

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDADES DEL SERVICIO DE HOSPITALIZACIÓN EN UN HOSPITAL DE BOGOTÁ

METHODOLOGY FOR CAPACITY ANALYSIS OF THE HOSPITALIZATION SERVICE IN A BOGOTA HOSPITAL

Jair Báez Ardila ^a, Carlos Araujo Cortés ^b, Msc. Manuel Camacho ^c, Msc. Edgar Duarte ^d,
Alexander Naranjo ^e

^a Universidad Libre, Semillero Ingeniería y Sustentabilidad, Sede Bosque Popular, Bogotá,
Colombia, jaira.baeza@unilibrebog.edu.co

^b Universidad Libre, Semillero Ingeniería y Sustentabilidad, Sede Bosque Popular, Bogotá,
Colombia, carlosa.araujoc@unilibrebog.edu.co

^c Universidad Libre, Semillero Ingeniería y Sustentabilidad, Sede Bosque Popular, Bogotá,
Colombia, manuela.camachoo@unilibrebog.edu.co

^d Universidad Libre, Semillero Ingeniería y Sustentabilidad, Sede Bosque Popular, Bogotá,
Colombia, edgarl.duarte@unilibrebog.edu.co

^e Hospital Universitario De La Samaritana, Zona Sur, Bogotá, Colombia,
Alexander.naranjo@hus.org.co

Fecha de recepción: 29-04-2016

Fecha de aprobación: 05-05-2016

Resumen: El siguiente estudio presenta el desarrollo de una metodología para analizar la capacidad del servicio de hospitalización en un hospital de la ciudad de Bogotá, cuyo propósito es determinar estrategias sobre el uso eficiente del recurso camas. Se desarrolló un modelo de simulación discreta representando las demoras de las áreas asistenciales que más impactan en la prolongación de los tiempos de estadía de los pacientes y el alto porcentaje ocupacional de camas, posteriormente se realizó un análisis de sensibilidad con escenarios que plantearon diferentes usos sobre la capacidad y disminución en las demoras. Se concluye que la reducción de algunos tiempos administrativos impacta en la disminución de los tiempos de estadía pero inversiones económicas más grandes como la adición de camas y la adecuación de una nueva zona de descanso para el cuidado final del paciente, tendrían impactos más significativos en la descongestión de hospitalización.

Palabras clave: Tiempo de estadía, gestión de la capacidad, flujo de pacientes, simulación discreta, logística hospitalaria

Abstract: A discrete simulation model was developed, it represents the largest delays of the units which impact on the prolongation in the length of stay of the patients and the high occupational percentage of beds. Later a design of experiments was made by developing scenarios which suggests different uses in the capacity and reduction in delays. It concludes that the reduction in some administrative times reduces the length of stay but higher investments as the addition of beds and a new rest room to the final care of patients, have a higher impact in the fast flow of patients in hospitalization.

Keywords: Length of stay, capacity management, flow of patient, discrete simulation, hospital logistics.

1. INTRODUCCIÓN

Los hospitales públicos en Colombia, se ven abocados a enfrentar diferentes presiones que van desde el ser económicamente sostenibles, así como de responder de forma eficiente y con calidad a la creciente demanda de servicios de la población; lo anterior lleva a que el proceso de planeación de capacidades tome relevancia, dada la necesidad de determinar y asignar los recursos de forma más eficiente manteniendo altos niveles de servicio. Los hospitales públicos presentan una mayor demanda de servicios de salud que de capacidad disponible (Shahnaz Sharifi & Kianoush Saberi, 2014), por lo tanto, las decisiones que tienen que ver con la gestión de la capacidad, entendida como el proceso que permite la definición de los recursos requeridos para la “producción” de los servicios de salud, son para el caso de los hospitales de alta complejidad, un proceso que implica la determinación de las necesidades y asignación de recursos especializados y costosos como lo es el personal asistencial, los equipos, las medicinas, entre otros (Hans, Van

Houdenhoven, & Hulshof, 2012). De acuerdo a esto, las debilidades que tiene el desarrollo de los procesos planificación de la capacidad, a menudo resultan en pérdidas de capacidad de la disponibilidad de las camas, tiempos muertos de salas de operación, entre otros (Jan Vissers, 2005).

Barnes, Golden, & Price (2013) hacen énfasis en la necesidad de que los hospitales administren sus recursos físicos y humanos con el fin de conocer las necesidades de los pacientes. Además el equipo médico es un recurso crítico que debe ser altamente usado con el fin de no incurrir en costos de subutilización, sin embargo la escasez de los recursos puede llevar a generar cuellos de botella y largos tiempos de espera.

En la literatura se encuentran diferentes estudios que analizan la planificación de la capacidad de camas tanto para un solo hospital como para grupos de hospitales, las técnicas más usadas van desde la teoría de colas, la simulación y la programación matemática (Ben Abdelaziz & Masmoudi, 2012).

Los estudios realizados sobre la gestión de la capacidad en organizaciones de servicios de salud son muy pocos en el contexto colombiano, Sin embargo Zubieta, Barrera, Amaya, & Velasco (2008) proponen una metodología para calcular la capacidad de una clínica de Bogotá entendiendo el sistema hospitalario como procesos de producción de 6 servicios (Hospitalización, Urgencias, Radiología, Cirugía, Consulta Externa y Endoscopia.). A través del uso de la simulación se llega a la conclusión de que la capacidad de la clínica se encuentra subutilizada y una futura investigación podría ser un estudio de capacidad de personal.

Por otra parte para El Hospital Universitario de La Samaritana (HUS), hospitalización es un servicio neurálgico y sensible debido a la gran cantidad de pacientes que se atienden; durante el año 2014 se atendieron más de 21000 pacientes de diferentes grupos etarios y con diferentes complejidades . Lo anterior hace que la gestión de la capacidad se convierta en un proceso fundamental para satisfacer las necesidades de los pacientes y buscar una mejor utilización de los recursos.

Teniendo en cuenta lo anterior, una mala gestión de la capacidad en un hospital podría generar no sólo pérdidas económicas sino pérdidas humanas, lo que genera un alto riesgo de imagen. De acuerdo a esto se identificó que eventualmente el porcentaje ocupacional supera el 100% en distintas especialidades que componen el servicio por lo que uno de los recursos que más inciden en el

servicio del paciente es la cama, ya que es de vital importancia para el HUS mantener un porcentaje ocupacional de camas de tal manera que no se incurran en costos de subutilización pero que también se garantice su disponibilidad ante una subida espontánea de la demanda de pacientes. Entonces la presente metodología busca desarrollar un modelo de simulación para mejorar el uso de este recurso en pro del cuidado del paciente y por lo tanto se busca soportar las decisiones del hospital con una herramienta adecuada a su modelo de atención y que a su vez aporte estrategias que respondan a las necesidades del sector.

2. METODOLOGÍA

De acuerdo a los antecedentes revisados y la congestión permanente del servicio de hospitalización se planteó una metodología que paso a paso permitió identificar factores que incidían en la prolongación de los tiempos de estadía de los pacientes y en el porcentaje ocupacional de camas (relación entre el número de días de cama ocupados en un periodo determinado y el número de días de cama disponible en el mismo periodo). La metodología utilizada para el desarrollo del estudio se muestra en la figura 1 y se detalla a continuación.



Figura 1. Metodología establecida para el desarrollo del estudio
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las demoras identificadas en las diferentes áreas asistenciales en la figura 3 se representa el funcionamiento del servicio de hospitalización modelado. Se puede identificar que el recuadro L representa un arribo o llegada de un paciente al servicio de hospitalización, el recuadro A representa el tiempo de valor, es decir el tiempo en que en realidad el paciente debería ser atendido. Los recuadros B, C y D representan los tiempos muertos que más impactan en la prolongación de la estadía, es decir son tiempos ociosos. El recuadro B se refiere al tiempo que debe esperar un paciente de ortopedia para que el material de osteosíntesis esté disponible para someterse a un procedimiento quirúrgico. El recuadro C se refiere al tiempo que tienen que esperar los pacientes renales para que se les puedan realizar sus respectivos exámenes diagnósticos y el recuadro D representa la diferencia de tiempo entre una orden de egreso médica y la facturación de pago que se debe efectuar por los servicios prestados. Finalmente la línea que identifica el tiempo de estadía representa el tiempo en que un paciente ocupa una cama durante su estancia en el hospital.

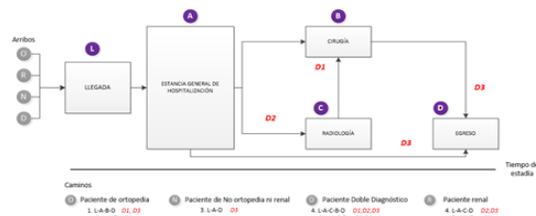


Figura 3. Esquematación del servicio de hospitalización para el modelado.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los tiempos muertos identificados se realizó una clasificación de pacientes que arriban al servicio, el grupo O corresponde a pacientes de ortopedia, el grupo R corresponde a pacientes renales, el grupo D corresponde a pacientes de doble diagnóstico, es decir con diagnóstico de ortopedia y renal y el grupo N al resto de diagnósticos. En el esquema se puede observar los caminos posibles para cada grupo de pacientes y de igual manera las demoras por las que pasan cada uno de estos.

2.3 Análisis de la información

De acuerdo a la esquematización planteada se establecen las variables a analizar antes de introducirlas al modelo de simulación. Las variables mostradas en la tabla 1 debieron ser representadas mediante distribuciones de probabilidad. Por otra parte otras variables como los tiempos muertos de los pacientes de ortopedia y los renales son ya conocidas por lo que se estableció un valor exacto para éstos.

Tabla 1. Variables a ser representadas por medio de distribuciones de probabilidad

Tipo de Paciente	Variable Arribos	Variable Tiempo Estadía	Variable Tiempo Facturación
Ortopedia	Arribos de pacientes de ortopedia	Tiempo estadía pacientes de ortopedia	Tiempo de Demora en Facturación de pacientes de Ortopedia
Renales	Arribos de pacientes renales	Tiempo estadía pacientes renales	Tiempo de Demora en Facturación de pacientes Renales

Otros diagnósticos	Arribos de pacientes con Otros diagnósticos	Tiempo estadía pacientes con Otros diagnósticos	Tiempo de Demora en Facturación de pacientes con Otros diagnósticos
Doble diagnóstico	Arribos de pacientes con doble diagnóstico	Tiempo estadía Pacientes con Doble diagnóstico	Tiempo de Demora en Facturación de pacientes con Doble diagnóstico

Fuente: Elaboración propia.

El análisis estadístico de entrada se realizó utilizando el software R, realizando así las pruebas estadísticas necesarias de cada una de las variables establecidas. En la figura 4 se presenta el proceso utilizado para el análisis de la información.

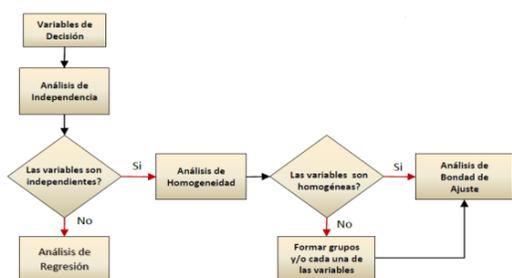


Figura 4. Proceso a seguir para el análisis de entrada.

(Herrera, O. Becerra, A.,2014

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de independencia se realizaron gráficos Box Plot y diagramas de barras con el fin de observar si las variables dependían del tiempo. Posteriormente se realizó el análisis de homogeneidad donde se utiliza la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis con el fin de determinar la similitud entre grupos. Después, como lo indica el flujograma, si las variables no eran homogéneas se procedía con la formación de nuevos grupos, finalmente los grupos ya establecidos se ajustaron a una distribución de probabilidad para posteriormente realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov y validar que los grupos realmente se ajustaban a la distribución. Para las pruebas realizadas se establece un nivel de significancia del 5%.

Por ejemplo con respecto al tiempo entre arribos de pacientes de Ortopedia se pudo ver que estos no dependen del día de la semana. En la figura 5 se presenta el gráfico box plot correspondiente a los tiempos entre arribos por día de la semana. Según la gráfica las medias por día son muy similares pero se encuentran varios puntos fuera de la caja lo que quiere decir que se presenta alta variabilidad entre el tiempo entre arribos.

Posterior a esto se realizaron gráficos QQ-plot para comparar los cuantiles de la distribución teórica con los de la muestra y así comprobar que no se comportan bajo una distribución normal, la figura 6 compara los cuantiles de la distribución normal con los del tiempo entre arribos para pacientes de Ortopedia, como se ve en la gráfica los tiempos no siguen una distribución normal.

Sabiendo que los datos no siguen una distribución normal se procedió a realizar la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis que determinó que las medianas de los datos son iguales. Realizado esto se introducen los datos al analizador del simulador y posteriormente se proceden con las pruebas de bondad y ajuste.

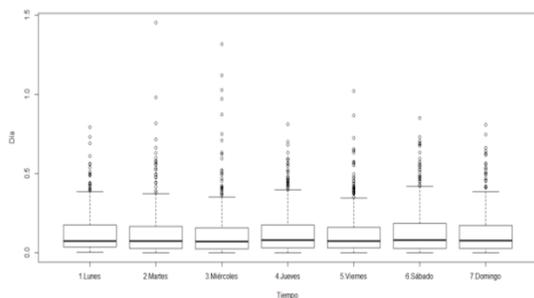


Figura 5. Tiempo entre arribos de pacientes de Ortopedia por día de la semana
Fuente: Elaboración propia.

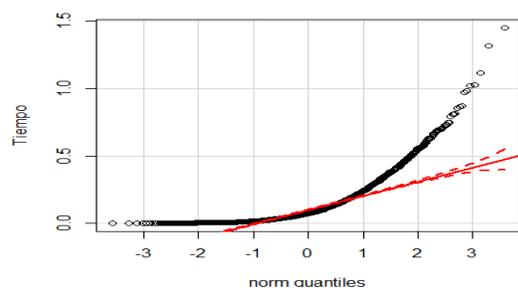


Figura 6. QQ-Plot para tiempo entre arribos de pacientes de Ortopedia
Fuente: Elaboración propia

2.3.1 Supuestos del modelo

Se excluyen del estudio los pacientes de neonatología ya que el uso de las camas es exclusivo, de igual forma no se tienen en cuenta las camas de este servicio, por tal razón se realiza el modelo con una capacidad de 200 camas disponibles al mes para los pacientes de hospitalización.

Debido a que tan solo se presentaron cinco arribos de pacientes de doble diagnóstico durante todo el año 2014 se excluye este tipo de pacientes del modelo. Por otra parte se supone un tiempo promedio de un día para la espera del material de osteosíntesis por parte de los pacientes de ortopedia en el servicio de cirugía, Además se supone un tiempo de 2.5 días para la espera en la atención de pacientes renales que no presentan la preparación requerida para realizar el examen diagnóstico en radiología

2.4 Desarrollo del modelo

El modelo de simulación discreta fue desarrollado en el software SIMIO. Se tiene en cuenta durante la ejecución que es un modelo continuo; es decir llegan pacientes durante cualquier hora del día. En la figura 7 se representa el sistema animado del servicio de hospitalización

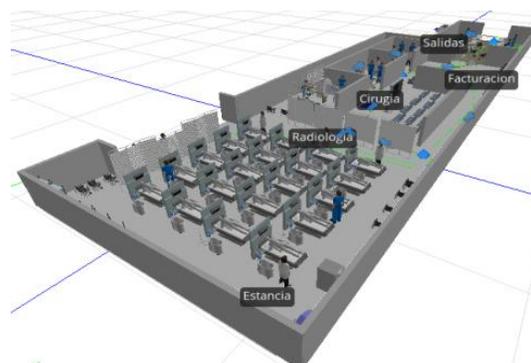


Figura 7. Representación animada del modelo de simulación
Fuente: Elaboración propia

2.5 Validación del modelo

Para validar el modelo fue necesario ejecutar varias réplicas de su funcionamiento hasta encontrar el estado donde las variables se estabilizaron. En la tabla 2 y 3 se presentan las medidas de desempeño obtenidas en el modelo y las medidas del sistema real.

Tabla 2. Medidas de desempeño del sistema real

Medida de desempeño	Media Sistema Real		
	Otros	Ortopedia	Renales
Tasa Salida	16555	2846	1667
Promedio estadía (días)	6.43	6.14	6.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Medidas de desempeño del modelo de simulación

Medida de desempeño	Media Modelo de simulación		
	Otros	Ortopedia	Renales
Tasa Salida	16546	2854	1646
Promedio estadía (días)	6.42	6.52	6.44

Fuente: Elaboración propia

Suponiendo la normalidad de los datos obtenidos, los resultados de las réplicas para cada medida fueron comparados con las medidas del sistema real mediante pruebas t. Para cada prueba realizada la hipótesis nula dice que todas las medias de las réplicas son iguales a la del sistema real, por el contrario la hipótesis alternativa plantea que las medias de todas las réplicas son diferentes a la del sistema real. Las pruebas concluyeron que el modelo de simulación representa el funcionamiento de hospitalización.

2.6. Análisis de escenarios

Teniendo en cuenta la congestión del servicio de hospitalización y las recomendaciones dadas por parte del HUS se plantean los siguientes cinco escenarios con el fin de medir el impacto que tienen sobre los tiempos de estadía de los pacientes y de igual forma sobre el porcentaje ocupacional de las camas.

1. En el primer escenario planteado se busca reducir la demora presentada en radiología para pacientes renales que necesitan de este servicio; ésto implica que se debe garantizar el personal necesario para la atención; disponibilidad de camilleros y radiólogos a cualquier hora del día con el fin de trasladar y preparar al paciente para el examen programado.

2. En el segundo escenario se busca reducir la demora presentada en cirugía, para pacientes ortopédicos que requieren material de osteosíntesis, lo que implica

garantizar un stock del material directamente en la farmacia del hospital que a su vez depende de tener información precisa para el pronóstico de la demanda.

3. Para el tercer escenario se plantea la creación de una nueva ala que remplace las camas por sillones de descanso mientras los procesos administrativos son cerrados, ésto implica la creación de un ala de 376 m² donde se localizarán los sillones. Para esto se tiene en cuenta el manual guía para el diseño arquitectónico de servicio de hospitalización desarrollado por la secretaria distrital de salud.

4. En el cuarto escenario se propone reducir el porcentaje ocupacional a un 89%, lo que implica que se tendrían 22 camas libres por mes y 8030 días cama disponible al año, que permitiría tener respuesta en términos del recurso frente a una subida repentina de la demanda de pacientes, este escenario implica que cada cama adicional debe estar ubicada en un ambiente destinado a la hospitalización del paciente, debe tener mínimo 16 m² y contar con unidad sanitaria completa.

5. Finalmente el último escenario pretende mezclar el tercer y cuarto escenario agregando 5 camas al servicio hospitalario y 10 camas al ala de descanso lo que implica la creación de 5 habitaciones bipersonales con un área libre mínima de 6 m² por cama y 94 m² para la atención de los paciente que ocuparan los sillones una vez tengan el alta médica.

En la tabla 4 se muestran los resultados de los diferentes escenarios.

Tabla 4. Comparación de las medidas de desempeño de cada uno de los escenarios planteados

Escenario	Estadía Ortopedia (días)	Estadía Renales (días)	Estadía Generales (días)	Ocupación de camas (%)
Modelo Simulación	6.53	6.44	6.43	98.23
Se omite Demora en radiología	6.53	6.44	6.43	98.23
Se omite Demoras en Ortopedia	6.44	6.43	6.46	98.23
Se adicionan 40 sillones	6.17	6.09	6.09	92.93
Se adicionan 20 camas	5.66	5.63	5.60	89.82
Se adicionan 5 camas y 10 sillones	5.68	5.66	5.66	96.36

Fuente: Elaboración propia

Para la validación se realizan pruebas t de medias con el fin de saber si cada uno de los escenarios impacta los tiempos de estadía de cada uno de los pacientes así como el porcentaje ocupacional de camas. En las figuras 8, 9, 10 y 11 se presentan los promedios de estancia por paciente y el porcentaje ocupacional de camas en cada uno de los escenarios evaluados.

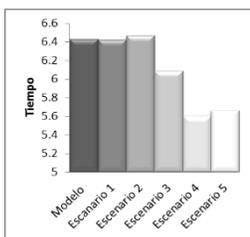


Figura 8. Promedio de estadía de pacientes Generales por escenario

Fuente: Elaboración propia

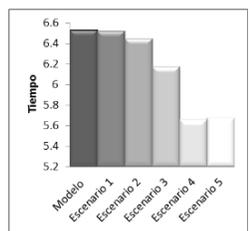


Figura 9. Promedio de estadía de pacientes Ortopedia por escenario

Fuente: Elaboración propia

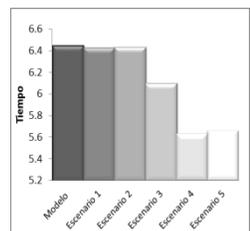


Figura 10. Promedio de estadía de pacientes Renales por escenario

Fuente: Elaboración propia

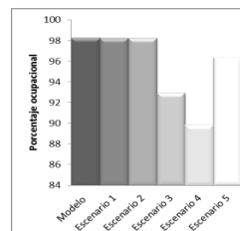


Figura 11. Porcentaje ocupacional de camas por escenario

Fuente: Elaboración propia

3.

RESULTADOS

Para el hospital es sumamente importante saber tomar decisiones de acuerdo con los recursos limitados que se tienen y de igual forma la alta demanda presentada, es por eso que se analizó el impacto que tendría si se omitieran tiempos muertos que no implican grandes inversiones de infraestructura. Sin embargo como se reflejó en los resultados, los cambios propuestos en los escenarios uno y dos no impactan los promedios de estancia, pero el escenario tres donde se plantea al hospital el establecimiento de una nueva ala de descanso para que los pacientes sean atendidos sin necesidad del uso de una cama mientras los procesos administrativos son cerrados resulta factible. Esta nueva ala podría contar con cuarenta sillones de descanso adecuados para el cuidado final del paciente. Con esta medida los tiempos

muerdos en el hospital se reducirían en promedio un 5.38 % haciendo que la atención sea más rápida para el paciente. De igual forma, el porcentaje ocupacional de camas disminuye en un 5%. Esto representa una medida positiva para el cuidado del paciente y para la ocupación del sistema ya que de esta manera se tendrá más capacidad frente a una subida repentina en la demanda. El escenario cuatro plantea la adición de 20 camas a las 200 que ya se presentan, el impacto de esta medida es mucho mayor que el de la anterior debido a que se plantea la adición de la capacidad en el tiempo de valor que representa la mayor parte de la estancia. Con este escenario, el porcentaje ocupacional de camas se reduce al 89% y los tiempos de estadía en un 13% en promedio. De acuerdo con los resultados, el escenario donde se adicionan 5 camas y 10 sillones de descanso es el que más conviene al hospital porque permite descongestionar hospitalización en un 2% sin hacer grandes cambios en la infraestructura y además de esto mejorando el nivel del servicio.

4. CONCLUSIONES

La investigación permite establecer que para el logro de resultados valiosos utilizando este tipo de metodologías, las instituciones hospitalarias deben contar con procesos de gestión de información estadística conducentes a obtener datos confiables y actualizados sobre las operaciones. La identificación, cuantificación y gestión de demoras debe constituirse en una meta organizacional para apoyar la toma de decisiones.

Como continuación a este estudio se recomienda el desarrollo de estudios de factibilidad económica de las propuestas planteadas con el fin de establecer su impacto en términos financieros. Se espera que futuras investigaciones permitan replicar la metodología utilizada en otro tipo de instituciones (públicas y privadas) de distinto nivel que permitan establecer estándares acerca de las mejores prácticas en términos de gestión de capacidad.

5. BIBLIOGRAFÍA

Shahnaz S, Kianoush S. (2014). Capacity planning in hospital management: an overview. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 4(2), 515–521.

Hans, E., Van Houdenhoven, M., & Hulshof, P. (2012). *Handbook of Healthcare System Scheduling*. Springer.

Jan Vissers. (2005). *Aggregate hospital production and capacity planning*. *Health Operations Management. Patient flow logistics in health care*, 345.

Acerca del hospital universitario la Samaritana, (<http://www.hus.org.co>)

Barnes S, Golden B, Price S. (2013) *Applications of Agent-Based Modeling and Simulation to Healthcare Operations*, Denton, Brian editor. Ed. New York: Springer Science + Business Media. 45-74.

Ben Abdelaziz, F., & Masmoudi, M. (2012). A multiobjective stochastic program for hospital bed planning. *The Journal of the Operational Research Society*, 63(4), 530–538.

Sánchez, V; Ayala, V; Amaya, C; Velasco, N. “Estudio de la capacidad instalada y la asignación de camas en el proceso de hospitalización de una clínica privada en Bogotá”. (<http://loghos.uniandes.edu.co>)

Herrera, O; Becerra, A. “Diseño General de las Etapas de Simulación de Procesos con Énfasis en el Análisis de Entrada” (<http://www.laccei.org/>)

Secretaria Distrital de Salud D.C. “Dirección de desarrollo de servicios de salud área de análisis y políticas de servicios de salud plan maestro de equipamientos de salud” (<http://www.saludcapital.gov.co>)