaciones estándar sobre la media, los casos que desestabilizaban cada proceso (especialidad). Refiriéndose entonces para cada anomalía, a las observaciones registradas durante el proceso de recolección de datos, logrando estimar de dicha forma las causas de variabilidad artificial y natural (Litvak, 2011).

La segunda fase, consideró información recolectada de la caracterización del proceso, definiendo así las necesidades principales del Hospital al momento de programar y los criterios de priorización de las cirugías. Partiendo de esto, se propuso un modelo que tuviese en cuenta la eliminación de la variabilidad artificial y la aplicación de las reglas de despacho *Longest Processing Time (LPT)* con el objetivo de impactar las tasas de ocupación y de disminuir el tiempo total del proceso, comprendido entre la llegada del paciente y el ingreso a la sala de cuidado pos anestésico (Lawrence & Sewell, 1997), y *Shortest Processing Time (SPT)* con el objetivo de disminuir los tiempos de flujo del proceso (Pinedo, 2008), evidenciando así lo alineado del algoritmo *Bin Packing*, a la situación del HUM (Dexter *et al.*, 1999).

La última fase, de validación de beneficios, estimó la cantidad de cirugías adicionales que se podían efectuar en los diferentes escenarios a comparar. Además, se evalúan las ventas y los costos de ventas por las cuatro especialidades encontradas a partir del Principio de Pareto, para así determinar los posibles ahorros o variación en la utilidad bruta generados al emplear las propuestas de solución.

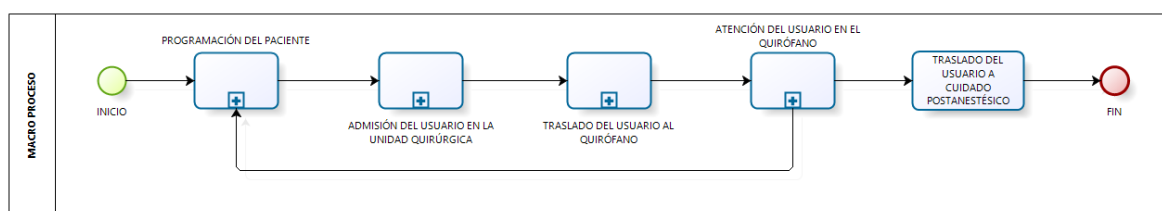
5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO (OBJETIVO No. 1)

El proceso de cirugía de un paciente dentro de un hospital, no solo comprende su atención dentro del quirófano y la realización del procedimiento que requiera el mismo, sino que va más allá. El Macro proceso del servicio de cirugía, consta de cuatro procesos principales y un procedimiento en serie que buscan describir todas las actividades a las que se debe someter no solo el paciente sino todo el equipo quirúrgico.

El primer proceso a analizar es la programación de los pacientes que van a ser intervenidos en los quirófanos, el cual inicia realizando una definición de los pacientes según su tipo o nivel de urgencia. En el momento en que el paciente tenga una cita asignada para su cirugía, es necesario que sea inicialmente valorado por la enfermera jefe de ingreso, la cual se encargará de verificar las condiciones en las que entra el paciente. Además, es necesario que el médico especialista tratante haga una evaluación de la condición de salud que presenta el paciente para posteriormente preparar el quirófano. El paciente es canalizado por parte del Anestesiólogo, e inicia su intervención quirúrgica.

Finalmente, se procede a trasladar al usuario la sala de cuidado pos anestésico, en donde se mantendrá en revisión mientras se espera a que el usuario despierte y se encuentre consciente por completo. La descripción general del proceso se presenta en la Figura 2.



*Figura 2 – Macro Proceso de Atención a Pacientes en Salas de Cirugía
Diseñado por los Autores*

5.2 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO (OBJETIVO No. 2)

La variabilidad encontrada dentro del proceso de programación se puede evidenciar en los flujos de pacientes programados y no-programados, ver Figura 3. La variabilidad de ambos flujos se compara mediante el coeficiente de variación y es esperado que dicho coeficiente sea menor en el flujo de pacientes programados. Sin embargo en el caso analizado, el coeficiente de variación es del mismo orden para ambos flujos de pacientes.

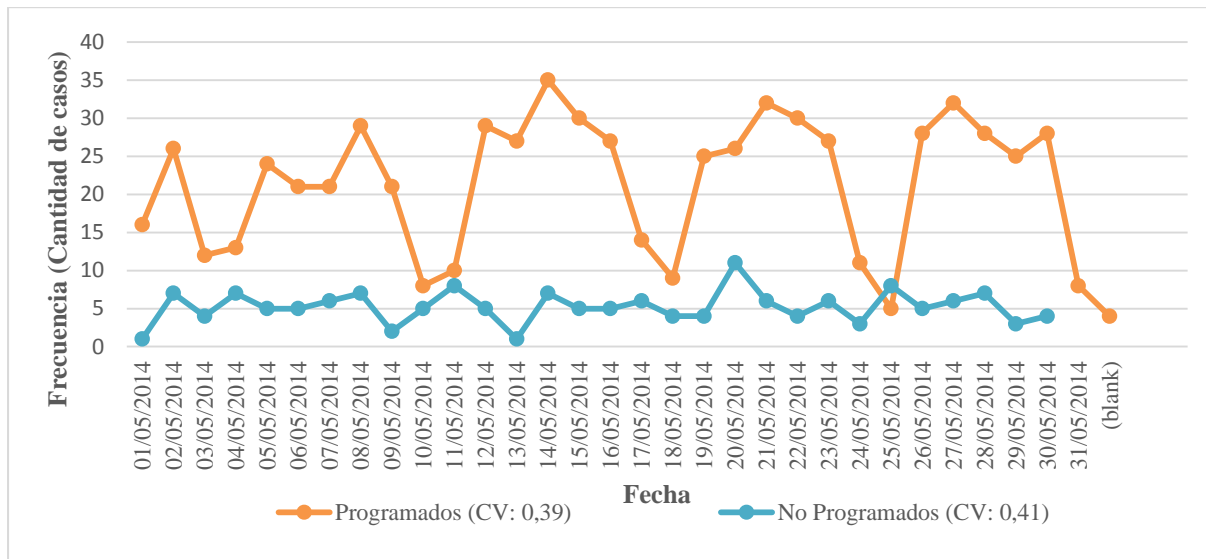


Figura 3 – Gráfica del Comportamiento del mes de Mayo de los Pacientes del HUM
Fuente: Bitácoras del HUM

La variabilidad en las horas de cirugía dedicadas a ambos flujos de pacientes también es un indicador de la calidad de la programación. Al examinar la variación de las duraciones entre los flujos de pacientes programados y no programados; es decir las fluctuaciones entre el total de horas empleadas en cada día para cada tipo de caso, nuevamente se obtuvo que el coeficiente de variación es del mismo orden de magnitud para ambos flujos (0.44 vs. 0.54), ver Figura 4.

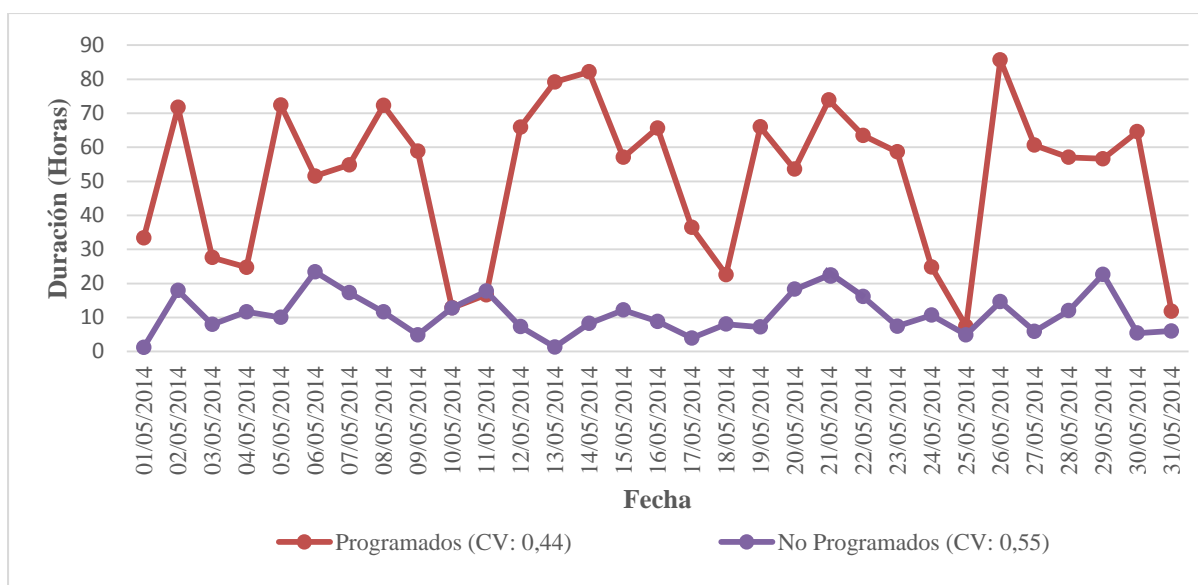


Figura 4– Gráfica del Comportamiento de la Duración de los Casos del Mes de Mayo del HUM

Fuente: Bitácoras del HUM

Una variabilidad similar, en términos del coeficiente de variación, de los flujos de pacientes programados y no programados indica la necesidad de mejorar la programación de las cirugías programadas y así disminuir la variabilidad entre los casos programados. El presente estudio asume que hay especialidades médico-quirúrgicas con mayor influencia sobre la programación que otras, por lo que determinar cuáles son esas especialidades es el primer paso en el mejoramiento del servicio de cirugía. Se plantearon dos indicadores que determinan la representatividad de cada especialidad: porcentaje representativo y el coeficiente de variación ponderado; cuya priorización requirió de la aplicación del Principio de Pareto, representado en la Tabla 3 y la Tabla 4.

Tabla 3 – Especialidades Seleccionadas por El Principio de Pareto para el Coeficiente de Variación Ponderado

Diseñado por los Autores

ESPECIALIDAD	Frecuencia Acumulada
CIRUGÍA GENERAL	36%
ORTOPEDIA	57%
UROLOGÍA	70%
NEUROCIRUGÍA	82%

Tabla 4 – Especialidades Seleccionadas por la regla de Pareto para el Porcentaje Representativo

Diseñado por los Autores

ESPECIALIDAD	Frecuencia Acumulada
CIRUGÍA GENERAL	29%
ORTOPEDIA	53%
NEUROCIRUGÍA	65%
UROLOGÍA	77%
CIRUGÍA VASCULAR	83%

La aplicación de Principio de Pareto dentro de la selección de las especialidades a estudiar detalladamente se debe a que esta herramienta permite asignar un orden de prioridades para la toma

de decisiones dentro del proceso que se desea evaluar. Además, este grupo de especialidades, al ser no solo las más variables, sino también las más frecuentes, son las que representan el mayor monto de ingresos y costos que posee el hospital en el área de servicios de cirugía (Pérez & Porras, 2014), por lo que su estudio tendría repercusiones significativas que podrían traer resultados positivos para el Hospital. Si se desea ver la aplicación del Principio de Pareto, esta se encuentra en el ANEXO 4.

APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE PARETO.

5.3 EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DEL PROCESO (OBJETIVO No. 3)

Al tener establecidas cuáles especialidades serían objeto de estudio (Cirugía General, Ortopedia, Neurocirugía y Urología), se procedió a desarrollar un Análisis de Control del Proceso por medio de gráficos de control (ver Figura 5 a Figura 8), en donde se busca hacer visibles las situaciones que causen una mayor variabilidad dentro de los procedimientos quirúrgicos que poseen en el HUM.

5.3.1 Gráficas de Control de los Procedimientos de las Especialidades Seleccionadas

El gráfico de control es una herramienta empleada para determinar los escenarios en los que un proceso se encuentra fuera de control, para el caso particular de la especialidad de Cirugía General (Figura 5), se pueden apreciar un total de 5 casos en los cuales, determinadas causas dieron lugar a que se extendiera la duración de las cirugías más allá de un valor aceptable, equivalente a 6 horas (Límite de Control Superior: LCS). Sin embargo, es importante aclarar aquí que dichos casos no son únicamente los de especial atención, ya que otras 15 cirugías poseen duraciones muy cercanas al límite inferior o equivalentes al límite inferior; cuya duración equivale a 0 horas (Límite de Control Inferior: LCI), dichos resultados son producto de cancelaciones de las cirugías, principalmente alusivos a las condiciones de llegada del paciente previo a la misma.

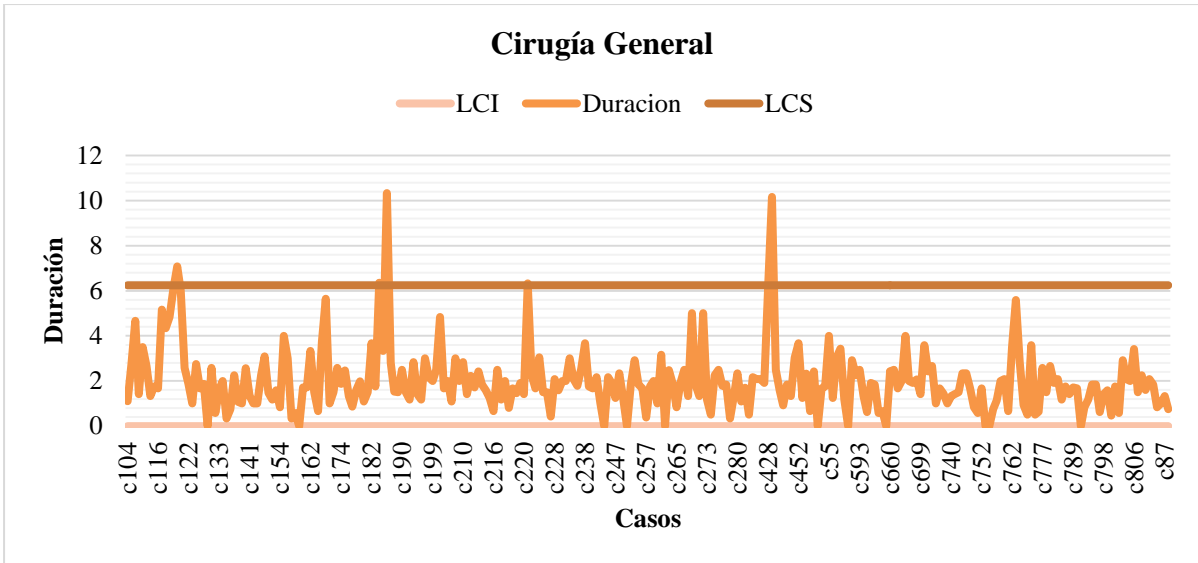


Figura 5 – Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía General
Diseñado por los Autores

Para el caso de la especialidad de Ortopedia (Figura 6) la cantidad de situaciones en las cuales la duración de la cirugía excede los límites de control del proceso, se reduce a 2, mientras que la cantidad de casos cancelados o de duración con tendencia al límite inferior se incrementa significativamente, alcanzando un valor de 28 cirugías.

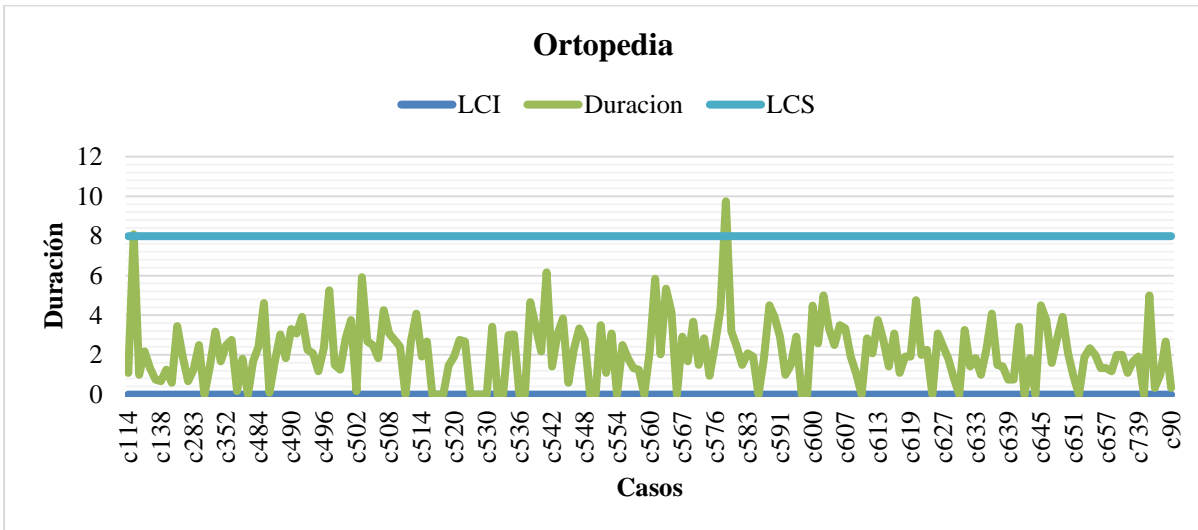


Figura 6 – Gráfico de Control Los Procedimientos de Ortopedia
Diseñado por los Autores

Los bruscos cambios entre las duraciones de las cirugías de Neurocirugía, explican la variabilidad presente en dicha especialidad, y se evidencian especialmente en 3 casos, que exceden o alcanzan el límite de máxima duración, y 11 casos cuya duración evidencia una tendencia a acercarse al límite inferior, tal como se aprecia en la Figura 7.

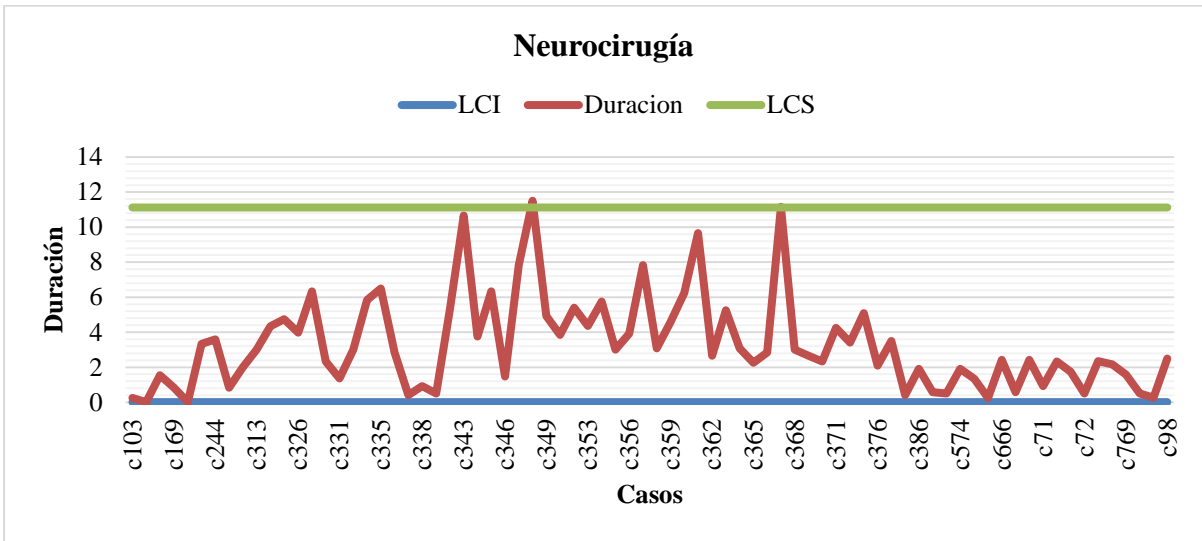


Figura 7 – Gráfico de Control de los Procedimientos de Neurocirugía
Diseñado por los Autores

En comparación a las anteriores especialidades, Urología (Figura 8) es un panorama con mayor estabilidad, puesto que ningún punto rebasa los límites de control. Sin embargo, sí se presentan aproximadamente 6 casos en los cuales la duración de las cirugías es significativamente cercana a 0 horas.

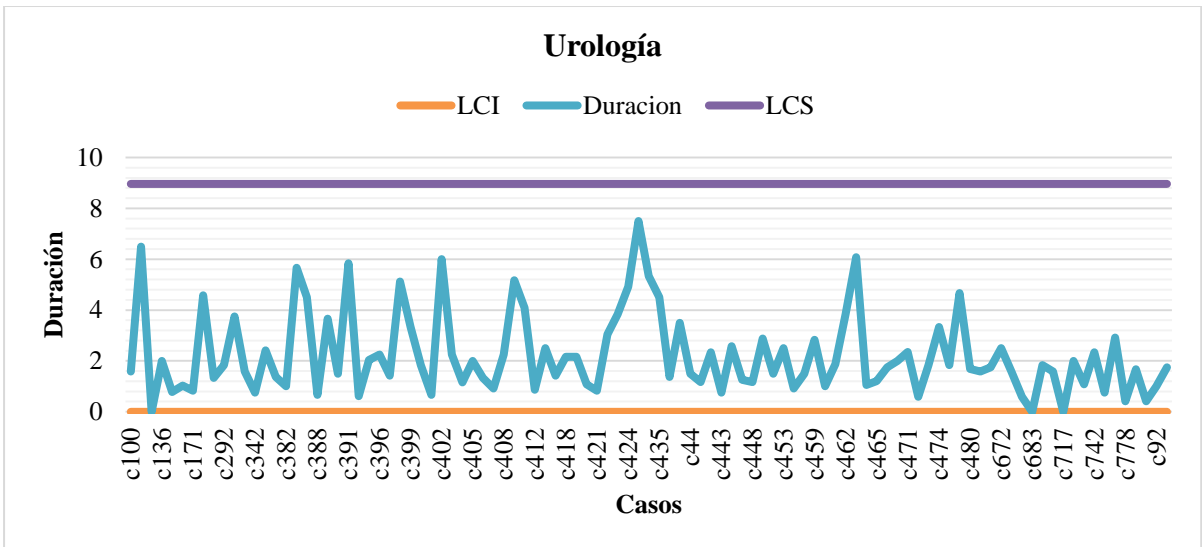


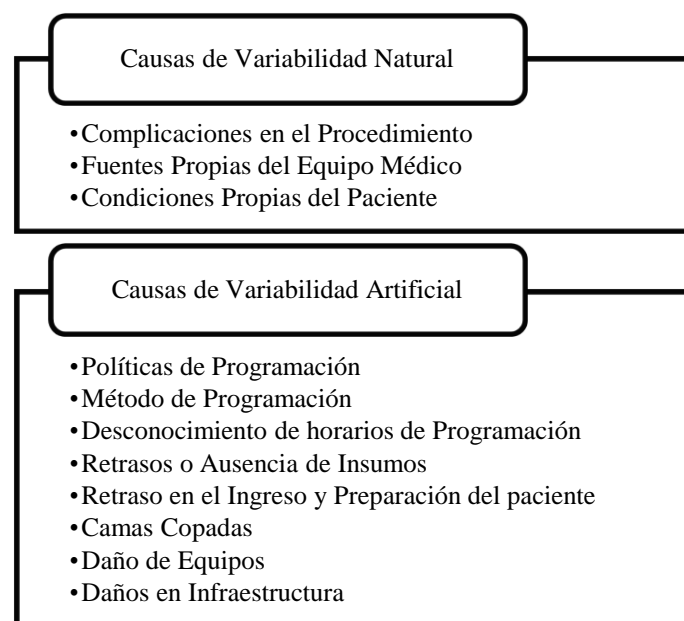
Figura 8 – Gráfico de Control de los Procedimientos de Urología
Diseñado por los Autores

La ejecución de las gráficas de control anteriormente presentadas, permitió efectuar el respectivo seguimiento a cada uno de los casos, identificando de esta manera las causas de variabilidad presentes para las especialidades más representativas, evidenciadas en la siguiente sección. Por otra parte, si se

desea ver los gráficos de control de las demás cirugías se encuentran en ANEXO 5. GRÁFICOS DE CONTROL.

5.3.2 Causas de Variabilidad en las Especialidades Seleccionadas

A continuación, se presentan las posibles causas de la variabilidad de las cirugías con duraciones atípicas. Mediante consultas con la dirección del servicio, el personal médico, y visitas a las salas de cirugía, se logró determinar si las causas encontradas dan origen a variabilidad natural o variabilidad artificial dentro del proceso, ver Figura 9.



*Figura 9 – Causas de variabilidad natural y artificial Identificadas Mediante Entrevistas con Directivas, Personal Médico, y Visitas al servicio de cirugía.
Diseñado por los Autores*

Este proyecto se enfoca en analizar las causas de variabilidad artificial, especialmente las políticas de programación y el método de programación actual que posee el HUM. En cuanto a las políticas, se tienen en cuenta la duración aproximada que tiene cada intervención quirúrgica, las cuales están a consideración de la persona que proceda a programar la cirugía. Por otro lado, el método de programación es de tipo manual, por lo que los errores en el momento de planear la programación pueden ser muy recurrentes. Para tener una mayor claridad de cada una de las demás causas, a continuación se encuentra una descripción breve de las mismas.

5.3.2.1 Variabilidad Artificial

1. Desconocimiento de Horarios de Programación: A pesar de que en las salas de cirugía se tengan copias de la programación del día, hay ocasiones en que el personal médico no posee esa información con claridad, por lo que se inician las cirugías en horarios diferentes a los estipulados por el área de programación.
2. Ausencia de Insumos: Cuando se habla de insumos, se refiere no solo a los materiales y equipos necesarios para realizar la cirugía, sino también se contempla al personal encargado de realizar la cirugía. Esta causa, se debe a que en ocasiones, o no se encuentra o llega después el instrumento necesario para realizar la cirugía, o alguno de los colaboradores para realizarla no está disponible en el momento en que es requerido o llega después del horario estipulado, y la cirugía debe ser cancelada.
3. Retraso en el Ingreso y Preparación del Paciente: En el momento en el que el paciente ingresa al área de cirugías, se debe hacer una verificación final tipo “*check list*” para asegurar que el paciente cumple con todas las condiciones necesarias para ser operado, por lo que si falla en alguna, se puede retrasar su ingreso a la sala o se puede cancelar su cirugía.
4. Camas Copadas: En algunos de los días en que existe mayor flujo de pacientes, frecuentemente la sala de cuidados pos anestésicos se encuentra en su máxima capacidad, por lo que no es posible trasladar pacientes que hayan terminado su procedimiento y éstos deben quedarse en la sala en donde fueron operados. Como resultado, los pacientes que vayan a ingresar a esa sala no pueden hacerlo, teniendo como consecuencia un retraso en el horario de programación.
5. Daño de Equipos: Tanto durante las cirugías, como antes de realizarlas, ha ocurrido que los equipos médicos necesarios para efectuar el procedimiento, se encuentran deteriorados o dañados, por lo que se retrasa la cirugía ya que es necesario solicitar otro equipo.
6. Daños en Infraestructura: Las condiciones de la infraestructura, en algunas ocasiones, no son las más adecuadas para la realización de cirugías, ya que pueden ocurrir accidentes que atenten contra el desempeño de las mismas e inclusive contra la vida de las personas que allí se encuentren.

5.3.2.2 Variabilidad Natural

1. Complicaciones en el Procedimiento: El paciente puede tener reacciones que no pueden predecirse ni evitar su aparición por parte de los médicos, por lo que es necesario detener la cirugía y dar apoyo al paciente.

2. Condiciones Propias del Equipo Médico: Cada una de las personas tiene una forma, un método e inclusive una visión diferente de cómo realizar una cirugía, por lo que no es posible que todo el personal trabaje al mismo ritmo.
3. Condiciones Propias del Paciente: Cada paciente es una persona diferente, por lo que nunca será posible que todos reaccionen igual a la misma operación.

5.4 ALGORITMO DE SOLUCIÓN DEL PROCESO (OBJETIVO No. 4)

5.4.1 Situación Actual del Hospital Universitario Mayor

Para la evaluación de la situación actual del HUM se separó la información recolectada en el mes, en intervalos de 7 días, equivalentes a una semana; de los cuales se evaluaron el indicador de tasa de ocupación, tanto para cada una de las salas como para cada uno de los días. Dichos resultados se encuentran ampliados en el ANEXO 1. INDICADORES DE DESEMPEÑO. Para finalmente calcular el promedio de ocupación de cada caso.

En términos generales, la tasa de ocupación promedio de las salas semanalmente corresponde al 48,22%, mientras que la tasa de ocupación diaria promedio es del 52,23% , siendo dichos valores inferiores al promedio mensual estimado por el Hospital (86%).

5.4.2 Situación Propuesta por los Autores

El algoritmo propuesto por parte de los autores para realizar la programación de las salas de cirugía del HUM, se fundamenta en el modelo de *Bin Packing* propuesto por (Dexter *et al.*, 1999). Adicionalmente, se utilizaron una serie de criterios basados en las diferentes reglas de despacho que plantea (Lawrence & Sewell, 1997) basándose en la organización de la programación según la duración de los procedimientos, ver Figura 10.

Por otra parte, el algoritmo tiene como criterio adicional el de diferenciar si el paciente a programar es un usuario ambulatorio u hospitalizado, o si el paciente ingresó por urgencias, pero se consideró como un paciente sujeto a programación.

Posteriormente, el algoritmo procede a ubicar los casos recibidos en las salas de cirugía, teniendo en cuenta el procedimiento que se va a practicar y si la sala tiene los insumos y recursos necesarios para realizar dicho procedimiento. Simultáneamente se tiene en cuenta, si la sala posee la disponibilidad de tiempo suficiente para efectuar el procedimiento a programar y poder realizar la programación de la cirugía. Sin embargo, si el tiempo del procedimiento excede el tiempo disponible

que poseen las salas donde podría programarse, el caso será enviado a una cola, la cual se ordenará bajo los mismos criterios previamente explicados en el momento de cambiar el día de la programación.

5.4.3 Aclaraciones y Supuestos del Algoritmo

Inicialmente, el algoritmo considera una serie de supuestos: 1) la duración de la cirugía incluye de por sí los tiempos de alistamiento y recambio entre salas, 2) la programación se realiza para una semana de siete días, 3) el tiempo de espera en cola es mínimo, 4) se asume que siempre hay recursos disponibles para todas las cirugías, 5) las urgencias programadas tendrán mayor relevancia al momento de programar las cirugías, 6) el horario de programación de cirugías está limitado entre las 7:00 am y las 7:00 pm según el histórico del HUM. 7) El algoritmo no está diseñado para programar los horarios del equipo médico de cada cirugía, por lo que dicha actividad continuará perteneciendo al área de programación del Hospital.

Es importante resaltar aquí que la programación de cirugías presentó una variación significativa del 13,27% de la tasa de ocupación por día en el escenario recomendado por los autores respecto al programa original del HUM (52,23%), debido a que los tiempos de cirugía registrados en el algoritmo fueron tiempos estimados con base a los registros del área de programación de un mes. Sin embargo la programación es de carácter flexible y puede adaptarse a requerimientos de necesidades temporales del Hospital.

Los registros en bitácoras ocasionalmente indicaban si la cirugía era de carácter programado o si por el contrario eran de carácter urgente; sin embargo, para aquellos en los que el registro no especificaba urgencia se asumió que correspondía a casos programados, igualmente, los registros incompletos se consideraron como cancelaciones.

Es fundamental recalcar en éste punto que los resultados del algoritmo no son inamovibles, son una solución presentada como una ayuda para nivelar la carga de trabajo del área de programación. Y requieren en su totalidad de la intervención del recurso humano, para efectuar el respectivo ajuste de modo tal que la programación se acople a la disponibilidad del Hospital. Por lo tanto se necesita de una persona capacitada, que logre redistribuir las cirugías en caso de que se considere prudente.

A continuación, la Figura 10 representa el flujograma del Algoritmo propuesto por los autores, el cual ilustra el funcionamiento interno que posee el modelo.

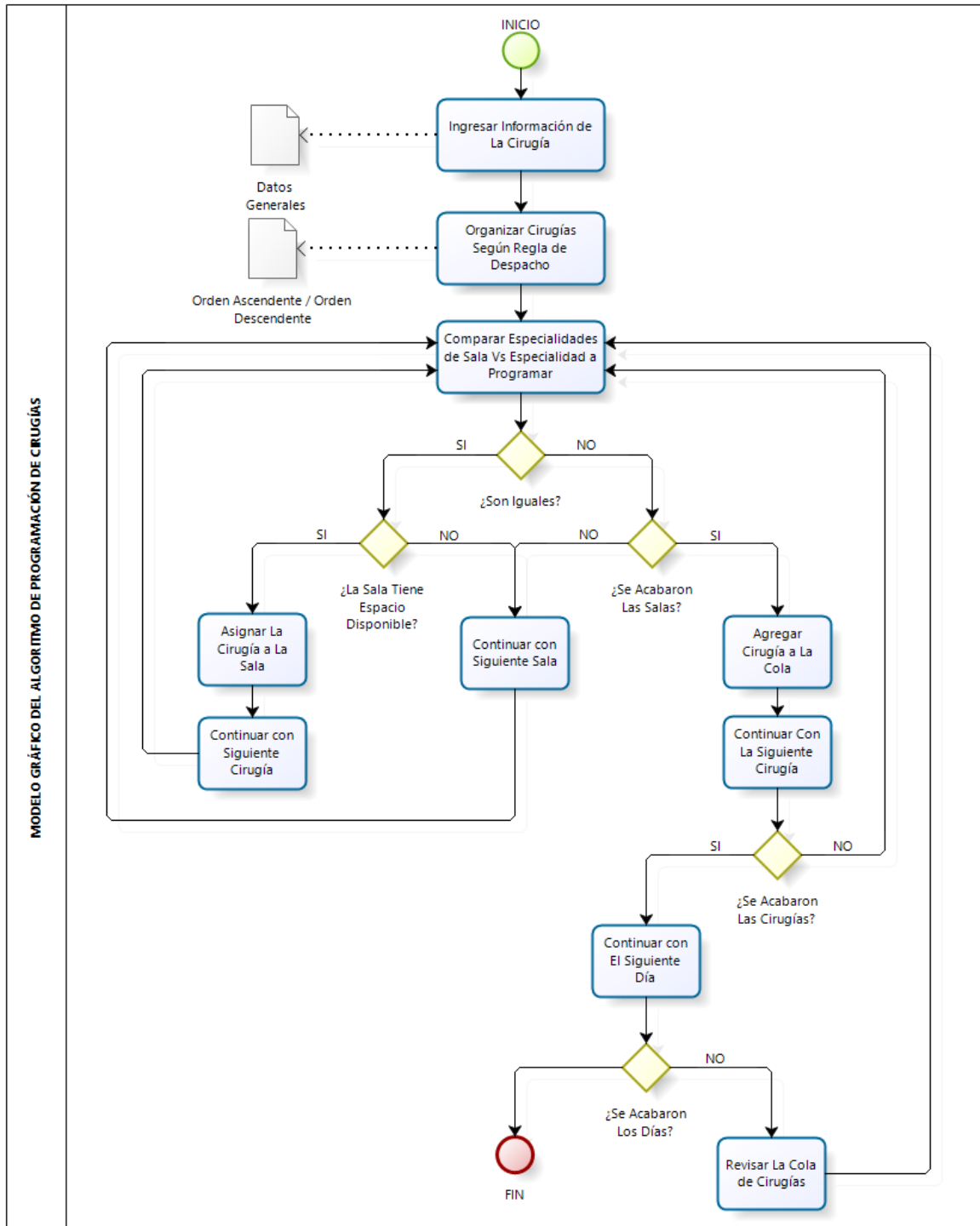


Figura 10 – Descripción General del Algoritmo
Diseñado por los Autores

A continuación se presenta de manera ilustrativa, en la Figura 11, la programación generada para un total de 8 cirugías sin programar, bajo la regla de despacho *SPT*; además del comportamiento de la cola, que resguarda las cirugías que no pudieron programarse en el día establecido para una sala,

evidenciando la continuidad en los principios tanto para la cola como para la programación, puesto que en ambos momentos se mantiene la regla de despacho *SPT*.

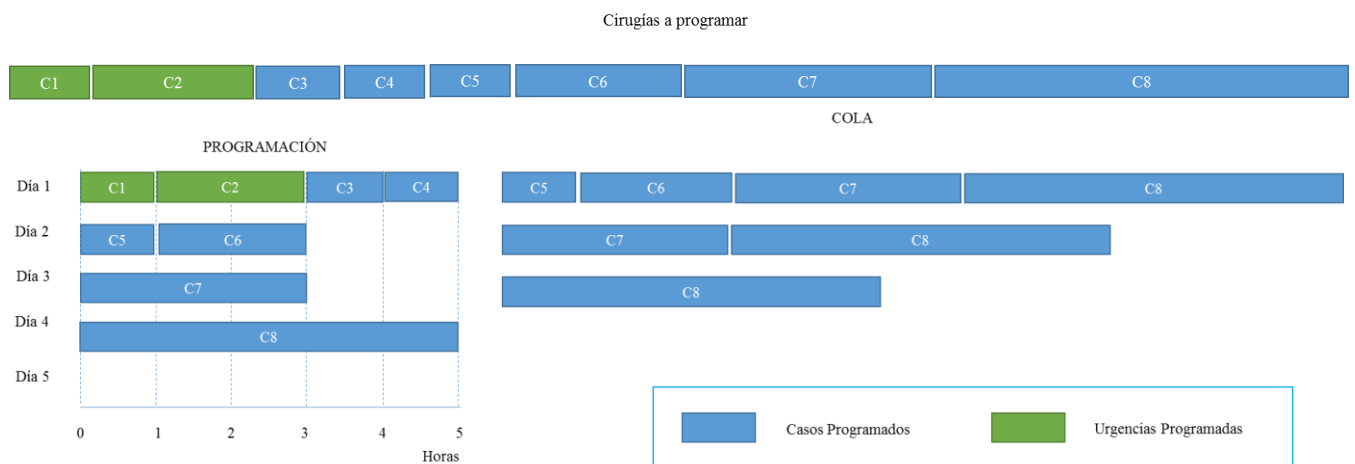


Figura 11 – Ejemplo Ilustrativo del Algoritmo Bajo la Regla de Despacho SPT para una Sala Tomado de (Blake & Donald, 2002)

5.4.4 Resultados del Algoritmo

A continuación se presentarán los diversos escenarios junto con los resultados del indicador de tasa de ocupación promedio por día y por sala (ver Tabla 5). Es importante recordar aquí que todos los escenarios organizan inicialmente las cirugías por su clasificación; urgentes programadas o programadas. La diferencia principal entre cada panorama, yace en la estructura que se establece para las cirugías conforme a su duración (**A:** *SPT*, **D:** *LPT*), y al tipo de datos empleados (**P:** Estimados por el área de programación).

*Tabla 5 – Resultado de Las Ejecuciones del Algoritmo
Diseñado por los Autores*

Escenario	Tasa de Ocupación promedio por día	Tasa de ocupación promedio por sala
A	59,16%	57,42%
D	69,15%	68,97%
P	52,23%	50,83%

De los resultados anteriores se puede apreciar que la regla de despacho con mejores resultados de la tasa de ocupación es *SPT*, ya que evidencia que puede darse un mejor uso del tiempo, atendiendo la totalidad de casos del periodo a programar (7 días), en una cantidad de días inferior. Ofreciendo la oportunidad de atender un mayor número de casos, bajo los mismos costos fijos semanales, incrementando así los posibles ingresos registrados en el área de cirugía.

Adicionalmente se obtuvieron cambios en el tiempo de oportunidad de las cirugías, que hace referencia al tiempo anticipado o excedido en comparación al originalmente programado, para cada regla de despacho, ver Tabla 6. Resaltando de éste modo, que independientemente de la regla de despacho elegida, los cambios implementados impactan positivamente los tiempos de oportunidad, anticipando las cirugías en promedio 2 días, aproximadamente.

Tabla 6 – Resultados Indicador Cambio de Tiempo de Oportunidad con Respecto a la Programación Original del Mes de Mayo.

Diseñado por los Autores

Regla de despacho	Cambio en el Tiempo de Oportunidad [días]
SPT	-1,98
LPT	-1,93

Sí se lograra concebir el escenario ideal que plantea el algoritmo propuesto, el incremento en volumen de atención de pacientes sería similar al de estudios previamente documentados que emplearon la metodología de variabilidad tales como (Reinertsen *et al.*, 2005) y (Smith *et al.*, 2013), alcanzando un valor de aproximadamente 9 cirugías promedio adicionales por semana, para el peor escenario. Representando un incremento del 5% en el volumen de atención semanal.

Para ver los resultados detallados de las ejecuciones del Algoritmo, ir a ANEXO 6. TABLAS DE EJECUCIONES DEL ALGORITMO.

5.5 BENEFICIO ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS (OBJETIVO No. 5)

Las propuestas expresadas anteriormente, muestran una mejora en cuanto al porcentaje de ocupación y al cambio de tiempo de oportunidad. Sin embargo, a continuación se ilustra, por medio de un análisis de Margen Bruto simple, los posibles ingresos brutos adicionales que podría tener el HUM sí aplicara el modelo expuesto por los autores.

ACLARACIONES DEL ANÁLISIS

El análisis de margen bruto aplicado en este proyecto, se basa netamente en la cantidad de cirugías promedio que se podrían aumentar según la aplicación del algoritmo *Bin Packing* basado en la regla de despacho *SPT* y *LPT*.

Es necesario aclarar que el modelo se basa en la información histórica de la duración de las cirugías promedio encontradas en las bitácoras del Hospital, por lo que el análisis es una comparación de una situación ocurrida en el pasado y la situación propuesta con base a la misma información.

Para realizar el cálculo respectivo de las ventas y los costos de venta promedio, se tuvo como base la información suministrada por la base de datos *Benchmark* (2013), la cual expresa de forma clara y concisa la información financiera del sector hospitalario en Colombia.

Cada uno de los escenarios propuestos, se basan en la cantidad de cirugías adicionales que arroja el algoritmo según las cuatro especialidades más practicadas en el Hospital (Cirugía General, Cardiología, Neurocirugía y Urología) y la aplicación de las dos reglas de despacho seleccionadas (*SPT* y *LPT*).

A continuación se muestra en la Tabla 7 y la Tabla 8 un comparativo en términos de utilidad bruta mensual (en COP) con respecto a la situación actual que presenta el HUM y los diferentes escenarios resultados de la aplicación del algoritmo. (Escenario 1: Cirugía General, Escenario 2: Ortopedia, Escenario 3: Neurocirugía, Escenario 4: Urología, Escenario 5: Cardiología)

*Tabla 7 - Comparación de Escenarios SPT con la Situación Actual del HUM
Diseñado por los Autores*

	SITUACIÓN ACTUAL HUM	ESCENARIO 1: Cirugía General	ESCENARIO 2: Ortopedia	ESCENARIO 3: Neurocirugía	ESCENARIO 4: Urología	ESCENARIO 5: Cardio Vascular
Cantidad de Cirugías Adicionales/mes		440	372	276	408	168
Cantidad de Cirugías Total/mes	196	636	568	472	604	364
Ventas	2.023.180	6.565.015	5.863.095	4.872.149	6.234.699	3.757.335
Costos de Ventas	1.472.769	4.778.987	4.268.026	3.546.669	4.538.535	2.735.143
Utilidad Bruta	550.411	1.786.027	1.595.068	1.325.479	1.696.164	1.022.191
Variación Monetaria		1.235.616	1.044.657	775.068	1.145.753	471.78
Variación Porcentual		224,49%	189,8%	140,82%	208,16%	85,71%

*Tabla 8 - Comparación de Escenarios LPT con la Situación Actual del HUM
Diseñado por los Autores*

	SITUACIÓN ACTUAL HUM	ESCENARIO 1: Cirugía General	ESCENARIO 2: Ortopedia	ESCENARIO 3: Neurocirugía	ESCENARIO 4: Urología	ESCENARIO 5: Cardio Vascular
Cantidad de Cirugías Adicionales/mes		108	91	67	99	41
Cantidad de Cirugías Total/mes	196	304	287	263	295	237
Ventas	2.023.180	3.137.994	2.962.514	2.714.778	3.045.093	2.446.397
Costos de Ventas	1.472.769	2.284.295	2.156.555	1.976.216	2.216.668	1.780.849
Utilidad Bruta	550.411	853.698	805.959	738.561	828.424	665.548
Variación Monetaria		1.235.616	1.044.657	775.068	1.145.753	471.78
Variación Porcentual		224,49%	189,8%	140,82%	208,16%	85,71%

Con esto, se logra concluir y evidenciar, que la regla de despacho que más se ajusta a las necesidades del Hospital es la de *SPT*, ya que se generaría una utilidad bruta mínima de \$137,376 Millones de COP en promedio por año.

Sí se desea conocer el procedimiento efectuado para los cálculos del análisis de Margen Bruto, refiérase al **ANEXO 7. CÁLCULO DEL MARGEN BRUTO.**

6. CONCLUSIONES

La presente investigación se enfocó en el estudio y diagnóstico del proceso de programación de salas de cirugía del Hospital Universitario Mayor - Méderi, teniendo en cuenta el grado de variabilidad artificial y natural que podrían presentar las diferentes especialidades que allí se desarrollan, y planteando así las causas que dieron origen a las mismas. Evidenciando entonces que la programación manual es una de las principales causas de variabilidad de carácter artificial; su ejecución en el HUM tardaba entre mes y medio y tres meses, solamente para realizar la programación de la cirugía; efectuarla requería de 15 días adicionales a la consolidación de la fecha programada (Pérez & Porras, 2014). Lo que resaltaba la necesidad de una solución que controlase en alguna medida el impacto de la variabilidad generada por la programación manual. Dando así a lugar al algoritmo planteado; el cual permitió controlar dicho tiempo, generando la programación semanal tan pronto como la recepción de los casos a programar se efectúe. Ampliando así la capacidad del cuello de botella del Hospital.

En consistencia con lo anterior, es importante recalcar que los beneficios generados por la propuesta de mejora impactan no sólo al hospital, sino también a los usuarios finales, al reducir el tiempo de espera que podrían tener los pacientes al solicitar la programación de una cirugía.

Después de evaluar los resultados, los autores proponen que la mejor solución en cuanto al porcentaje de ocupación y beneficios económicos es la de SPT ya que ésta posee una tasa de ocupación de 59,16%, siendo 13.26% más elevada que la tasa de ocupación para el período del estudio, y sus ahorros serían de \$182.900 millones de pesos.

En conjunto con lo anterior, se podría concluir que sí el Hospital tuviera en cuenta la utilidad bruta adicional estimada que arroja el análisis de Margen Bruto, es posible que este monto sea destinado a la compra de equipos quirúrgicos que suplan las necesidades que demanden las salas de cirugía (Pérez & Porras, 2014). Con esto, se reducirían algunas de las limitaciones que posee el Hospital para la programación eficiente de cirugías. Facilitando así la implementación de la propuesta de mejora; la cual requeriría de un tiempo de capacitación de máximo un día, en el que se le explique al personal encargado el funcionamiento del modelo y su aplicación, para que no existan inconvenientes en el momento de programar algún paciente.

Para finalizar se puede considerar conforme a los resultados en la tasa de ocupación, que el Hospital Universitario Mayor no cuenta con un problema de capacidad, ya que con una mejor administración de un recurso específico; el tiempo, se puede llegar a suplir la demanda existente en un menor intervalo de tiempo gracias a la propuesta que ofrece el algoritmo.

7. RECOMENDACIONES

7.1 RECOMENDACIONES PARA EL LECTOR

Una vez concluido el proyecto de grado, se consideró importante establecer las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda realizar un estudio de las duraciones de cada una de las especialidades, con el fin de tener datos medios reales que puedan ser utilizados en la programación de cirugías.
2. Extender los estudios expuestos en este trabajo de grado a otros Hospitales en Colombia, siempre teniendo en cuenta su proceso de programación y los planteamientos de mejora que puedan hacerse.
3. Analizar las áreas que se encargan de procesos posteriores y anteriores al de programación de cirugías, para mantener un ciclo continuo de la información sin llegar a presentar cuellos de botella (Por ejemplo: el área de cuidado pos anestésico debería acomodarse a las necesidades del área de programación y desarrollo de cirugías).
4. Realizar estudios que incluyan el análisis de la variabilidad natural, posiblemente por medio de algoritmos estocásticos que permitan gestionarla.
5. Emplear un algoritmo mixto, que considere a su vez la gestión del recurso humano, bajo las políticas de horarios que el Hospital determine, con el fin de nivelar las cargas de trabajo presentes en el HUM.
6. En caso que se desee aplicar el algoritmo propuesto en otro escenario; es necesario indagar del Hospital, las políticas de programación (los tiempos que comprende la duración, las especialidades atribuibles a cada sala, frecuencia de programación), los criterios de priorización (reglas de despacho) y el funcionamiento de una cola de espera, además de referirse a las aclaraciones y supuestos del algoritmo, para ajustar el algoritmo a las condiciones de esta nueva entidad.

7.2 RECOMENDACIONES PARA EL HOSPITAL

1. Se sugiere que el hospital aplique el método de programación por medio del algoritmo planteado en el proyecto, teniendo en cuenta la regla de despacho SPT, ya que no sólo es la que más se acomoda a las necesidades del hospital, sino que también es la que posiblemente le dé mejores resultados positivos.
2. Si se deseara un análisis de la variabilidad natural, se recomendaría hacer un estudio estadístico del comportamiento de estos pacientes en un intervalo de tiempo no menor a un mes, en donde se conozca su tasa de llegada y posiblemente se puedan hacer predicciones de

la misma y anticiparse a las necesidades que el hospital pueda necesitar en el momento de su atención y programación. Se recomienda usar un software de simulación para análisis más eficientes.

3. Se recomienda cambiar los registros de bitácoras a un formato digital, de forma tal que se facilite el seguimiento de la evolución de los indicadores de desempeño del HUM, y su respectivo análisis; permitiendo así identificar las medidas respectivas a tomar, para el beneficio del Hospital.
4. Se propone desarrollar algoritmos que consideren dentro de su programación limitaciones de equipos, puesto que en ocasiones diversas cirugías emplean los mismos equipos, evidenciando de ésta manera el impacto de la disponibilidad de dichos insumos, y planteando un escenario que se ajustase aún más a la situación del Hospital.
5. El éxito de la ejecución del algoritmo, requiere de la completa colaboración del equipo médico que interviene en el proceso. Razón por la cual se sugiere fomentar una cultura de cambio enfocada en el compromiso; que los lleve a cumplir casi a cabalidad la programación propuesta, dando relevancia a su vez a aspectos como puntualidad, trabajo en equipo, alineación colectiva con la visión y misión del Hospital.
6. Es necesario recalcar que la problemática que enfrenta el Hospital, requiere de una apreciación amplia del panorama, que no sólo involucra las políticas de programación y su respectivo método, sino también todas las causas de la variabilidad artificial mencionadas en la Figura 9 , para las cuales a continuación se presenta una serie de sugerencias que podrían ser el primer paso para llegar a eliminarlas:
 - En cuanto a la variabilidad artificial y las causas encontradas, se pudo evidenciar la necesidad de establecer diferentes políticas de abastecimiento para el área de farmacia e insumos especiales; la metodología de Kan-Ban, podría ser de utilidad.
 - Es necesario entregarle el horario de programación a todo el personal médico, para que tengan claridad de los horarios que se deben cumplir.
 - Se debe informar oportunamente al personal encargado de los pacientes, para que estos tengan todos los requerimientos necesarios para hacer la cirugía y que hagan un ingreso sin retrasos al área de cirugía.
 - Sería de utilidad un control más rígido en cuanto a los instrumentos y equipos necesarios para el desarrollo de cirugías, con el fin de que ninguno haga falta en el momento de realizar el procedimiento.
 - Se sugiere emplear un carro estándar de materiales para cada especialidad, con el fin de reducir los tiempos de alistamiento de cirugías, en especial los de registro de materiales utilizados entre cirugías.

- Es imprescindible que el Hospital haga un control de mantenimiento preventivo y correctivo de todos los equipos e infraestructura que componen las salas de cirugía.
- Aumentar la capacidad de la sala de cuidado pos anestésico.

6. ANEXOS

ANEXO 1. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Peso Representativo Por Especialidad

Este indicador permite comprender cuántas horas representa cada una de las especialidades de cirugías que posee el hospital del total de horas disponibles, es decir, el peso que tiene cada especialidad, dando como resultado un orden entre las especialidades el cual de pie para conocer cuáles deben ser las del foco de análisis principal.

Para el desarrollo de su formulación, se tomó en cuenta el factor entre la multiplicación del valor promedio de la duración de cada especialidad (μ_i) y la frecuencia o cantidad de casos encontrados durante el mes de estudio (n_i), y la sumatoria de la multiplicación de todos los casos encontrados por sus respectivas medias (Ecuación 1).

$$PR = \frac{\mu_i n_i}{\sum_{i=0}^m \mu_i n_i}$$

Ecuación 1 – Peso Representativo por Especialidad

Diseñado por los Autores

Entre los resultados encontrados, se pudo observar que la especialidad contemplada como “CIRUGÍA GENERAL” es la que muestra un resultado de 4,81 siendo la cirugía con mayor frecuencia dentro del mes de análisis.

Los procedimientos que se desarrollan dentro de esta especialidad, entre los más practicados por el HUM son: Colecistectomía por Laparoscopia, Herniografía Inguinal, Laparotomía, Apendicetomía, entre otros (ver Tabla 9).

Tabla 9 – Resultados del Indicador de Peso Representativo Según Especialidad

Diseñado por los Autores

ESPECIALIDAD	Porcentaje Representativo
CIRUGÍA GENERAL	29%
ORTOPEDIA	24%
NEUROCIRUGÍA	13%
UROLOGÍA	11%
CARDIOLOGÍA	6%
VASCULAR	3%
CIRUGÍA MANO	3%
COLOPROCTO	2%
MAXILO	2%
PLÁSTICA	1%
CABEZA Y CUELLO	1%
GASTRO	1%
TRASPLANTE	1%
CIRUGÍA BARIATRICA	1%
CIRUGÍA SENO	1%
OFTALMOLOGÍA	1%
CIRUGÍA TÓRAX	0%
NEUMOLOGÍA	0%

Tabla 10 – Ficha Técnica del Indicador de Peso Representativo Por Especialidad

Diseñado por los Autores

INDICADOR DE DESEMPEÑO																											
Nombre	Porcentaje Representativo		Objetivo	Calcular el porcentaje de cada especialidad, considerando su frecuencia y duración (horas).																							
Fórmula	$\frac{\mu_{especialidad} n_{especialidad}}{\sum \mu_{especialidad} n_{especialidad}}$																										
Unidades	Porcentaje (%)		Responsable	Área de programación																							
Niveles de Referencia	Puntaje máximo, considerando 4 primeras posiciones.		Origen de la información	Bitácoras																							
Frecuencia	Mensual		Nota	Se recomienda empezar a calcular y graficar el indicador.																							
Comentarios																											
Gráficas																											
Consideraciones de Gestión	Causas:																										
	Plan de Acción:																										
Datos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año 2014</th> <th>Enero</th> <th>Febrero</th> <th>Marzo</th> <th>Abril</th> <th>Mayo</th> <th>Junio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Especialidad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Real</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> </tr> </tbody> </table>						Año 2014	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Especialidad							Real	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos
	Año 2014	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio																				
Especialidad																											
Real	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año 2014</th> <th>Julio</th> <th>Agosto</th> <th>Septiembre</th> <th>Octubre</th> <th>Noviembre</th> <th>Diciembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Especialidad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Real</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> </tr> </tbody> </table>						Año 2014	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Especialidad							Real	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	
Año 2014	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre																					
Especialidad																											
Real	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos																					

Coefficiente De Variación Ponderada

Este indicador, a diferencia del anterior, pretende cuantificar la variabilidad referida a cada especialidad, calculando el coeficiente de variación respectivo y ponderando su resultado basándose en la frecuencia de cada una de las especialidades.

El desarrollo de su fórmula consiste en la razón entre la multiplicación de la frecuencia de cada especialidad (n_i) con la desviación estándar de la misma (σ_i), y el valor promedio de la especialidad (μ_i) (Ecuación 2).

$$CVP = \frac{n_i \sigma_i}{\mu_i}$$

Ecuación 2 – Coeficiente de Variación Ponderada

Diseñado por los Autores

Los procedimientos que se desarrollan dentro de esta especialidad, entre los más practicados por el HUM son: Colectomía por Laparoscopia, Herniografía Inguinal, Laparotomía, Apendicetomía, entre otros (ver Tabla 11).

Tabla 11 – Resultados del Indicador de Coeficiente de Variación Ponderado

Diseñado por los Autores

ESPECIALIDAD	Coeficiente de variación Ponderado
CIRUGÍA GENERAL	185,81
ORTOPEDIA	111,11
UROLOGÍA	69,88
NEUROCIRUGÍA	58,66
CIRUGÍA MANO	14,24
MAXILO	12,56
GASTRO	12,35
COLOPROCTO	10,55
PLÁSTICA	10,33
VASCULAR	9,75
CARDIOLOGÍA	7,74
CABEZA Y CUELLO	7,32
TRASPLANTE	3,55
CIRUGÍA SENO	2,18
CIRUGÍA BARIATRICA	1,78
OFTALMOLOGÍA	1,40
NEUMOLOGÍA	1,14
CIRUGÍA TÓRAX	0,26

Posterior al estudio de los indicadores, se procedió a aplicar la regla de Pareto, en donde se busca representar ese 80% de ingresos que se recibe en la sala de cirugías, enfocándose solamente en el 20% de las especialidades que tuvieron un resultado alto dentro de los indicadores anteriormente descritos. Es por esto, que se optó por estudiar 4 de las 18 especialidades desarrolladas en el HUM (Representando así el 22,23% del total de especialidades).

Tabla 12 – Ficha Técnica del Indicador de Coeficiente de Variación Ponderada

Diseñado por los Autores

INDICADOR DE DESEMPEÑO																											
Nombre	Coeficiente de variación ponderado		Objetivo Determinar la variabilidad presente, en términos de duración de cada especialidad.																								
Fórmula	$\frac{\sigma_{especialidad}^n \mu_{especialidad}}{\mu_{especialidad}}$																										
Unidades	Porcentaje (%)		Responsable Área de programación																								
Niveles de Referencia	Puntaje máximo, considerando 4 primeras posiciones.		Origen de la información Bitácoras																								
Frecuencia	Mensual		Nota Se recomienda empezar a calcular y graficar el indicador.																								
Comentarios																											
Gráficas																											
Consideraciones de Gestión	Causas:																										
	Plan de Acción:																										
Datos	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Año 2014</th> <th>Enero</th> <th>Febrero</th> <th>Marzo</th> <th>Abril</th> <th>Mayo</th> <th>Junio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Especialidad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Real</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> </tr> </tbody> </table>						Año 2014	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Especialidad							Real	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos
	Año 2014	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio																				
Especialidad																											
Real	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Año 2014</th> <th>Julio</th> <th>Agosto</th> <th>Septiembre</th> <th>Octubre</th> <th>Noviembre</th> <th>Diciembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Especialidad</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Real</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> <td>4 valores máximos</td> </tr> </tbody> </table>						Año 2014	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Especialidad							Real	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	
Año 2014	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre																					
Especialidad																											
Real	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos	4 valores máximos																					

ANEXO 2. RESUMEN METODOLÓGICO

La Tabla 13 presenta el desarrollo general de los objetivos para así tener un control entre los resultados esperados y los resultados obtenidos.

Tabla 13 – Desarrollo Metodológico Detallado de los Objetivos Específicos.

Diseñado por los Autores.

No	OBJETIVO ESPECÍFICO	HERRAMIENTA	FUENTE	ACTIVIDADES	RESULTADO ESPERADO
1	Caracterizar el proceso de programación de las salas de cirugía.	Diagrama de Flujo de Proceso	(Niebel & Freivalds, 2009)	Recolección de datos de tipo histórico relevantes para conocer la metodología de desarrollo del proceso.	Diagrama de Procesos detallado del proceso de programación de salas de cirugía, las cuales agregan valor al cliente y/o usuario.
2	Diagnosticar el estado actual del servicio de cirugías empleando indicadores de control.	Indicadores de Control	Diseño de Los Autores	Análisis del desempeño actual de las salas de cirugía teniendo en cuenta la variabilidad en la duración de los procedimientos y especialidades	Conocer las especialidades con mayor variabilidad en términos de los indicadores de control para establecer cuáles son sujetas a estudio de control de procesos.
3	Encontrar las variables que intervienen en la programación de cirugías y evaluar su variabilidad y el impacto que tiene esta dentro del desempeño del proceso.	Gráficos de Control de Procesos	(Niebel & Freivalds, 2009)	Desarrollo de gráficos de control que reflejen el grado de variabilidad que poseen las especialidades catalogadas como "más variables".	Conocer el grado de variabilidad que poseen las especialidades junto con las razones o posibles causas de su resultado.
		Metodología de La Variabilidad	(Smith <i>et al.</i> , 2013)	Identificar, clasificar y eliminar/reducir la variabilidad existente en las especialidades seleccionadas.	
4	Proponer y evaluar mecanismos de solución para la reducción de la variabilidad artificial por medio de herramientas como Variability Methodology y la metodología de diferentes reglas de despacho.	Algoritmo <i>Bin Packing</i>	(Dexter <i>et al.</i> , 1999)	Recolección de las variables que influyen en el desempeño del proceso.	Establecer las posibles métodos y algoritmos de programación que contribuyan a la disminución o eliminación de la variabilidad artificial del proceso de programación de salas de cirugía.
		Reglas de Despacho	(Dexter <i>et al.</i> , 1999)	Clasificar las variables seleccionadas a partir de su dispersión e impacto en el proceso.	

5	Comparar el beneficio económico que traería la propuesta de reducción de la variabilidad artificial en contraposición con el método actual de programación de salas de cirugía.	Análisis Margen Bruto	(Villalobos, 2009)	Análisis del desempeño del proceso propuesto basándose en.	Variaciones de la utilidad bruta de la situación actual con respecto a los de la situación propuesta, esperando un mejoramiento del desempeño del proceso en términos de utilidad bruta (monetarios).
---	---	-----------------------	--------------------	--	---

ANEXO 3. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE CIRUGÍAS

Descripción del Macro Proceso de Atención a Pacientes en las Salas de Cirugía en el Hospital Universitario Mayor Méderi

Programación del Paciente

El primer proceso a analizar es la programación de los pacientes que van a ser intervenidos en los quirófanos. Este inicia realizando una definición de los pacientes según su tipo o nivel de urgencia, para esto existen cuatro categorías principales en las que se pueden clasificar: Ambulatorio, Hospitalizado, Urgencia y Emergencia. (ver Figura 12).

Los pacientes catalogados en el grupo de “*Pacientes Ambulatorios*” son aquellos que no necesitan de una intervención quirúrgica de alta complejidad y que posterior a su intervención médica pueden retirarse del hospital.

En cuanto a los “*Pacientes Hospitalizados*” se puede decir que son los opuestos a los ambulatorios, es decir, son aquellos pacientes que se encuentran internados en el hospital antes de la intervención y/o que posterior a la misma deban permanecer dentro de las instalaciones del hospital para ser controlados periódicamente.

Finalmente de los pacientes que ingresan por el área de urgencias, se tienen dos divisiones que delimitan el nivel de gravedad del estado de salud que presenta el paciente. Estos pueden ser “*Pacientes Urgentes*” los cuales requieren de una atención pronta pero no inmediata, mientras que los “*Pacientes Emergentes*”, son aquellos que necesitan de una intervención inminente ya que puede tener un nivel de riesgo de muerte muy alto.

1. **Pacientes Ambulatorios:** Para lograr la programación de la cirugía es necesario cumplir con una serie de requisitos que solicita el hospital al paciente que será operado, con el fin de garantizar su bienestar y protección. Consecuente a ello, la enfermera de programación procede a asignar la cirugía, dándole al paciente una serie de recomendaciones establecidas por el médico y el instructivo para realizar el copago, registra en el sistema de programación los datos necesarios para apartar el horario, espacio, personal y los instrumentos requeridos, para finalmente aceptar la admisión del paciente a la unidad quirúrgica.
2. **Pacientes Hospitalizados:** Es necesario que el paciente reciba una valoración por parte de un médico especialista y de un anestesiólogo, los cuales se encargarán principalmente de estudiar a

fondo el caso del paciente y el tipo de intervención que requiere el mismo. Además, deben informarle al paciente el proceso que realizarán y el diligenciamiento del consentimiento informado (adicional si se necesita una transfusión o un estudio de hemocomponentes). Posterior a ello, la enfermera jefe de piso se debe encargar de tramitar los paraclínicos y el diligenciamiento y entrega de la sala de cirugía con los insumos necesarios.

3. **Pacientes Urgentes:** Este tipo de pacientes requiere al igual que el hospitalizado una valoración previa tanto del médico especialista como del anestesiólogo, pero adicionalmente, también debe ser valorado por el enfermero de salas que se encuentre en turno para evaluar en qué sala y en qué horario es más conveniente realizar la cirugía y verificar la autorización pertinente de la EPS.
4. **Pacientes Emergentes:** Estos pacientes son un caso excepcional, pues debido a que requieren atención inmediata, deben dirigirse inmediatamente al quirófano designado para las emergencias y ser atendido. Generalmente estos pacientes son valorados durante el recorrido de la entrada de urgencias hasta la zona de los quirófanos.

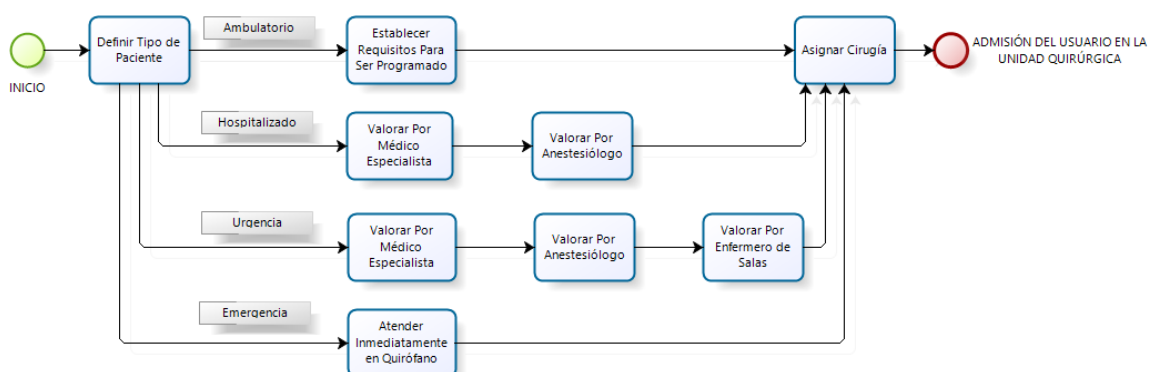


Figura 12 – Programación del Paciente

Fuente: Registros de Calidad HUM

Admisión del Usuario en la Unidad Quirúrgica

En el momento en que el paciente tenga una cita asignada para su cirugía, es necesario que sea inicialmente valorado por la enfermera jefe de ingreso, la cual se encargará de verificar las condiciones en las que entra el paciente y de hacer algún tipo de advertencia si este no cumple con los requerimientos solicitados en el proceso anterior. Además, si se llega a dar algún tipo de cancelación por faltantes es necesario que se informe para realizar una reprogramación. Luego, se informa al personal asignado para preparar los implementos necesarios para el desarrollo del procedimiento.

Se procede a preparar tanto al personal como al equipo quirúrgico (Anestesiólogo, Instrumentadora y Auxiliar Circundante) que se requiera para la realización de la cirugía. (ver Figura 13).

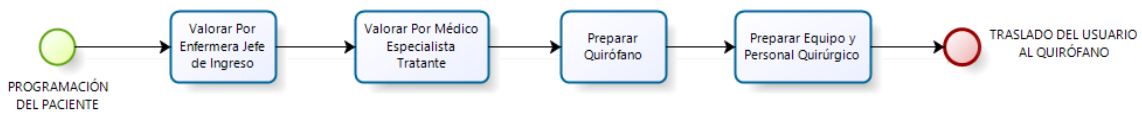


Figura 13 – Admisión del Usuario en La Unidad Quirúrgica

Fuente: Registros de Calidad HUM

Traslado del Usuario al Quirófano

Es necesario que el médico especialista tratante haga una evaluación de la condición de salud que presenta el paciente para posteriormente preparar el quirófano con todas las especificaciones que el mismo requiera para efectuar un procedimiento sin contratiempos evitables. Adicionalmente, se debe realizar un registro de los datos de la cirugía que se realizará y se procede a ingresar al paciente.

En el momento en que es trasladado el paciente, se requiere que la Enfermera Jefe de Salas dé una valoración final la cual consta principalmente de la verificación del alistamiento correcto del quirófano y gestionar los faltantes que tenga el paciente para proceder, identificar el medio de transporte por el cual el paciente será trasladado, verificar las 4C (Usuario, Cirugía, Lugar y Hora). Finalmente se entrega el paciente en la mesa quirúrgica a la Enfermera Auxiliar y al Anestesiólogo (ver Figura 14).

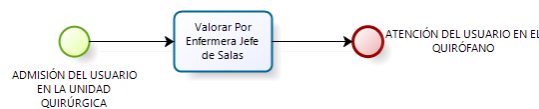


Figura 14 – Traslado del Usuario al Quirófano

Fuente: Registros de Calidad del HUM

Atención del Usuario en el Quirófano

El primer paso en el momento de atender al paciente es canalizarlo por parte del Anestesiólogo, para luego registrar la entrada y la identificación de faltantes que tenga el paciente para saber si debe ser cancelada la cirugía. Posterior a ello, se le suministra la profilaxis antibiótica y se realiza la apertura del paquete quirúrgico el cual debe ser revisado antes de ser usado para garantizar su correcto funcionamiento.

Es necesario hacer una observación final del material quirúrgico, del personal, y de los equipos disponibles para realizar la cirugía. Aquí se debe revisar el estado, la disponibilidad y la funcionalidad de cada uno de los recursos para desarrollar un procedimiento sin contratiempos evitables.

Si se diera el caso en que alguno de los recursos mencionados anteriormente no cumpliera con las especificaciones necesarias para desarrollar el procedimiento, se debe proceder a cancelar la cirugía y ser reprogramada. Sin embargo, si todos cumplen sin ningún inconveniente, se continuará con la realización el procedimiento quirúrgico que este necesite.

Al finalizar, se realiza un conteo de instrumental y el médico tratante procede a diligenciar los formatos de formulación médica, incapacidades laborales y/o diferentes estudios adicionales que requiera el paciente.

El Anestesiólogo termina el procedimiento y diligencia la factura del mismo, teniendo en cuenta la hoja de gastos de la cirugía con los dispositivos usados y devueltos, para que las instrumentadoras se encarguen de transportar el instrumental sucio a su respectivo lugar para su desinfección y el de la sala (ver Figura 15).

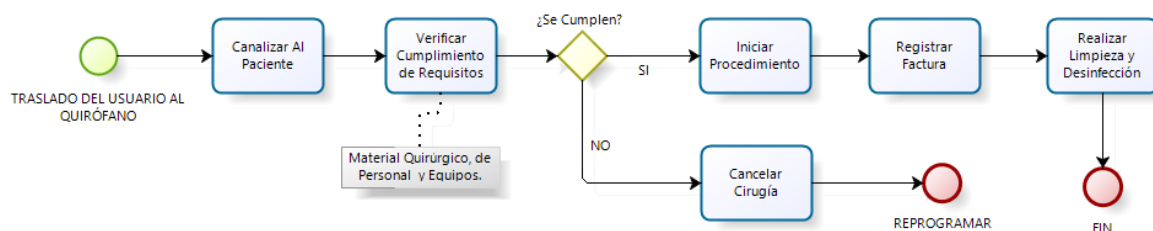


Figura 15 – Atención del Usuario en El Quirófano

Fuente: Registros de Calidad del HUM

Traslado del Usuario a Cuidado Pos Anestésico

Como paso final, se procede a trasladar al usuario después de su intervención quirúrgica a la sala de cuidado pos anestésico, en donde se mantendrá en revisión mientras se espera a que el usuario despierte y se encuentre consciente por completo

ANEXO 4. APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE PARETO

Se procedió a aplicar la Ley de Pareto, con el fin de determinar cuáles serían las especialidades a evaluar de forma detallada. A continuación (Figura 16 y Figura 17) se encuentra el Diagrama resultado de Pareto:

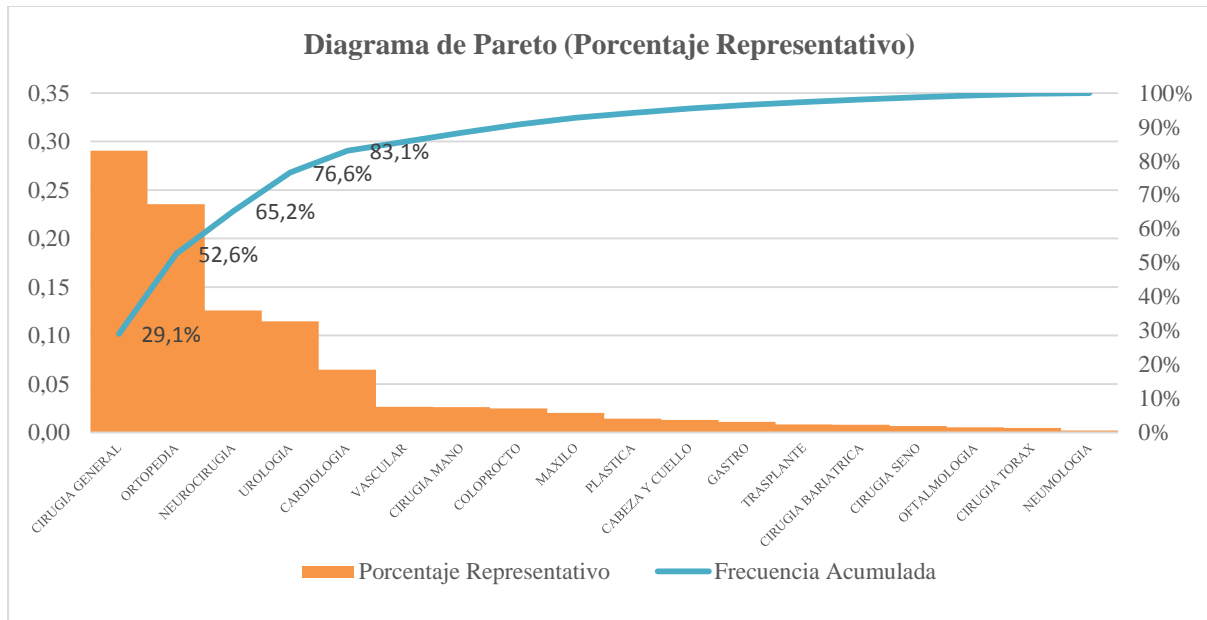


Figura 16 – Diagrama de Pareto de Las Especialidades del HUM para el Porcentaje Representativo
Diseñado por los Autores

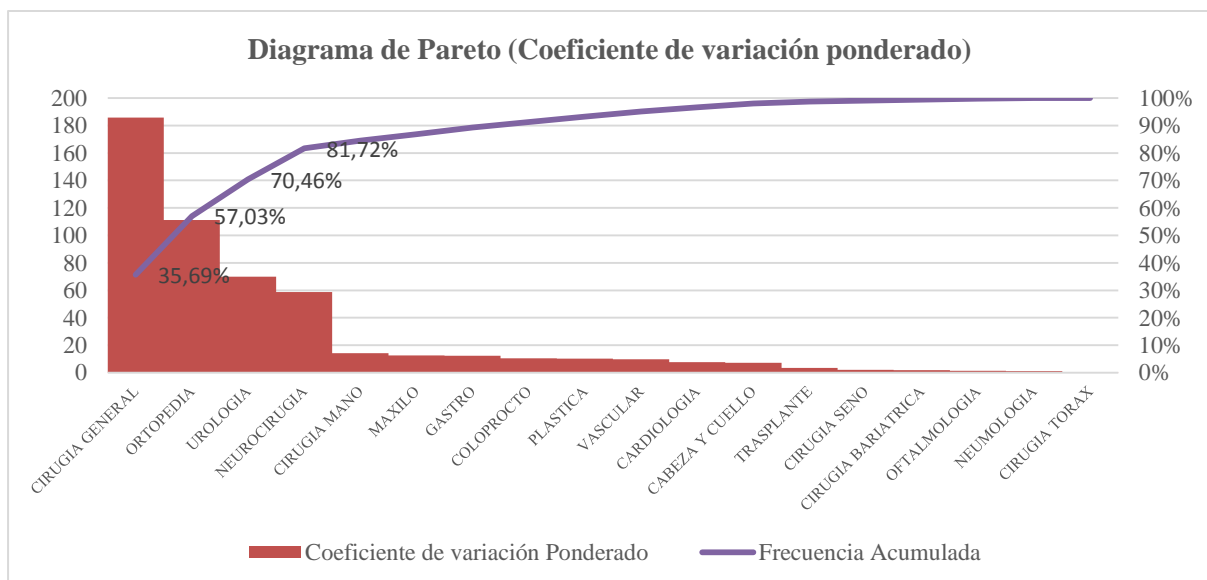


Figura 17-Diagrama de Pareto de las Especialidades del HUM para el Coeficiente de Variación Ponderado
Diseñado por los Autores

ANEXO 5. GRÁFICOS DE CONTROL

Las demás especialidades encontradas en el HUM, también fueron sometidas al análisis de Control del Proceso por medio de gráficos de control, las cuales a pesar de ser el 77,77% restante, es importante ilustrar como es su comportamiento para posibles mejoras en el futuro. Igual que las especialidades mostradas anteriormente, se tomó la duración media, con límites de $\pm 3\sigma$ alrededor de la media para tener un intervalo de variación aceptable dentro del desempeño que debe poseer un proceso de cualquier tipo. Evidenciando en las Figura 18 a la Figura 25, que la totalidad de especialidades restantes, exceptuando la cirugía de mano, son procesos bajo control pues su duración se encuentra dentro de los rangos esperados:

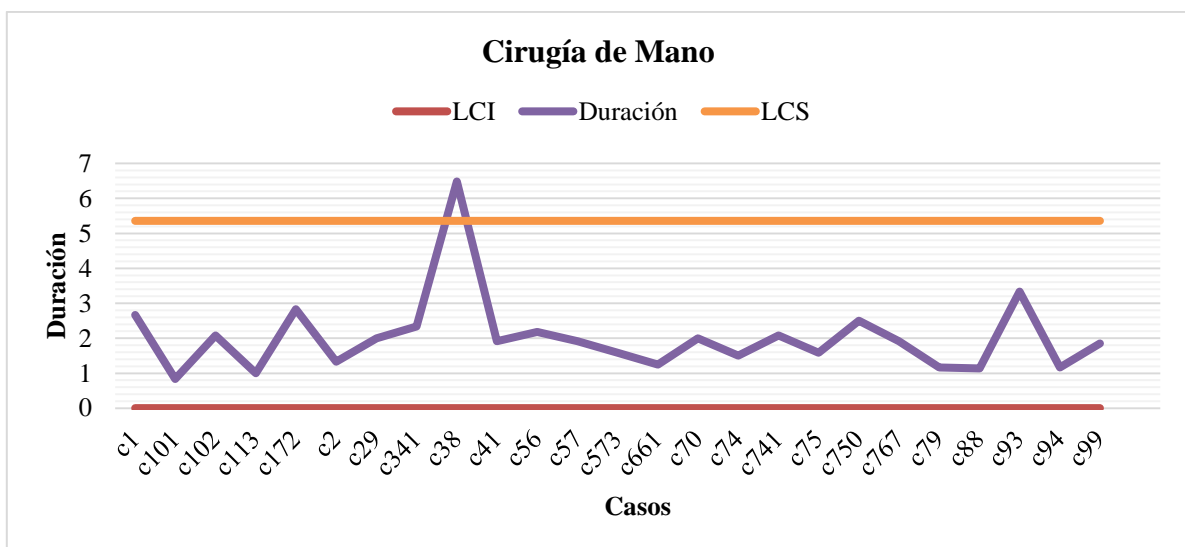
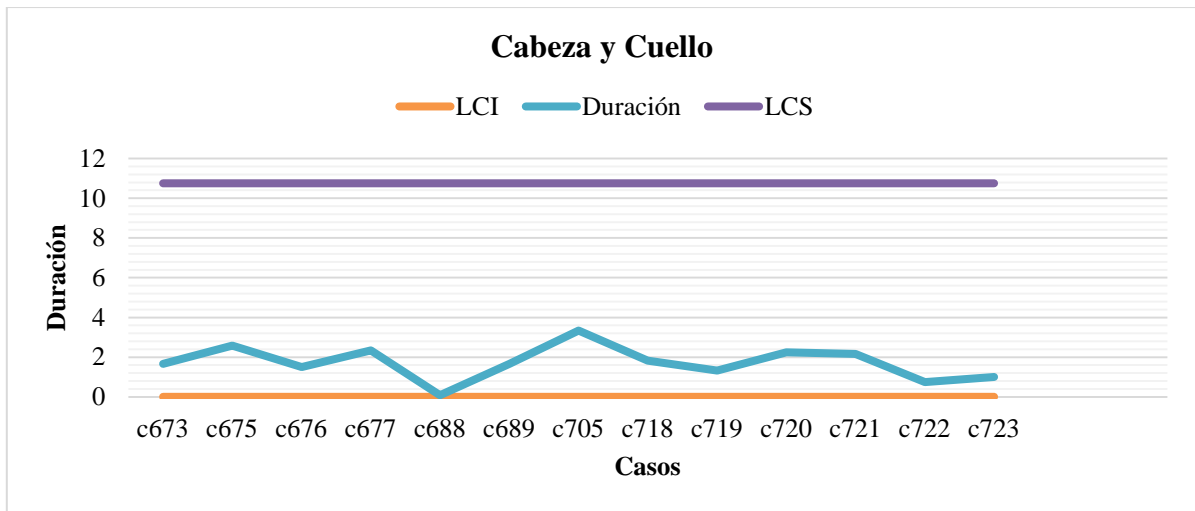
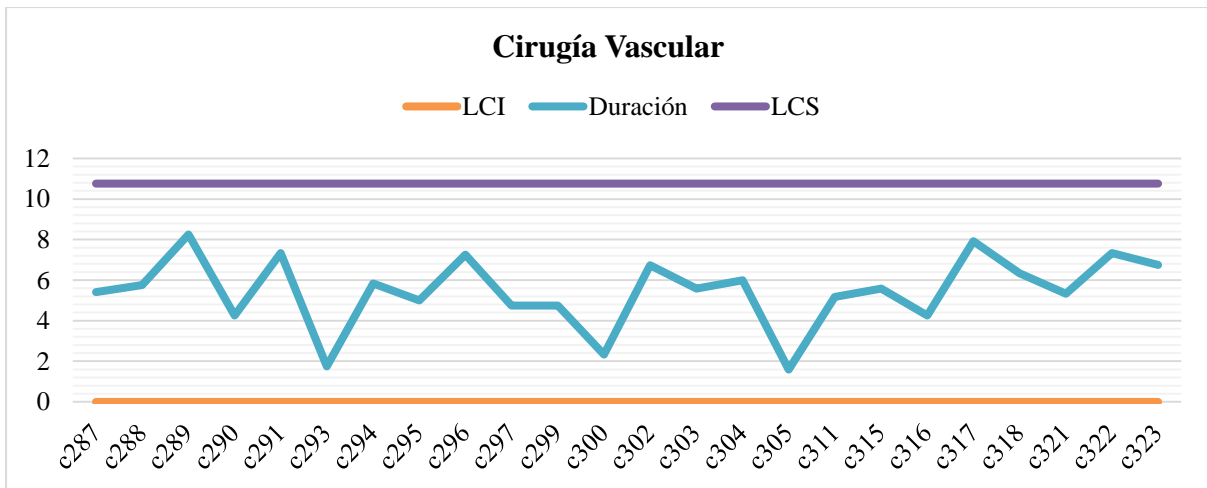


Figura 18 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía de Mano

Diseñado por los Autores



*Figura 19 - Gráfico de Control de Cirugía de los Procedimientos de Cabezo y Cuello
Diseñado por los Autores*



*Figura 20 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía Vascular
Diseñado por los Autores*

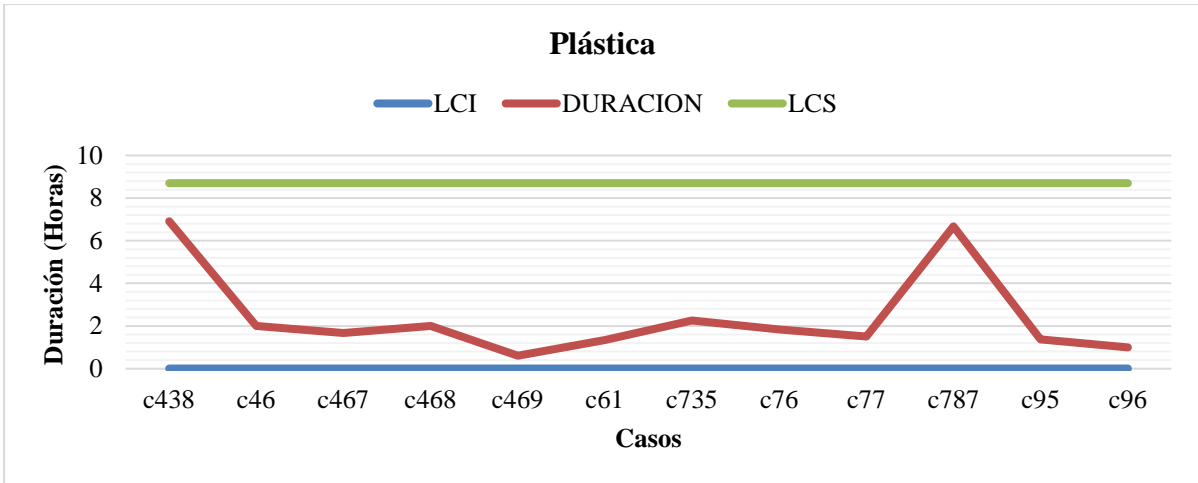


Figura 21 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía Plástica
Diseñado por los Autores

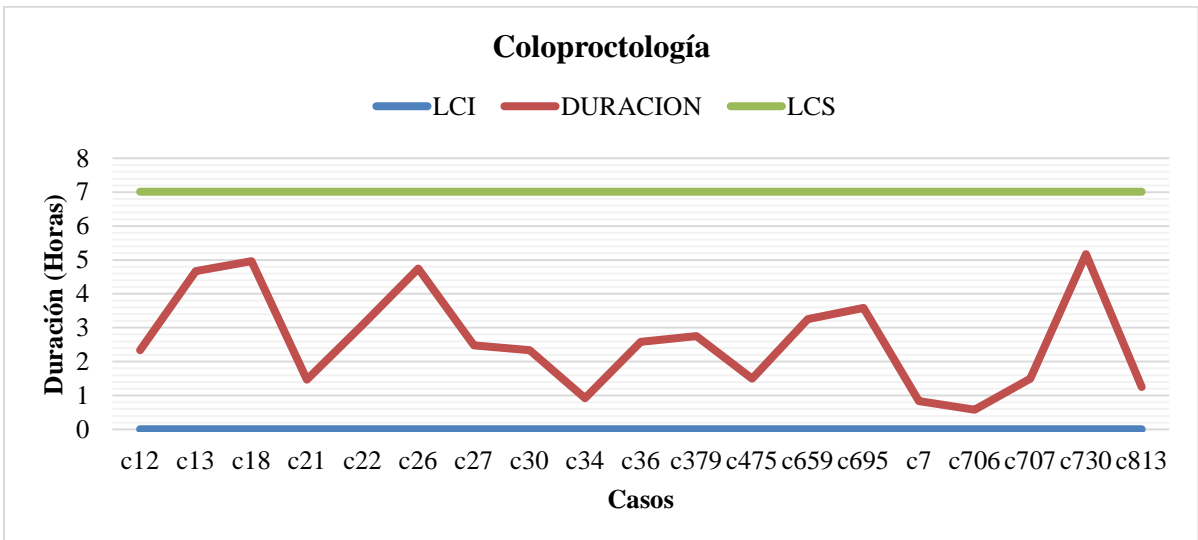


Figura 22 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Coloproctología
Diseñado por los Autores

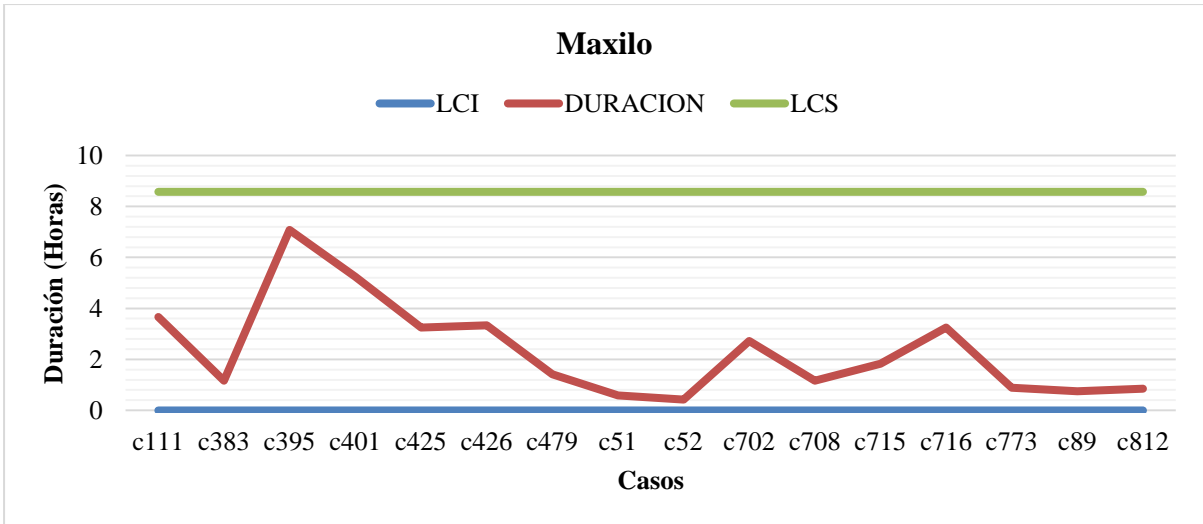


Figura 23 - Gráfico de Control de Cirugía de Maxilo
Diseñado por los Autores

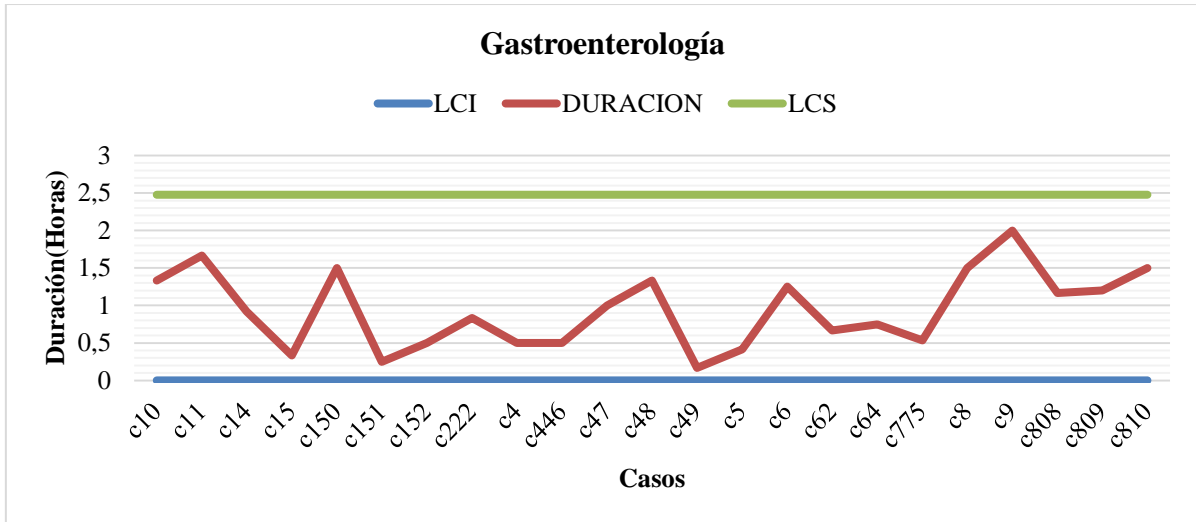


Figura 24 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Gastroenterología
Diseñado por los Autores

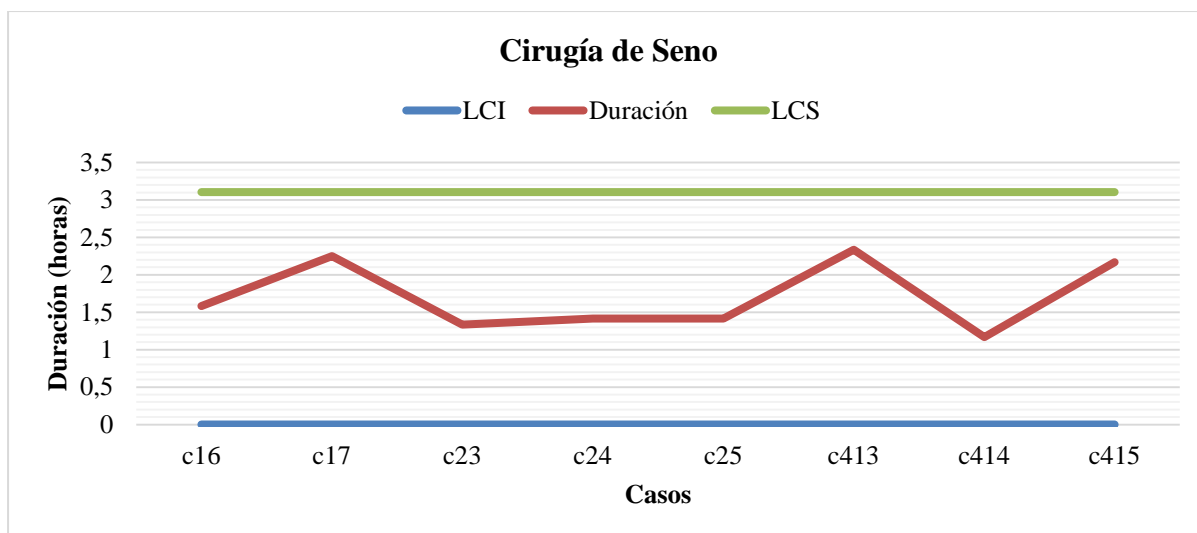


Figura 25 - Gráfico de Control de los Procedimientos de Cirugía de Seno

Diseñado por los Autores

Cirugía General

La Cirugía General, es una especialidad que se enfoca principalmente en procedimientos realizados en el aparato digestivo, el tracto gastrointestinal y el sistema endocrino. Adicionalmente, se aplica la cirugía laparoscópica, en donde se requiere una destreza mayor por parte del cirujano ya que usa una sola incisión de 0,5 a 1 cm para entrar al abdomen y realizar el procedimiento.

Cirugía De Ortopedia

La especialidad conocida como cirugía ortopédica, se ocupa del diagnóstico, prevención y tratamiento (tanto médico como quirúrgico si es del caso), de las afecciones del sistema musculoesquelético (músculos, articulaciones, ligamentos, tendones, cartílago, huesos), teniendo en cuenta los diferentes desórdenes del aparato locomotor.

Neurocirugía

La Neurocirugía se encarga del manejo de determinadas enfermedades del sistema nervioso central, periférico y vegetativo, incluyendo sus estructuras vasculares, la hipófisis e inclusive, el tratamiento quirúrgico del dolor. Como tal, la cirugía neurológica abarca el tratamiento quirúrgico tanto del cerebro como de las meninges, la base del cráneo, y de sus vasos sanguíneos, incluyendo los procesos patológicos que contemplan la irritación del cerebro y la médula espinal.

Cirugía de Urología

Por último, la Urología, es la especialidad médico-quirúrgica que se ocupa del estudio, diagnóstico y tratamiento de las patologías que afectan al aparato urinario, glándulas suprarrenales y retroperitoneo de ambos sexos y al aparato reproductor masculino.

ANEXO 6. TABLAS DE EJECUCIONES DEL ALGORITMO

Para expresar los resultados de la tasa de oportunidad de cada sala, en intervalos de tiempos correspondientes a siete días, se desarrolló la Tabla 14, que expresa cada uno de los valores tanto para el escenario generado por el área de programación del Hospital (P), como para cada regla de despacho, donde A se refiere a *SPT* y D denota *LPT*:

Tabla 14 - Iteración Tasa de Ocupación por Sala
Diseñado por los Autores

		Sala												
		Escenario	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	
Tasa de ocupación	Semana 1-7 Mayo	PA	39%	48%	40%	40%	41%	43%	40%	38%	38%	40%	60%	
		PD	45%	43%	43%	43%	43%	43%	43%	43%	43%	36%	46%	60%
		P	21%	27%	2%	58%	42%	54%	75%	90%	46%	39%	60%	
	Semana 8 - 14 Mayo	PA	45%	55%	52%	41%	98%	43%	38%	42%	43%	47%	67%	
		PD	57%	60%	55%	45%	61%	43%	49%	43%	43%	47%	67%	
		P	32%	10%	0%	70%	61%	55%	71%	95%	69%	39%	67%	
	Semana 15 - 21 Mayo	PA	56%	57%	57%	42%	55%	43%	45%	43%	43%	43%	74%	
		PD	56%	57%	57%	42%	55%	43%	45%	43%	43%	43%	74%	
		P	100%	100%	0%	68%	21%	71%	73%	94%	62%	48%	74%	
	Semana 22 - 28 Mayo	PA	50%	57%	55%	50%	69%	55%	36%	43%	43%	42%	64%	
		PD	57%	51%	57%	57%	57%	57%	42%	42%	37%	42%	57%	
		P	31%	27%	0%	71%	29%	75%	83%	69%	67%	46%	64%	
	Semana 29 - 31 Mayo	PA	25%	29%	27%	29%	38%	21%	29%	14%	10%	18%	14%	
		PD	27%	29%	29%	29%	29%	20%	25%	14%	14%	24%	14%	
		P	18%	7%	0%	29%	19%	29%	43%	43%	26%	26%	14%	

Al igual que en la tabla anterior, la Tabla 15 pretende mostrar la tasa de ocupación, pero en ésta ocasión para los 7 días elegidos. Guardando entonces la misma nomenclatura, y expresando del total de tiempo disponible el empleado en cada día.

Tabla 15 - Iteración Tasa de ocupación por Día

Diseñado por los Autores

		Día								
		Escenario	1	2	3	4	5	6	7	
Tasa de ocupación	Semana 1-7 Mayo	PA	98%	100%	86%	11%	2%			
		PD	99%	100%	96%	13%	2%			
		P	26%	67%	26%	5%	53%	70%	81%	
	Semana 8 - 14 Mayo	PA	98%	98%	92%	39%	16%	9%	9%	
		PD	100%	100%	100%	52%	10%			
		P	81%	48%	16%	8%	63%	72%	75%	
	Semana 15 - 21 Mayo	PA	100%	99%	100%	45%	9%	2%		
		PD	100%	99%	100%	45%	9%	2%		
		P	64%	55%	21%	8%	69%	67%	71%	
	Semana 22 - 28 Mayo	PA	98%	98%	94%	54%	14%			
		PD	99%	100%	95%	60%	5%			
		P	76%	72%	15%	0%	65%	64%	58%	
	Semana 29 - 31 Mayo	PA	95%	58%	9%					
		PD	99%	62%						
		P	70%	70%	21%					

Para dar consistencia a los resultados expresados en la Tabla 14 y la Tabla 15 ,se presentan a continuación de la Tabla 16 a la Tabla 30, los resultados en términos de la cantidad de horas empleadas para cada intervalo de tiempo de 7 días, desde el 1 de mayo hasta el 31 del mes. Con cada regla de despacho, y el escenario inicial planteado por el área de programación.

Tabla 16- Totalidad de Horas Empleadas por Sala y por Día Generada a Partir del Área de Programación (Mayo 1 a 7)

Diseñado por los Autores

Sala												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1								12	10	12		34
2		6		10,5	17	12	10	12	11		10	88,5
3				4			6	12			12	34
4								6				6
5				12	12	11	12	11		3	9	70
6	12	11		11		10	11	12	6	12	8	93
7	6	5,5	2	11,5	6	12	24	11	12	6	11	107
Horas empleadas	18	22,5	2	49	35	45	63	76	39	33	50	432,5

Tabla 17– Totalidad de horas programadas con la regla de despacho SPT del 1al 7 de mayo
Diseñado por los Autores

Salas												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	10,5	12	12	12	12	12	12	10,5	12	11,5	12	128,5
2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132
3	9	10	12	12	12	11	12		6	8	12	104
4					12						11	23
5					12						3	15
6					6							6
Horas empleadas	31,5	34	36	36	66	35	36	22,5	30	31,5	50	408,5

Tabla 18 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho LPT del 1al 7 de Mayo
Diseñado por los Autores

Sala												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	131
2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132
3	11,5	12	12	12	12	12	12	12	7,5	12	12	127
4	2									2,5	12	16,5
5											2	2
Horas empleadas	37,5	36	36	36	36	36	36	36	30,5	38,5	50	408,5

Tabla 19 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho SPT del 8al 14 de Mayo
Diseñado por los Autores

Sala												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	11,5	12	11,5	11,5	12	12	12	12	12	11,5	12	130
2	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	129
3	12	12	12	11	11	12	8	11	12	10	11	122
4	4	11	8		11					6	12	52
5					12						9	21
6					12							12
7					12							12
Horas empleadas	37,5	46	43,5	34,5	82	36	32	35	36	39,5	56	478

*Tabla 20 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho LPT del 8al 14 de Mayo
Diseñado por los Autores*

Salas												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132
2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132
3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132
4	12	12	10,5	2	12		5			3,5	12	69
5		2			3						8	13
Horas empleadas	48	50	46,5	38	51	36	41	36	36	39,5	56	478

*Tabla 21 - Totalidad de horas programadas por el área de programación del 8al 14 de mayo
Diseñado por los Autores*

Salas												
Día	2	3	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas	
8	9	8	12	13	8	12	12	12	11	10	107	
9			2	12	6	6,5	12	12	3	10	63,5	
10						6	12			3	21	
11							10				10	
12			15	9	8	12	12	12	3	12	83	
13	12		16	6	12	12	12	11	4	10	95	
14	6		14	11	12	11,5	10	11	12	11	98,5	
Horas empleadas	27	8	59	51	46	60	80	58	33	56	478	

*Tabla 22 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho SPT del 15 al 21 de Mayo
Diseñado por los Autores*

Salas												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132
2	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	131
3	12	12	12	11,5	12	12	12	12	12	12	12	131,5
4	12	12	12		10		1,5				12	59,5
5											12	12
6											2	2
Horas empleadas	47	48	48	35,5	46	36	37,5	36	36	36	62	468

*Tabla 23- Totalidad de Horas Programadas por el Área de Programación del 15 al 21 de Mayo
Diseñado por los Autores*

Salas											
Día	2	3	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
15	10		12		12	12	12	6	10	10	84
16			11		12	11	11	11	6	11	73
17						5	10		3	10	28
18							10				10
19		6	11,5	12	12	10	12	12	6	9	90,5
20	10,5	6	11		12	11	12	12	3	11	88,5
21	6		12	6	12	12	12	11	12	11	94
Horas empleadas	26,5	12	57,5	18	60	61	79	52	40	62	468

*Tabla 24 - Totalidad de horas programadas con la regla de despacho LPT del 15 al 21 de mayo
Diseñado por los Autores*

Salas												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132
2	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	131
3	12	12	12	11,5	12	12	12	12	12	12	12	131,5
4	12	12	12		10		1,5				12	59,5
5											12	12
6											2	2
Horas empleadas	47	48	48	35,5	46	36	37,5	36	36	36	62	468

*Tabla 25 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho LPT del 22 al 28 de Mayo
Diseñado por los Autores*

Salas												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	11,5	12	12	11,5	12	12	12	12	12	12	12	131
2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132
3	12	12	12	12	12	12	11,5	11	7	11,5	12	125
4	12	7	12	12	12	12					12	79
5											6	6
Horas empleadas	47,5	43	48	47,5	48	48	35,5	35	31	35,5	54	473

Tabla 26 - Totalidad de horas programadas con la regla de despacho SPT del 22 al 28 de mayo
Diseñado por los Autores

Salas												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	12	11,5	12	12	12	10,5	12	12	12	11	12	129
2	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	12	130
3	12	12	10	12	10	12	8	12	12	12	12	124
4	6	12	12	6	12	12					11	71
5					12						7	19
Horas empleadas	42	47,5	46	42	58	46,5	30	36	36	35	54	473

Tabla 27 - Totalidad de Horas Programadas por el Área de Programación del 22 al 28 de Mayo
Diseñado por los Autores

Salas												
Día	2	3	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas	
22	12	12	12		12	10,5	12	10,5	10	11	102	
23			12	12	15	12	12	12	11	8	94	
24						6	12			3	21	
26			11,5	12	12	22		11	9	11	88,5	
27	12	5	12		12	10,5	11	11	3	10	86,5	
28	2	6	12		12	9	11	12	6	11	81	
Horas empleadas	26	23	59,5	24	63	70	58	56,5	39	54	473	

Tabla 28 - Totalidad de Horas Programadas con la Regla de Despacho LPT del 29 al 31 de Mayo
Diseñado por los Autores

Salas												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	131
2	12	12	12	12	12	5	9			8		82
Horas empleadas	23	24	24	24	24	17	21	12	12	20	12	213

Tabla 29 - Totalidad de horas programadas con regla de despacho SPT del 29 al 31 de mayo
Diseñado por los Autores

Salas												
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
1	11	12	12	12	12	12	12	12	8	10	12	125
2	10	12	11	12	8	6	12			5		76
3					12							12
Horas empleadas	21	24	23	24	32	18	24	12	8	15	12	213

*Tabla 30 - Totalidad de Horas Programadas por el Área de Programación del 29 al 31 de Mayo
Diseñado por los Autores*

Salas											
Día	2	3	5	6	7	8	9	10	11	21	Horas empleadas
29	9	6	12	4	12	12	12	10	12	4	93
30	6		12	12	12	12	12	12	6	8	92
31						12	12		4		28
Horas empleadas	15	6	24	16	24	36	36	22	22	12	213

ANEXO 7. CÁLCULO DEL ANÁLISIS DE MARGEN BRUTO

A continuación se describen los pasos que se realizaron para la obtención del cálculo del análisis de Margen Bruto.

1. Se tomó el Estado de Resultados de la base de datos *Benchmark* (EMIS Benchmark. A European Institutional Investor Company, 2013), el cual se encontraba enfocado en el sector de la salud, y se delimitó específicamente en los hospitales de nivel IV en Colombia, filtrando así entidades con características similares a las del HUM, ver Tabla 31.

Tabla 31 - Estado de Resultados Promedio de los Hospitales en Colombia

Fuente: Benchmark (2013)

	Suma (COP) Anual				
Estado de Resultados	2013	2012	2011	2010	2009
Ventas	16.774.588	13.544.067	13.268.627	13.744.927	5.359.381
Costo de venta	11.618.598	8.446.982	6.552.904	3.163.826	2.345.745
Utilidad Bruta	5.155.990	5.097.085	6.715.723	10.581.101	3.013.636
Gastos de Administración	836.894	1.133.209	1.152.063	1.888.549	1.319.358
Gastos de Ventas	132.528	65.448	112.470	83.363	96.519
Utilidad Operacional	4.186.568	3.898.428	5.451.190	8.609.189	1.597.759
Depreciación y Amortización	52.310	22.521	19.183	13.364	14.314
Ingresos No Operacionales	617.281	321.392	126.364	88.486	84.484
Ingresos Financieros	1.147	760	-	-	-
Otros Ingresos No Operacionales	13.505	9.511	-	-	-
Total Gastos No Operacionales	271.363	140.720	61.716	52.173	62.768
Gastos Financieros	16.437	9.878	-	-	-
Otros Gastos No Operacionales	14.354	5.038	-	-	-
Utilidad Antes de Impuestos	4.464.037	4.051.934	5.496.655	8.632.138	1.605.161
Impuestos y Otros					
Impuesto de Renta	17.084	11.851	11.560	9.277	10.382
UTILIDAD NETA					
Utilidad Neta	4.446.953	4.040.083	5.485.095	8.622.861	1.594.779

2. Debido a que es un análisis de margen bruto, se enfocó precisamente en los rubros de ventas, costo de ventas y utilidad bruta. Además, como solo se posee información hasta el 2013, fue necesario primero, calcular el porcentaje de crecimiento año a año de cada uno de los rubros anteriores, y segundo, sacar un promedio de estos porcentajes de crecimiento. Con este

porcentaje, se procedió a proyectar el valor que debían tener los rubros en el 2014, ver Tabla 32.

Es necesario aclarar, que el porcentaje de crecimiento se basa en el valor del periodo actual menos el valor del periodo anterior, todo esto, dividido sobre el valor del periodo anterior.

*Tabla 32 - Crecimiento Anual de las Ventas y del Costo de Ventas
Diseñado por los Autores*

AÑO	2012-2013	2011-2012	2010-2011	2009-2010	Promedio
Porcentaje de Crecimiento anual de las Ventas	23,85%	2,08%	-3,47%	156,46%	44,73%
Porcentaje de Crecimiento anual del Costo de Ventas	37,55%	28,90%	107,12%	34,88%	52,11%

- Como se planteó con anterioridad, el 40% de las ventas totales de un Hospital son gracias al servicio de cirugías (Litvak, 2010), por lo que es necesario tomar los rubros y multiplicarlos por 40%, con el fin de estipular el valor que sería correspondiente al servicio de cirugías.

*Tabla 33 - Representación del Servicio de Cirugías en los Rubros
Diseñado por los Autores*

Millones de COP	PROYECCIÓN 2014	VALOR PERTENECIENTE AL SERVICIO DE CIRUGÍAS (40%)
Ventas	\$ 24.278.169	\$ 9.711.267
Costo de Ventas	\$ 17.673.236	\$ 7.069.294
Utilidad Bruta	\$ 6.604.932	\$ 2.641.973

- Con esta información, se procedió a evaluar cada uno de los escenarios según su cantidad de cirugías adicionales con respecto a las desarrolladas actualmente por el Hospital.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abdelrasol, Z., Harraz, N., & Eltawil, A. (2014). *Operating room scheduling problems: A survey and a proposed solution framework*. In H. K. Kim, S. Ao & M. A. Amouzegar (Eds.), (pp. 717-731) Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-017-9115-1_52
- Blake, J. T., & Donald, J. (2002). *Mount sinai hospital uses integer programming to allocate operating room time*. *Interfaces*, 32(2), 63-73. doi:10.1287/inte.32.2.63.57
- Delgado, R. (2008). El diagrama de pareto.(3)
doi:<http://www.catolica.edu.sv/investiga/archivos/pareto.pdf>
- Denton, B., Viapiano, J., & Vogl, A. (2007). *Optimization of surgery sequencing and scheduling decisions under uncertainty*. *Health Care Management Science*, 10(1), 13-24.
- Dexter, F., Macario, A., & Traub, R. D. (1999). *Which algorithm for scheduling add-on elective cases maximizes operating room utilization? use of bin packing algorithms and fuzzy constraints in operating room management*. *Anesthesiology*, 91(5), 1491-1500.
- Dexter, F., Macario, A., Traub, R. D., Hopwood, M., & Lubarsky, D. A. (1999). *An operating room scheduling strategy to maximize the use of operating room block time: Computer simulation of patient scheduling and survey of patients' preferences for surgical waiting time*. *Anesthesia and Analgesia*, 89(1), 7-20.
- EMIS Benchmark. A European Institutional Investor Company. (2013). *Financial analysis of the health sector in Colombia*. Retrieved from
http://bck.securities.com/mainview?sector_id=62&sv=BCK&pc=CO#/mainview/sectorindicator?s?sector_id=62&id_macrosector=10&grupo_id=4&agg=SUM&pc=CO&sv=BCK
- Fernández, J. (2009). *La hora de la gestión de las operaciones: Una visita guiada*. *Revista Sedisa*, 1(12), 70-75.

- Gordon, T., Paul, S., Lyles, A., & Fountain, J. (1988). *Surgical unit time utilization review: Resource utilization and management implications*. *Journal of Medical Systems*, 12(3), 169-179.
- Kaye, A., & Fox, C. (2012). *Economic considerations, efficiency, and design*. *Operating room leadership and management* (pp. 39-40, 41, 42, 43, 44, 45, 46)
- Lamiri, M., Xie, X., Dolgui, A., & Grimaud, F. (2008). *A stochastic model for operating room planning with elective and emergency demand for surgery*. *European Journal of Operational Research*, 185(3), 1026-1037. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.057>
- Lawrence, S. R., & Sewell, E. C. (1997). *Heuristic, optimal, static, and dynamic schedules when processing times are uncertain*. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(96\)00090-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(96)00090-3)
- Litvak, E. (Ed.). (2010). *Managing patient flow in hospitals* (Second ed.). U.S.A: Joint Commission Resources.
- Litvak, E. (2011). *Managing variability in patient flow: A key to improving access to care, nurse staffing, quality of care and cost reduction*. *Proceedings of the Ottawa Hospital Conference*, , 1-43.
- Macario, A. (2010). Are your operating rooms being run efficiently? Retrieved from www.medscape.com/viewarticle/719542
- Méderi. (2010). *La Transformación del Hospital Universitario Mayor Méderi*. Retrieved 03/12, 2013, from <http://www.mederi.com.co/images/hum3.swf>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (Eds.). (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo [Niebel's Methods, Standards, and Work Design]* (Duodécima ed.). México: McGraw-Hill.
- Pérez, N., & Porras, N. (2014). *Entrevista de diagnóstico inicial*. Hospital Universitario Mayor Méderi:

Pérez, N. (2014). *Personal communication*. Bogotá:

Pinedo, M. (Ed.). (2008). *Scheduling: Theory, algorithms, and systems* (4th ed.) Prentice-Hall.

doi:978-1-4614-2361-4

Prieto, L. (Ed.). (2004). *Manual de procesos industriales Volumen 1* (1st ed.). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Quesada, E., & Tarquino, J. (2012). Análisis de la Percepción de Calidad en Salud, Aplicado al Hospital Universitario Mayor Méderi . Universidad del Rosario).

Reinertsen, J., Batalden, P., Nelson, E., Gardent, P., Godfrey, M., Weingart, S., Schall, M. (2005).

Optimizing patient flow by managing its variability. In Steven Berman, & Helen Fry (Eds.),

From front office to front line: Essential issues for health care leaders (1st ed., pp. 91-

100,101,106,108-110). U.S.A.: Joint Commission Resources.

Smith, C. D., Spackman, T., Brommer, K., Stewart, M. W., Vizzini, M., Frye, J., & Rupp, W. C.

(2013). *Re-engineering the operating room using variability methodology to improve health care value*. Journal of the American College of Surgeons, 216(4), 559-68; discussion 568-70.

doi:10.1016/j.jamcollsurg.2012.12.046; 10.1016/j.jamcollsurg.2012.12.046

Villalobos, J. (Ed.). (2009). *Matemática financiera* (3rd ed.) Prentice Hall.

ANEXO 1
 PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
 BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.
 ENTREGA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO

FACULTAD:

INGENIERIA

PROGRAMA:

INDUSTRIAL

FECHA DE ENTREGA:

15 DE DICIEMBRE DE 2014

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	TITULO DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO	NOMBRE DEL DIRECTOR	AÑO	Documentos adjuntos (Marque con x)		
					Anexo 2	Anexo 3	Carta de confidencia- lidad
ESTUPINAN GONZALEZ	ANA MARIA	ANALISIS DE LA VARIABILIDAD EN LA PROGRAMACION DE CIRUGIAS EN UN HOSPITAL DE NIVEL IV EN LA CIUDAD DE BOGOTA	DANIEL RICARDO SUAREZ VENEGAS	2014 - 3	X	X	
TORRES SANCHEZ	MARIA JULIANA	ANALISIS DE LA VARIABILIDAD EN LA PROGRAMACION DE CIRUGIAS EN UN HOSPITAL DE NIVEL IV EN LA CIUDAD DE BOGOTA	DANIEL RICARDO SUAREZ VENEGAS	2014 - 3	X	X	

DILIGENCIADO POR (Nombres y Apellidos):

CARGO:

FIRMA:

ANEXO 2

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES
(Licencia de uso)

Bogotá, D.C., 15 de Diciembre de 2014

Señores

Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J.
Pontificia Universidad Javeriana
Ciudad

Los suscritos:

<u>Ana María Estupiñán González</u>	, con C.C. No	<u>1020776675</u>
<u>María Juliana Torres Sánchez</u>	, con C.C. No	<u>1020772761</u>
	, con C.C. No	

En mi (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) de la obra titulada:

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD EN LA PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS EN UN HOSPITAL DE NIVEL IV
EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

(por favor señale con una "x" las opciones que apliquen)

Tesis doctoral Trabajo de grado Premio o distinción: Sí No

cual: MENCIÓN DE HONOR

presentado y aprobado en el año 2014, por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mi (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	x	
2. La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca)	x	
3. La consulta electrónica - on line (a través del catálogo Biblos y el Repositorio Institucional)	x	
4. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	x	
5. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	x	
6. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de

acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mí (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.


De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: Información Confidencial:

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

Si No

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta, tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
Ana María Estupiñán González	1020776675	
María Juliana Torres Sánchez	1020772761	

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO: INDUSTRIAL

ANEXO 3

**BIBLIOTECA ALFONSO BARRERO CABAL, S.J.
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO
FORMULARIO**

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS DOCTORAL O TRABAJO DE GRADO						
ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD EN LA PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS EN UN HOSPITAL DE NIVEL IV EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ						
SUBTÍTULO, SI LO TIENE						
AUTOR O AUTORES						
Apellidos Completos			Nombres Completos			
ESTUPIÑÁN GONZÁLEZ			ANA MARÍA			
TORRES SÁNCHEZ			MARÍA JULIANA			
DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO						
Apellidos Completos			Nombres Completos			
SUAREZ VENEGAS			DANIEL RICARDO			
FACULTAD						
INGENIERÍA						
PROGRAMA ACADÉMICO						
Tipo de programa (seleccione con "x")						
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado			
X						
Nombre del programa académico						
INDUSTRIAL						
Nombres y apellidos del director del programa académico						
OLGA LUCÍA ARAÓZ						
TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
INGENIERAS INDUSTRIALES						
PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):						
CIUDAD		AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			NÚMERO DE PÁGINAS	
BOGOTÁ		2014				
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		X				
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.						

MATERIAL ACOMPAÑANTE					
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO		
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro ¿Cuál?					
DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS					
Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. (En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo biblioteca@javeriana.edu.co , donde se les orientará).					
ESPAÑOL			INGLÉS		
Salas de Cirugía			Operating Rooms		
Programación Bin Packing			Bin Packing Algorithm		
Reglas de Despacho			Dispatching Rules		
RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p>Optimizar los recursos del servicio de salud y hospitales para mejorar cobertura y calidad del servicio bajo constantes recortes de presupuesto es un reto global. El Hospital Universitario Mayor Mederi (HUM) y su servicio de cirugías no son ajenos a esta problemática. El HUM, como estudios previos, ha identificado la programación de las cirugías como un factor clave para el buen desempeño del servicio. Actualmente, la programación es realizada manualmente y la ejecución de las cirugías tiene una gran variabilidad con respecto a la programación. Para evaluar el impacto de la variabilidad (artificial) introducida por una programación manual, este estudio compara la programación manual con la obtenida con un algoritmo automático y diferentes reglas de despacho. Se presenta la hipótesis que una programación automática puede (1) reducir la variabilidad diaria del servicio de cirugía, (2) aumentar la disponibilidad del servicio, y (3) mejorar el tiempo de oportunidad para una cirugía.</p> <p>La programación real realizada de forma manual para un mes (Mayo 2014) fue comparada con las generadas a partir del empleo de un algoritmo <i>Bin Packing</i> y dos reglas de despacho <i>Longest Processing Time (LPT)</i> y <i>Shortest Processing Time (SPT)</i>. Las programaciones obtenidas (escenario real, <i>SPT</i> y <i>LPT</i>) fueron evaluadas y comparadas por medio de la variabilidad diaria de pacientes, la disponibilidad del servicio, y el cambio en el tiempo de oportunidad.</p> <p>Con lo anterior, se encontró que con un algoritmo de programación empleado las reglas de despacho propuestas mejora la disponibilidad del servicio y el tiempo de oportunidad, sin embargo, también podrían aumentar la variabilidad del servicio de cirugía al programar la mayoría de cirugías al principio de la semana.</p>					