

PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA EN EL SISTEMA
DE URGENCIAS DEL HOSPITAL SANTA MATILDE EN MADRID
CUNDINAMARCA

ADRIANA YIBETH ALARCÓN INFANTE
WILLIAM SEBASTIÁN CALDERÓN QUINTERO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SEDE PRINCIPAL
BOGOTÁ D.C
2020

PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA EN EL SISTEMA
DE URGENCIAS DEL HOSPITAL SANTA MATILDE EN MADRID
CUNDINAMARCA

ADRIANA YIBETH ALARCÓN INFANTE
WILLIAM SEBASTIÁN CALDERÓN QUINTERO

Proyecto de investigación para optar por el título de ingeniería industrial

DIRECTOR
Ing. Jairo Antonio Preciado López

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SEDE PRINCIPAL
BOGOTÁ
2020

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C. 30 de junio del 2020

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedicamos con amor y agradecimiento a nuestras familias, especialmente a nuestras madres y padres, quienes con esfuerzo apoyaron nuestro crecimiento profesional como ingenieros industriales y con esmero nos brindaron los recursos necesarios para lograr ser quienes somos hoy en días, además por enseñarnos a ser responsables, perseverantes y optimistas, valores sin los cuales no estaríamos hoy aquí.

Queremos también dedicar este proyecto a todos nuestros compañeros y docentes quienes apoyaron este proceso y nos brindaron sus conocimientos, ideas y ayuda en el trayecto de nuestra carrera profesional, en un aprendizaje mutuo y lleno de experiencias enriquecedores que nunca olvidaremos.

AGRADECIMIENTOS

Con aprecio y respeto agradecemos ampliamente a la Universidad Santo Tomás de Aquino por darnos la bienvenida a un espacio diferente, nuevo y agradable en el cual pudimos crecer como profesionales durante más de cuatro años.

A todos nuestros docentes en especial a los ingenieros Jairo Preciado, Oscar Gelves, Magda Monroy, Elisa Navarro y Alexis Navas, quienes día a día nos brindaron el conocimiento suficiente para poder desarrollar este proyecto, y quienes tanto en el aula como fuera de esta, nos impulsaron a seguir y amar nuestra carrera.

Al Hospital Santa Matilde de Madrid y sus trabajadores, quienes muy cordial y amablemente nos recibieron y nos permitieron desarrollar este proyecto en sus instalaciones.

Finalmente agradecemos a nuestra compañera Natalia Cruz quien estuvo junto a nosotros durante todo el desarrollo del proyecto y la carrera, alentándonos a dar lo mejor de nosotros y generar una propuesta digna de un ingeniero industrial de la Universidad Santo Tomás.

~~Tabla de Contenido~~

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	17
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
3. JUSTIFICACIÓN.....	19
4. ALCANCE	21
4.1. ESPACIO.....	21
4.2. TEMÁTICA.....	21
5. MARCO REFERENCIAL.....	22
5.1 MARCO CONCEPTUAL.....	22
5.1.1 Simulación modelo de casos discretos.....	22
5.1.2 Total quality management	22
5.2 MARCO NORMATIVO.....	23
5.2.1 Los hospitales.	23
5.2.2 El triage y su clasificación	23
5.3 Estado del Arte	24

5.3.1 Duración de la estancia hospitalaria.....	24
5.3.2 Tiempo de espera para cirugías y diagnósticos.	25
5.3.3 Metodología lean manufacturing en los hospitales.....	26
5.3.4 Gestión de atención hospitalaria aplicando la teoría de colas.....	27
5.3.5 Optimización en urgencias simulando sucesos discretos.....	28
5.3.6 Simulación en el área de urgencias	30
5.3.7 Modelo fisiológico en el servicio de urgencias.....	32
6. MARCO METODOLÓGICO	33
6.1 Tipo de Investigación.....	33
6.2 Hipótesis.....	33
6.3 Diseño de Investigación.....	33
6.4 Población y Muestra	33
6.4.1 Población.....	33
6.4.2 Diseño de la muestra.....	34
6.5 Fuentes y Técnicas de Recolección y Análisis de Información	35
7. CRONOGRAMA	36
8. COSTOS.....	38
9. DESARROLLO DEL PROYECTO	39
9.1 Cálculo de la Capacidad del Hospital	39
9.1.1 Toma de datos y análisis inicial.....	39
9.1.2 Pruebas estadísticas del sistema	40
9.1.3. Simulación.....	43
9.1.4 Capacidad, eficiencia y tiempos de espera	48
9.1.4.1. Capacidad	48
9.1.4.2 Eficiencia.....	49

9.3.2.4 Ingresos indirectos y beneficios no cuantificables.....	69
9.3.2.5 Fuentes de financiamiento	69
9.3.2.6 Conclusión del estudio económico	69
9.3.3 Estudio financiero	69
9.3.3.1 Costos y gastos proyectados	69
9.3.3.1 VAN social.....	71
9.3.3.2 TIR social	72
10. CONCLUSIONES	74
11. BIBLIOGRAFÍA.....	75
12. ANEXOS.....	80

Tabla de Figuras

Figura 1. Tiempo de atención frente a la hora.....	40
Figura 2. Tiempos entre llegadas frente a la hora.....	40
Figura 3. Distribuciones para tiempos de servicio.....	41
Figura 4. Gráfico de densidad tiempos de servicio	41
Figura 5. Gráfico de parámetros de función Weibull	42
Figura 6. Distribuciones para tiempos entre llegadas	42
Figura 7. Gráfico de densidad tiempos entre llegadas	42
Figura 8. Parámetros distribución Beta	43
Figura 9. Plano área de urgencias del hospital	43
Figura 10. Representación del área de urgencias en flexsim	44
Figura 11. Algoritmo Process Flow	46
Figura 12. Sala de espera en funcionamiento.....	46
Figura 13. Consultorios en funcionamiento.....	47
Figura 14. Salida de pacientes del sistema.....	48
Figura 15. Utilización de los médicos.....	49
Figura 16. Tiempo de espera vs hora	50
Figura 17. Nuevos parámetros de la función Weibull.....	60
Figura 18. Tiempos de atención con mejoras	60
Figura 19. Salida de pacientes con mejoras	61
Figura 20. Utilización de médicos con mejora.....	62
Figura 21. Tiempos de espera con mejora.....	63

Lista de Tablas

Tabla 1. Datos del Tamaño de la Muestra	34
Tabla 2. Cronograma de Actividades.....	36
Tabla 3. Costos.....	38
Tabla 4. Identificación de Mudras en el proceso Lean	52
Tabla 5. Estrategia 5's	54
Tabla 6. Plantilla de revisión KPI's.....	56
Tabla 7. Plantilla de Gestión de KPI's Desfavorables	58
Tabla 8. Materiales e Insumos	64
Tabla 9. Especificaciones del personal.....	65
Tabla 10. Costos y Gastos.....	67
Tabla 11. Presupuesto.....	68
Tabla 12. Depreciación de activos fijos.....	68
Tabla 13. Costos Proyectados	70
Tabla 14. VAN Social	72
Tabla 15. TIR Social	73

RESUMEN

Este proyecto de investigación cuyo objetivo es generar una propuesta de mejora que permita gestionar de manera adecuada los tiempos de espera en el sistema de urgencias del Hospital Santa Matilde en Madrid Cundinamarca, se presenta como un proyecto viable que establece una propuesta basada en el uso de herramientas de calidad como lo son el Lean Service, el Just in Time, las 5's, Sistema Kaizen y los KPI's, para controlar una oportunidad de mejora detectada en al área de urgencias relacionada con los largos tiempos de espera, esto se determinó mediante la toma y el análisis de datos de tiempos de atención y tiempos entre llegadas de pacientes. A partir de los datos se generó una simulación de la atención mediante el software FlexSim para determinar el comportamiento del sistema y poder establecer qué espacios analizar para la definición de las propuestas de mejora. La propuesta se realizó buscando reducir los costos con referencia a tener que contratar otro médico, por tanto, se aprovechó el recurso disponible y se definió el camino a seguir para la implementación de la propuesta. Se realizó una simulación nuevamente, la cual mostró un cambio positivo en los tiempos de espera respecto al sistema normal, finalmente se evaluó el proyecto técnica, económica y financieramente y se obtuvo mediante la TIR que el proyecto es viable para su implementación.

Palabras Claves: Tiempos de Espera, Simulación, Gestión de la Calidad Total.

ABSTRACT

The present research project whose objective is to generate a proposal for improvement that allows to adequately manage waiting times in the emergency system of the Santa Matilde Hospital in Madrid Cundinamarca, is presented as a viable project that establishes a proposal based on the use of total quality tools such as the Lean Service, the Just in Time, the 5's, the Kaizen System and the KPI's, to control an opportunity for improvement detected in the emergency area related to long waiting times, this was determined by a data collection and analysis of service times and times between patient arrivals. A simulation of care was generated using the FlexSim software to determine the behavior of the system and to establish which spaces to analyze for the definition of improvement proposals. The proposal was made seeking to reduce costs with reference of having to hire another doctor, therefore, the available resource was used and the way for the implementation of the proposal was defined. A simulation was carried out again, which showed a positive change in waiting times compared to the normal system. Finally, the project was evaluated technically, economically, and financially, and it was obtained through the TIR(IRR) that the project is viable for its implementation.

Key Words: Wait Times, Simulation, Total Quality Management.

INTRODUCCIÓN

El Servicio de Salud es un derecho fundamental de todos los colombianos, el cual debe de ser de calidad y óptimo en las diferentes áreas de prestación de servicio médicos de los hospitales, pero desafortunadamente se ha visto que los servicios que se presenta en estos lugares no son los mejores, ya que se evidencian amplios lapsos de tiempo en la atención a los pacientes lo que conlleva a que se generen largas filas, esto provoca insatisfacción en quienes toman el servicio, pues no son atendidos oportunamente. Varias de las investigaciones que se han realizado respecto a los tiempos que tienen que esperar los pacientes para ser atendidos en un hospital se han tenido en cuenta herramientas que ayudan a que en los hospitales se mejore el servicio, haciéndolos más productivos y así mismo generando un servicio de alta calidad para los pacientes.

Una de las herramientas que ayuda a identificar la situación actual de un proceso para posteriormente realizar mejoras es la simulación, donde por medio de un software permite la manipulación de distintas variables que están relacionadas con el tiempo y representa una serie de eventos que se encuentran en un proceso, sirviendo como apoyo para la toma de decisiones en cuanto a mejorar la calidad, en este caso de un servicio, estas herramientas permiten una aproximación a la realidad teniendo en cuenta distintos datos e información suministrada al software, tiene también la posibilidad de analizar las posibles causas por las que se generan largas colas al momento de ofrecer y/o recibir un servicio. (Rodríguez, 2018).

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La prestación de servicios de salud en Colombia se encuentra reglamentada por la “Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud”, la cual da cumplimiento a lo que establece la Ley 1122 de 2017, la cual tiene como fin asegurar la calidad y el acceso al servicio de salud haciendo uso óptimo de los recursos, además, que la atención esté enfocada a ser rápida y oportuna para los usuarios o pacientes y generar sostenibilidad financiera a la institución (Ministerio de Salud, 2019).

Por causa de las saturaciones en urgencias y por medio de la Resolución 5596 del 24 de diciembre de 2015 del Ministerio de salud y la Protección social establece 5 niveles del Triage donde se define el nivel o el grado de riesgo en el que se encuentra el paciente y así mismo darle prioridad para ser atendido en el menor tiempo posible, hay que tener en cuenta que el Triage se realiza al momento de que el paciente ingresa al servicio de urgencias y es la que permite la identificación del nivel de riesgo que tiene el paciente, por lo tanto este no debe considerarse como un medio para negarle la atención a los pacientes, pues es un mecanismo basado en los requerimientos y/o condiciones del paciente y los bienes o recursos que se tienen para satisfacer las necesidades de este, (Ministerio de salud, 2019) incluso la Ley Estatutaria 1751 de 2015 establece que está prohibida totalmente la negación de acceder al servicio de urgencias (Ley 1751, 2015).

Según el boletín de prensa No 088 de 2019 del ministerio de salud y protección social, se ha informado que los servicios de urgencias son usados por pacientes que pueden ser tratados por medio de otros servicios diferentes a este, en el servicio de urgencias se ha identificado que existe un nivel muy alto de ocupación de espacio, generando congestiones y mayor tiempo de espera en la atención de los pacientes que son de alta prioridad y también de los que no tienen gran riesgo, esto hace que se pierda la oportunidad de atender a las personas que realmente

necesitan del servicio (Ministerio de Salud, 2019). Adicionalmente Luis Morales, secretario distrital, expone que la creación de redes de integración del servicio y también de los Centros de Atención prioritaria en la salud son estrategias que permiten reducir las demoras en el servicio (Ministerio de Salud, 2019).

Las Políticas Nacionales de Prestación de Servicios de Salud se encargan de la optimización de los recursos y la calidad en el servicio que se presta en los hospitales, no obstante, se encuentran problemáticas hospitalarias en el servicio de atención por causas del antiguo y vigente sistema de seguridad social, como puede ser la baja capacidad de actualización en cuanto a recursos humanos, infraestructura, tecnología, la poca flexibilidad del régimen que obstaculiza la adaptación de la instalaciones, la falta de un sistema de información integral en salud. También existen problemáticas emergentes causa de las nuevas condiciones del sistema de salud en Colombia como la falta de incentivos, el direccionamiento, la articulación de la oferta y las contradicciones que se identifican en la relación entre las aseguradoras y las prestadoras del servicio, todas estas causas el correcto rendimiento del servicio (Ministerio de Salud, 2019).

En este caso en el servicio de urgencias que se ofrece en el Hospital Santa Matilde de Madrid Cundinamarca, se encuentran demoras en la atención debido a la demanda de pacientes y la insuficiente capacidad del hospital para suplir completamente las necesidades de cada uno de los pacientes, esto conlleva a que haya desacuerdo e inconformidades con el servicio.

Se pretende conocer las variables que ocasionan los retrasos en la atención y que generan una baja eficiencia del servicio, conociendo la capacidad actual con la que se cuenta en el área de atención de urgencias se pueden generar que ayuden a contrarrestar las deficiencias en el servicio, para esto se plantea la pregunta ¿Como se pueden gestionar los tiempos de espera en el sistema de urgencias del hospital Santa Matilde para beneficiar a los pacientes y al hospital?

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Como se pueden gestionar los tiempos de espera en el sistema de urgencias del hospital Santa Matilde para beneficiar a los pacientes y al hospital?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

Para dar solución a la pregunta ¿Como se pueden gestionar los tiempos de espera en el sistema de urgencias del hospital Santa Matilde para beneficiar a los pacientes y al hospital? se definieron diferentes interrogantes que apoyarán el proceso de investigación las cuales son: ¿Cómo es el proceso actual de atención en urgencias en el hospital?; ¿Qué problemas se identifican en el servicio de urgencias?; ¿Cuál es la situación actual en el área de urgencias?; ¿en qué afectan los largos tiempos de espera en el servicio de urgencias?; ¿qué herramientas permiten la mejora de la atención al usuario?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar la propuesta de un modelo que permita la gestión de tiempos de espera en el sistema de atención en urgencias del Hospital Santa Matilde.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Diagnosticar el sistema actual en el área de atención en urgencias.
2. Definir la propuesta de mejora mediante el uso de herramientas aplicables a gestión de tiempos.
3. Determinar la viabilidad técnica, económica y financiera de la propuesta definida para la mejora.

3. JUSTIFICACIÓN

El hospital Santa Matilde es el único hospital con el que cuenta actualmente el municipio de Madrid Cundinamarca, por lo que su responsabilidad es atender a toda la población en diferentes áreas como consulta externa y atención en urgencias. Según la proyección del DANE en el 2018 el municipio cuenta con una población de 114.250 habitantes (Concejo Municipal de Madrid, 2018). Esto conlleva a que el lugar maneje un alto flujo de personas y que las tareas se incrementen a un nivel en el cual se descuida un poco la adecuada gestión hospitalaria para brindar un servicio óptimo a los usuarios. Siendo la salud una de las necesidades básicas del ser humano es necesaria toda actividad en pro de mejorar la gestión actual del hospital Santa Matilde.

Una de las áreas más importantes de este centro de salud es el área de atención en urgencias, de la cual depende básicamente la salud de quienes asisten a ella, y aunque el personal se encuentra capacitado para las atenciones, los tiempos de espera también juegan un papel importante en la adecuada atención. Existen muchos factores que influyen en que tome varios minutos o incluso horas atender a los pacientes de las diferentes prioridades, como lo son el volumen de personas que llegan o el nivel de riesgo que presenta la persona que toma el servicio, generando finalmente la prestación de un servicio de baja calidad.

Son los tiempos de espera una de las problemáticas más visibles en el hospital Santa Matilde en Madrid Cundinamarca, y desde la ingeniería industrial existen varias herramientas que se pueden implementar para mejorar la gestión de estos tiempos, es necesario buscar un modelo que se adecue a la situación actual del sistema de urgencias y que busque la manera de gestionar el servicio. Este proyecto se realiza debido a que desde la perspectiva ético-práctica se vio la necesidad de preocuparse por brindar herramientas que permitan que a los habitantes de Madrid se les brinde un servicio óptimo y en un tiempo justo, pues lo

importante es su salud, eso debe reflejarse en una adecuada administración de atención digna de sus habitantes.

4. ALCANCE

4.1. ESPACIO

La propuesta para la gestión de tiempos se realizará en el municipio de Madrid en el Hospital Santa Matilde.

4.2. TEMÁTICA

Este proyecto tiene como fin generar una propuesta para la gestión de tiempos en la atención en el área de urgencias del hospital. El cual consiste en el diagnóstico actual del sistema, donde se encontrará la simulación del área de urgencias del hospital, junto con el plano y los procesos que se realizan en el hospital, luego del diagnóstico se generan las propuestas de mejora y se define la viabilidad financiera y económica del proyecto.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 Simulación modelo de casos discretos

Una simulación de sistemas es un modelo manipulable por medio de un software al que se le suministra gran información relevante del proceso y así este poder brindar resultados numéricos, este modelo se evalúa en intervalos de tiempo importantes para cada experimento, además de proporcionar datos que permitan la optimizar el comportamiento de algún modelo. (Barceló, 1996) La simulación de casos o eventos discretos por medio de herramientas de análisis permite representar en secuencia una serie de eventos, que son de apoyo en cuanto a la generación de fenómenos que enfrentan los procesos productivos de una organización, y asimismo servir como apoyo toma de decisiones en cuanto a los métodos de atención al usuario, la producción y los inventarios. El sistema de casos discretos tiene como fin identificar un sistema donde los eventos o los casos surgen en un espacio de tiempo los cuales se encuentran sujetos a distintas variaciones, teniendo en cuenta los diferentes eventos como lo pueden ser los de entrada y salida, además hay que tener en cuenta que las variables de los datos o eventos discretos cambian en determinados tiempos equiespaciados y el tiempo sobrante permanece constante. (Moraleda., y Villalba, 2013).

5.1.2 Total quality management

La gestión de la calidad total es una filosofía que busca incorporar la implementación de herramientas de calidad a todos los procesos de una organización o a todas las actividades de un proyecto, este enfoque integra masivamente a cada uno de los actores que tienen que ver con los productos o servicios, junto con diferentes técnicas. El TQM tiene un motor fundamental que es el enfoque al cliente, pero también se caracteriza por sus métodos de medición, revisión, control, el enfoque al grupo, a la continua capacitación y el apoyo de la dirección.

El TQM es importante debido a que genera varios beneficios para las empresas y proyectos, como la reducción de costos, el posicionamiento en el mercado, mejor imagen de la organización, integración internacional y cumplimiento de normas, es por ello que ha sido usado en campos como la marina, las empresas de producción, los proyectos sociales, entre otros (Carro y González, 2012).

5.2 MARCO NORMATIVO

5.2.1 Los hospitales.

Tienen el fin de preservar las condiciones físicas de las personas al igual de salvaguardar la vida de estas. Este debe de estar dotado de recursos, dispositivos y elementos que contribuyan a mejorar la salud integral de los pacientes, en los distintos ámbitos de la salud como lo pueden ser la rehabilitación, recuperación y prevención de enfermedades. (Malagón., Galán., y Ponton., 2008, pág 13). En los hospitales se encuentra un área que está específicamente encargada de atender a los pacientes que llegan de urgencias ya sea porque tienen un nivel de riesgo bajo o muy alto, el cual puede estar afectando su salud gravemente y en muchas ocasiones se presentan demoras que afectan aún más su estado ya que se encuentran atendiendo casos inadecuados o que no requieren de atención prioritaria, por la cual hay una saturación en el servicio que afecta a cada uno de los pacientes, por esto se creó un método llamado Triage.

5.2.2 El triage y su clasificación

El método Triage inició desde la década de 1990, el cual permite clasificar a los pacientes que necesitan del servicio de urgencias según el nivel o grado de riesgo en el que se encuentra, (López., Montiel., y Licon., 2006) existen 5 niveles para identificarlos, los cuales son: Nivel I los que requieren de intervención inmediata ya sea que necesiten de resucitación u otro tipo de atención similar. Nivel II para los pacientes que deben de ser tratados dentro de 15 minutos como máximo y de no ser así pueden causar riesgos para la vida o disfunciones orgánicas. Nivel III

requiere de atención en máximo 30 minutos son paciente que requieren de múltiples exploraciones terapéuticas o diagnósticas. Nivel IV son situaciones que no requieren de gran urgencia y solo hace falta de una exploración terapéutica o diagnóstica. Nivel V se encuentran los pacientes que no requieren de ningún tipo de intervención urgente, los cuales tienen un tiempo promedio de 4 horas para brindarles la atención necesaria; pero aun así con este método se sigue presentando retrasos en la atención, generando largas filas y generando la insatisfacción de los pacientes (Ministerio de salud, 2019).

5.3 ESTADO DEL ARTE

5.3.1 Duración de la estancia hospitalaria.

En Colombia se encuentra una gran diferencia en los servicios de salud entre la demanda y la oferta, ya que se encuentra una mayor cantidad de pacientes y poca capacidad de por parte de los hospitales para satisfacer la demanda y esta desproporción hace que se saturen las salas generando retrasos y/o demoras a la hora de atender a un paciente, lo que genera una insatisfacción en los pacientes, ya que estos retrasos les puede generar que el problema por el cual accedieron al servicio aumente y pueda llegar a ocasionar una gravedad en el paciente, pero no solo el paciente es el afectado, sino también los hospitales ya que se generan mayores costos en cuanto a la atención del usuario y el uso inadecuado de los recursos. Los factores que influyen notablemente en la estadía hospitalaria son por causa de la administración por no haber una comunicación ni tiempo eficiente al dar respuesta o aceptar algún tratamiento, ya sea al momento de avalar alguna cirugía o algún diagnóstico, los pacientes quienes acuden al sistema de urgencias por una falsa alarma generando que el paciente que realmente lo necesita se demore más en ser atendido, los que ofrecen el servicio de salud generando demoras en la entrada y salida de los pacientes ya sea por falencias en los diagnósticos o por cualquier otra causa y las entidades relacionadas (Ceballos., Velásquez., Posada., 2014).

Se plantean diferentes metodologías que tienen como fin mejorar la eficiencia en el sistema hospitalario, las cuales son la reingeniería, donde se rediseñan los procesos para obtener mejoras, la simulación de eventos discretos, el modelo de Markov, por medio de este se estudia la evolución de los procesos con respecto al tiempo, entre otro. Con estos medios aplicados a diferentes hospitales se logra identificar por medio de simulaciones la calidad y eficiencia de los servicios y con estos datos tomar decisiones al respecto, con el fin de mejorar en la atención de los pacientes y obtener beneficios para ambas partes (Ceballos., Velásquez., Posada., 2014).

5.3.2 Tiempo de espera para cirugías y diagnósticos.

Al momento de prestar el servicio de salud se encuentran diferentes desafíos a los que se tienen que enfrentar los sistemas de salud para brindar una mejor calidad en la atención, teniendo en cuenta que los tiempos prolongados que tienen que esperar los pacientes son un eje para que el sistema de salud sea considerado como malo, o no óptimo. Teniendo en cuenta algunos de los hospitales de México, donde se midieron los tiempos de espera de los pacientes, teniendo en cuenta la historia clínica de los pacientes que cumplan con los requerimientos o sea pacientes que se encuentran en espera de cirugías o diagnósticos clínicos, los tiempos se tomaron primero cuando el paciente ingresa al lugar y tiene contacto con el especialista, luego cuando el paciente ingresa a consulta y finalmente el tiempo que se demora en la ejecución del proceso que se requiere según el paciente. Posteriormente con los tiempos de espera obtenidos entre diferentes instituciones se obtuvo una gran diferencia, en cuanto a la cantidad de salidas y entradas de pacientes, en la asignación de quirófanos y la espera para los diagnósticos, ya que se evidencia una gran demanda de pacientes y poco o una deficiente oferta dentro el área de urgencias (Contreras., Gómez., Puentes., Garrido., Castro., y Fajardo., 2015).

En la evaluación se identifican limitaciones en cuanto a que no se evidencia la muestra aleatoria de todos los pacientes que asisten a los hospitales, además de que en algunos de los hospitales la demanda de pacientes era baja, por lo cual no era suficiente información para observar la diferencia de los tiempos, pero también se identificaron oportunidades que permitían distribuir la demanda y no sobresaturar una zona en específico, sino que se distribuyen los pacientes de una forma adecuada, para satisfacer las necesidades y lograr obtener una mejor calidad y eficiencia en el servicio (Contreras., Gómez., Puentes., Garrido., Castro., y Fajardo., 2015).

5.3.3 Metodología lean manufacturing en los hospitales

El lean Manufacturing es una metodología que permite la mejora continua, donde su principal función es evitar las esperas, los desperdicios, el exceso de movimientos, inventarios, entre otros que son generados al realizar alguna actividad o proceso, la implementación de esta metodología permite hacer los procesos con mejor calidad y supliendo las necesidades de los pacientes (Martínez., Martínez., Cavazos., y Nuño., 2016). Según estudios realizados internacionalmente se ha identificado que el área de urgencias tiene un servicio poco eficiente, por lo cual deben de realizarse mejoras eliminando las barreras que no permiten que los pacientes tengan la atención que requieren.

Por consiguiente la implementación de Lean Manufacturing busca reducir las demoras o los tiempos que tienen que esperar los pacientes para ser atendidos acortando los tiempos en algunos procesos como en el Triage, realizando un rediseño del área, entre otros, para esto se deben de tener en cuenta tres etapas como el estado actual del proceso, las causas de las demoras y posteriormente se plantan o implementan las mejoras que le agreguen valor al proceso (Martínez., Martínez., Cavazos., y Nuño., 2016).

Adicionalmente hay que tener en cuenta que la demanda de los pacientes varía dependiendo de la época del año y analizando los datos que se recolectan del proceso se identifica el porqué de los retrasos y las largas filas que se encuentran en el área de urgencias, para posteriormente implementar la metodología Lean Manufacturing y así mismo reducir el flujo de los pacientes, teniendo en cuenta otros aspectos como la comunicación e interacción entre el personal (Sirvent., Gil., Álvarez., Martin., Vila., Colomer., y Metje., 2016).

5.3.4 Gestión de atención hospitalaria aplicando la teoría de colas

La teoría de colas permite hacer un análisis riguroso de los tiempos de atención de una hospital que puede ser aplicable a las consultas externas y permite también proponer herramientas para reducir las colas de espera, en Guayaquil se hizo un estudio para reducir los tiempos de espera aplicando la teoría de colas y la lógica difusa, este estudio se hizo a través de la toma de tiempos teniendo en cuenta las variables lingüísticas y también reglas difusas y así finalmente se obtuvo una muestra de los tiempos de espera representada por el sistema de la teoría aplicada; el estudio concluyó con que las largas colas se generan debido a la alta demanda que se tiene en el hospital y también a que se usan métodos muy anticuados para la atención de pacientes, se propusieron técnicas que permitan métodos más eficientes y acordes a las altas demandas sobre todo en los tiempos donde el sistema está a punto de colapsar, lo cual se ve en las gráficas y los resultados del modelo aplicado (Galarza., y Reinoso, 2017).

Según la gestión de atención en hospitales, los tiempos de llegada son similares en las mismas horas en diferentes días de la semana, eso fue lo que explicó Velázquez y Vinuesa (2016) en su artículo, en el cual se determinó mediante la teoría de colas, la distribución en tiempos de llegada y en tiempos a atención, además el número ideal de puestos de atención necesarios para cumplir con los tiempos de espera, número de pacientes en espera y otros factores. El artículo concluye con que, si la tasa de llegada aumenta más que el tiempo de atención y los tiempos de espera se

incrementan, además determinó cual es el número de pacientes que se deben atender por puesto.

Javier Tavera (2019) desarrolló su tesis con la intención de generar propuestas que permitan el mejoramiento del proceso de atención farmacéutico en un hospital, mediante la teoría la mencionada, en principio se generaron supuestos en cuanto a la atención, para poder determinar cuál sería la manera más fácil de desarrollar la temática sobre el objeto de estudio, luego de ello se hizo la representación del sistema para ver cómo se comportan los tiempos durante la atención, a partir de esto solo se hace una simulación que permita hacer propuestas de mejora del servicio. Este estudio incluyó varios factores que afectan las colas en el hospital, por ejemplo, el tiempo de espera, el tamaño de la cola y los horarios y días en los que hay mayor demanda.

Ya se han realizado diversos estudios en los hospitales colombianos que aplican la teoría de este subtítulo, en Fusagasugá se hizo un estudio con un objetivo muy similar al de esta tesis, el cual es diseñar un modelo basado en la teoría de colas que represente el sistema actual del hospital Belén. Este estudio se realizó durante dos meses y las muestras de los tiempos se separaron con horas, y de esta manera representar mediante gráficas y datos como estaba el sistema actualmente, y también para poder identificar con facilidad cuáles eran los factores que estaban generando largas colas. El modelo realizado en la investigación mostró que los largos tiempos de espera se debían principalmente a los complejos procesos y la alta solicitud de los servicios (Guevara y Zambrano, 2017).

5.3.5 Optimización en urgencias simulando sucesos discretos

A través de la simulación de datos discretos se puede analizar las posibles causas de las largas colas en los sistemas de urgencias de los hospitales y con estos resultados determinar posibles soluciones que se pueden implementar con el fin de mejorar la calidad del servicio. Guillermo de Lima formuló un proyecto en el cual

hizo el planteamiento matemático del sistema, comprendiendo cuales son los componentes del sistema de urgencias y como se interrelacionan, luego de esto, aplicó algunas herramientas estadísticas para hallar las distribuciones del sistema y poder representar el modelo matemático en una simulación que permite ver cómo sería y cómo sería el comportamiento del sistema y determine el requerimiento que debería tener el sistema para la óptima atención de los usuarios. El estudio determinó que es necesario aplicar Recocido o enfriado simulado u otro algoritmo que en una plataforma online analice todos los datos y determine cual es el que mejor representa los datos y busqué soluciones óptimas que permitan mejorar el servicio (Rodríguez, 2018).

Uno de las principales acciones de la simulación discreta es la evaluación del comportamiento de un sistema de urgencias, en 2016 se publicó un artículo que permite ver la sencilla aplicación de la simulación para evitar perder pacientes en urgencias, se mostró en el artículo los pasos que básicamente son la recolección de datos de tiempos de espera, el planteamiento del modelo matemático, el análisis estadística determinando distribuciones, el ajuste estadístico y finalmente se representa el modelo para ser analizado. El artículo muestra como una de las herramientas más útil a la hora de hacer simulación es FlexSim, y a partir del comportamiento del sistema en el Software se pueden determinar las problemáticas y hacer propuestas de mejora (Casseres., Conde., Martínez., y Alonso, 2016).

El servicio óptimo y de calidad de la atención de pacientes es el objetivo fundamental de la gestión de atención hospitalaria, en 2017 se publicó un artículo que tenía la intención de evaluar cuál era la perspectiva de los clientes frente al servicio prestado. El artículo determinó cuál era el índice de satisfacción para los pacientes y mediante la simulación de datos discretos se estableció los tiempos de espera, así concluyó que se pueden usar pronósticos para encontrar cuales son las partes deficientes del sistema que se debe mejorar y a partir de los resultados

presentar propuestas para optimizar el servicio (Vega., Cardeñosa., Pérez., y Tapia, 2017).

5.3.6 Simulación en el área de urgencias

La alta demanda y poca oferta es un factor que las organizaciones y/o entidades tienen en común, en el momento en que se generan largas filas por razones como lo pueden ser la falta de materiales o mano de obra, la baja capacidad del servicio, entre otros aspectos que afectan considerablemente el servicio, ya que los clientes se encuentran insatisfechos por tener que esperar demasiado tiempo para ser atendidos, por medio de la simulación, en este caso implementando el Software Arena se puede analizar los factores que influyen en los retrasos o demoras junto con los tiempos promedios que tienen que esperar los pacientes (Díaz., Tiburcio., Ramírez., Zepeda., y Montoro, 2018).

Ahora bien, el servicio de urgencias es gratuito y obligatorio para todas las personas, ya que este servicio se enfoca en atender los casos que requieren de atención inmediata o primordial para el paciente, pero se ha identificado un deterioro en algunos casos cuando la vida de las personas tiene un alto riesgo, debido a la fuerte demanda que se presenta en los hospitales y este deterioro se observa principalmente en las largas filas que tienen que hacer los pacientes para ser atendidos, estos fenómenos se presentan debido a factores internos y externos, los cuales deben de suplirse por medio de la implementación de un Software que atienda a las necesidades y permita establecer mejoras en el servicio (Restrepo., Jaén., Espinal., y Zapata, 2018).

Adicionalmente la metodología DMAIC la cual significa Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar permite la mejora de los procesos ya que consiste en plantear, experimentar, aceptar o rechazar una hipótesis, donde por medio de la simulación de eventos discretos se puede tener en cuenta las interacciones que se presentan, la incertidumbre, la variabilidad, entre otros, y permite encontrar las fallas en los

procesos y en la metodología de Six Sigma o DMAIC, para así analizar y retroalimentar los desempeños de los procesos (Ocampo., y Aldo, 2010).

Hay que tener en cuenta que la implementación de simulaciones aplicada a hospitales es una herramienta eficaz en el ámbito de la atención en urgencias, ya que los principales efectos negativos que se presentan están en la saturación del servicio, la baja capacidad en el sistema ambulatorio, las largas esperas en el Triage, el poco personal, y demás efectos que generan una baja calidad del servicio; y esta herramienta permite identificar los aspectos relacionados con los retrasos que se generan en el servicio y permite tomar decisiones para mejorar los procesos de atención, reduciendo los tiempos, como en el caso del Hospital de Tunja, donde se logra reducir tiempos hasta en un 18% en algunas de las áreas de urgencias (Grimaldo., Silva., Espitia., y Pan, 2015).

Por consiguiente, la simulación por computadora permite experimentar la realidad de modelos que se interpretan por medio de un computador, algunos de los sistemas complejos que se presentan pueden ser estudiados e interpretados por medio de la simulación ya que permite que de una forma más cercana a la realidad se evalúe de forma analítica un sistema matemático y/o lógico a través del tiempo (Marmolejo., Robles., Macias., y Pieda, 2013).

En este caso el Software FlexSim contribuye principalmente en la simulación de eventos relacionados con la salud, con logística, minería, en la industria del servicio, entre otros y esta herramienta posibilita la mejora y el desempeño de los procesos introduciendo la suficiente información para poder acercarlo cada vez más a la realidad y asimismo poder realizar o identificar mejoras que se le pueden realizar al proceso (Marmolejo., Robles., Macias., y Pieda, 2013).

5.3.7 Modelo fisiológico en el servicio de urgencias

Los inconvenientes que se presentan en el área de urgencias son ocasionados por la gran demanda de pacientes que se encuentran en este lugar, la estructura de organización y la falta de conexión entre los niveles asistenciales, estos problemas afectan a la calidad, efectividad y la seguridad del propio paciente y del servicio como tal; aunque se han realizado mejoras o modificaciones importantes en el servicio, estas no son bastante eficaces supliendo los inconvenientes presentados, para esto se presenta el modelo fisiológico que trae grandes ventajas en el servicio de urgencias como los son lograr un equilibrio en las aportaciones de las distintas áreas que se encuentran involucradas, permite la estandarizar y ordenar las saturaciones que se presentan, las causas y donde se presenta mayor saturación, además permite tener conocimiento sobre los procesos que se realizan.

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio de investigación es de tipo descriptiva, caso de estudio, pues se va a analizar el efecto de los tiempos de espera por causa factores que los afectan y hacen que se comporten de cierta manera.

6.2 HIPÓTESIS

La aplicación de las herramientas de calidad permitirá la reducción de los tiempos de espera en el sistema de urgencias del Hospital Santa Matilde en Madrid Cundinamarca.

6.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Por la manera en que se desarrollará el proyecto se califica como No Experimental, pues en este caso la toma y el análisis de datos se hará simplemente observando cómo se desarrolla el proceso de atención de urgencias en el hospital.

6.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

6.4.1 Población

La población que se tiene en cuenta en este caso son los 150 pacientes que asisten un fin de semana al área de urgencias del municipio de Madrid, los cuales por razones de riesgo en la salud pueden o requieren asistir al hospital para atender sus problemas por urgencias.

6.4.2 Diseño de la muestra

Para determinar el valor de la muestra de los pacientes que ingresan al área de urgencias en el hospital se implementa la ecuación (1) de muestreo aleatorio para una población finita, usando un nivel de confianza del 95% así:

Tabla 1. Datos del Tamaño de la Muestra

Tamaño de la muestra	n	x
nivel de confianza	z	1,96 (95%)
Proporción de individuos que poseen las características de estudio	p	50%
Proporción de individuos que no poseen las características de estudio	q	50%
Error estándar	E	5%
Tamaño de la población	N	150
Fuente: Propia		

$$n = \frac{N * z^2 * P * Q}{e^2 (N - 1) + z^2 * P * Q} \quad (1)$$

$$n = \frac{150 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 (150 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} \quad (2)$$

$$n = 108$$

El tamaño de la muestra en este caso es de 108, lo que representa el número de pacientes a los que se les va a tomar los datos de espera y de atención en el área de urgencias del hospital.

6.5 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

6.5.1 Técnicas de recolección de información

Los datos de tiempos de llegada se recolectarán mediante observación directa en el área de urgencias, se hará una recopilación bibliográfica y documental de estudios que hayan abordado el mismo tema de este proyecto y se hará una investigación de precios para cotizar los costos de la propuesta.

6.5.2 Fuentes de información

La información necesaria para llevar a cabo el desarrollo del proyecto será tomada del área de urgencias del hospital Santa Matilde en su mayoría, sin embargo, también se tomará información relevante de investigaciones científicos o universitarias y finalmente de las cotizaciones hechas físicamente o mediante páginas web.

6.5.3 Técnicas de análisis de información

Para analizar la información que se obtendrá, se tendrá en cuenta varias técnicas y herramientas para analizar la información, como el paquete de software FlexSim, el paquete de software ProModel y análisis comparativo.

7. CRONOGRAMA

Tabla 2. Cronograma de Actividades

		Semana														
Objetivo Específico	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Diagnosticar el sistema actual en el área de atención en urgencias.	Preparación del documento base para la toma de datos.															
	Toma de datos en el hospital.															
	Simulación de datos en FlexSim															
	Registro de los datos y la capacidad en el documento del proyecto															
Definir la propuesta de mejora mediante el uso de herramientas aplicables a gestión de tiempos.	Elección de las herramientas de mejora y formulación la propuesta.															
	Realizar una nueva simulación acorde a la propuesta e incluir en el documento sus resultados junto a la propuesta															
Determinar la viabilidad técnica,	Hacer análisis del recurso con el que cuenta el hospital y el															

económica y financiera de la propuesta definida para la mejora.	que requerido por la mejora.
	Plantear viabilidad y conclusiones en el documento del proyecto.
Fuente: Propia	

8. COSTOS

A continuación, se presentan los costos para el desarrollo y la realización del proyecto.

Tabla 3. Costos

Actividad	Costo
Transporte	\$ 82.800
Software FlexSim (mensual)	\$ 100.000

Fuente: Propia.

9. DESARROLLO DEL PROYECTO

9.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL HOSPITAL

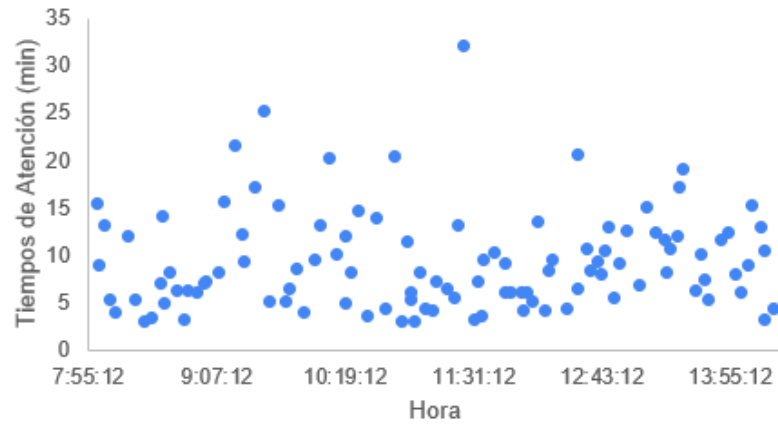
9.1.1 Toma de datos y análisis inicial

La primera etapa para determinar la capacidad del hospital es tomar los datos, en este caso se tomará el número total de clientes que llega en el lapso que se toman los datos para que se les atiende en urgencias, también se tomarán los tiempos de servicio y finalmente se tomarán los tiempos entre llegadas de los pacientes al hospital, esto para facilitar más adelante la simulación del proceso.

Como en el muestreo aleatorio para población finita se obtuvo un resultado de 108 individuos, se tomaron 108 datos, relativos a personas que solicitaban servicio de urgencias y se les asignaba triage 2 y 3 (personas que necesitan pronta atención o su situación puede empeorar) El **Anexo A** muestra estos 108 datos, durante esta primera etapa se contó con dos médicos atendiendo urgencias.

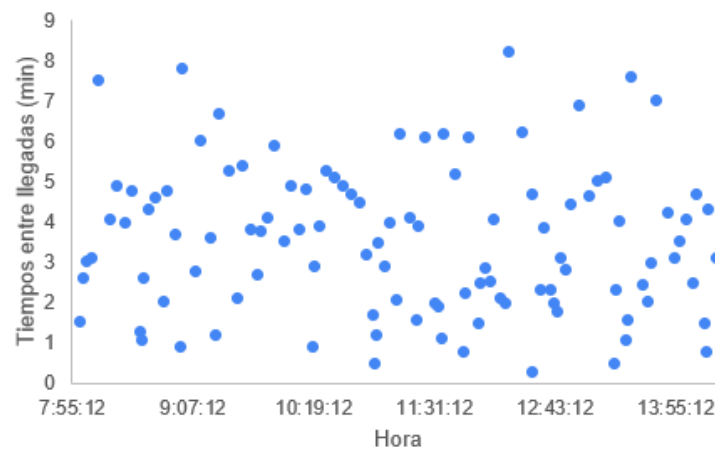
En la **figura 1** se observa el comportamiento de los tiempos que duran los pacientes dentro del consultorio, es decir, los tiempos de atención de los médicos, a simple vista se puede afirmar que existe una amplia dispersión entre los datos que se extienden desde los 3 hasta casi los 35 minutos, desde el punto de vista de calidad, no existe un control sobre estos tiempos, si así fuera la mayoría de los datos se agruparían muy cerca de un mismo tiempo de atención. Por otro lado, en la **figura 2** se muestra el comportamiento de los tiempos entre llegadas, estos tiempos no se pueden controlar pues no dependen directamente de una acción humana, pero como la figura muestra no tienden a un promedio se debe estar preparado para estos cambios tan grandes entre los tiempos y controlar el flujo.

Figura 1. Tiempo de atención frente a la hora



Fuente: Propia

Figura 2. Tiempos entre llegadas frente a la hora



Fuente: Propia

9.1.2 Pruebas estadísticas del sistema

Antes de hacer la simulación es necesario hacer pruebas estadísticas a los datos (Los tiempos de atención y los tiempos entre llegadas) principalmente para conocer las distribuciones y cómo se comportan los datos, esto se hará mediante la herramienta STAT-FIT del software PROMODEL.

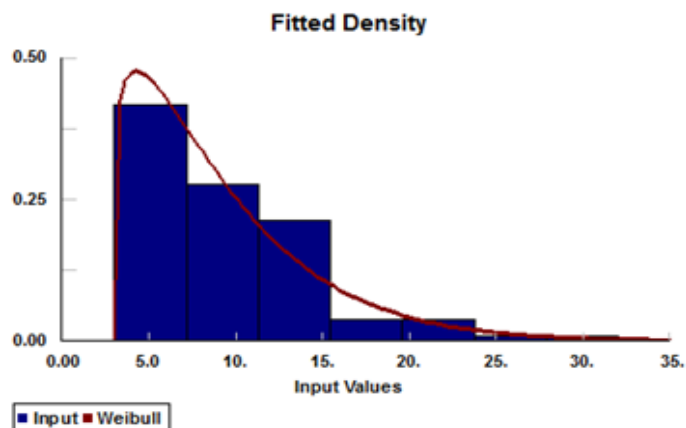
Primero serán analizados los tiempos de atención en el hospital. Después de ingresar todos los datos se usa la herramienta Auto-Fit para que el software muestre cuales son las distribuciones que mejor representan los datos. Como lo vemos en la **figura 3** la distribución Weibull es 100% compatible con los datos que si miramos la **figura 4** se puede ver cómo se distribuyen en la gráfica de densidad de la distribución Weibull y en la **figura 5** se obtuvieron los parámetros correspondientes a esta distribución.

Figura 3. Distribuciones para tiempos de servicio

Auto::Fit of Distributions	
distribution	rank
Weibull[3., 1.17, 6.64]	100
Beta[3., 182, 1.17, 32.3]	57.1
Pearson 6[3., 1.59e+004, 1.23, 3.09e+003]	56.3
Gamma[3., 1.2, 5.26]	48.1
LogLogistic[3., 1.61, 4.64]	8.68
Erlang[3., 1., 6.31]	3.66
Exponential[3., 6.31]	3.65
Johnson SB[3., 31., 1.22, 0.678]	1.37
Lognormal[3., 1.37, 1.26]	3.3e-1

Fuente: ProModel

Figura 4. Gráfico de densidad tiempos de servicio



Fuente: ProModel

Figura 5. Gráfico de parámetros de función Weibull

Weibull			
minimum	=		3. [fixed]
alpha	=		1.16896
beta	=		6.6396

Fuente: ProModel

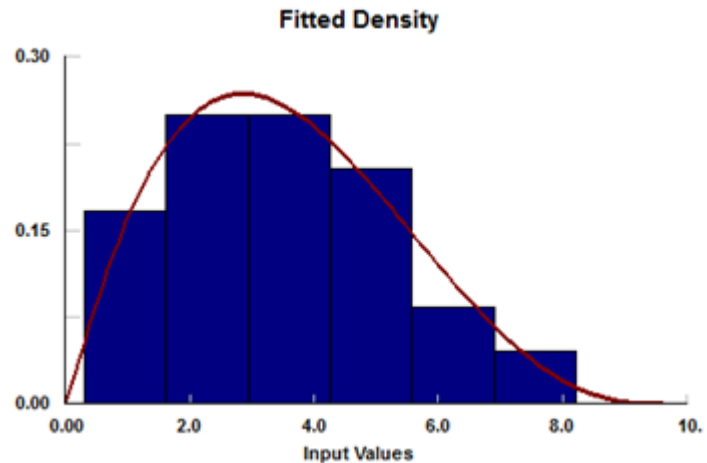
Ahora este mismo análisis estadístico se debe realizar con los tiempos entre llegadas. En la **figura 6** podemos ver que para estos datos la mejor distribución es la Beta 100% de aprobación, y en la **figura 7** vemos la distribución de datos en la gráfica de densidad de la Beta. A diferencia de la función Weibull, la función Beta nos muestra los parámetros de la distribución que podemos ver en la **figura 8** y que serán necesarios en la simulación del sistema.

Figura 6. Distribuciones para tiempos entre llegadas

Auto::Fit of Distributions	
distribution	rank
Beta[0., 9.6, 2.09, 3.57]	100
Johnson SB[0., 9.14, 0.553, 0.996]	87.8
Triangular[0., 8.56, 2.14]	80.9
Weibull[0., 2.06, 3.99]	75.2
Rayleigh[0., 2.81]	64.9
Gamma[0., 3.16, 1.12]	15.1
Pearson 6[0., 4.89e+003, 3.17, 4.38e+003]	15.1
Erlang[0., 3., 1.18]	13.9

Fuente: ProModel

Figura 7. Gráfico de densidad tiempos entre llegadas



Fuente: ProModel

Figura 8. Parámetros distribución Beta

method of moments estimates			
Beta			
minimum	=	0. [fixed]	
maximum	=	10.0921	
p	=	2.22515	
q	=	3.95946	

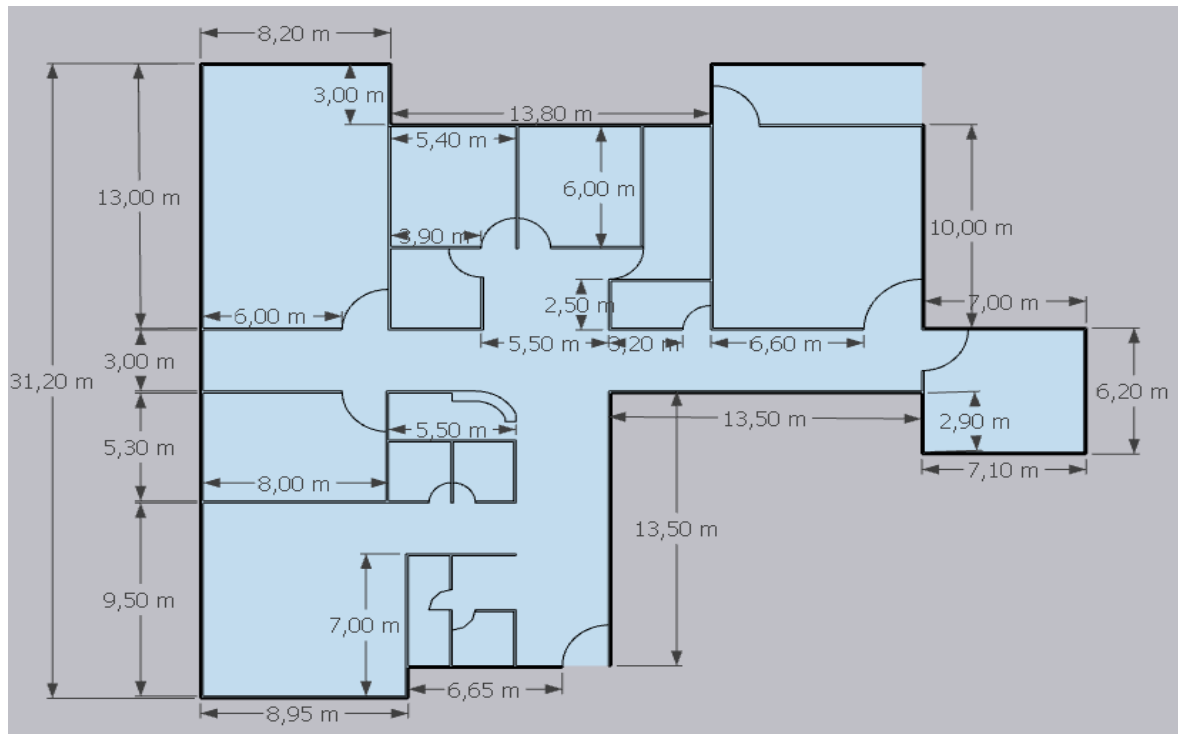
Fuente: ProModel

Ya finalizadas las pruebas estadísticas, se puede realizar la simulación.

9.1.3. Simulación

Para realizar la simulación se va a hacer uso del software FlexSim en específico de la herramienta Process Flow, la cual va a representar el espacio del área de urgencias (plano en la **figura 9**) y en general el servicio que incluye las personas y los objetos físicos.

Figura 9. Plano área de urgencias del hospital



Fuente: Propia

En la **figura 10** se puede ver la representación del centro de urgencias del hospital y todos sus componentes incluidos en Process Flow, en esta imagen encontramos las instalaciones que se encuentran en el área de urgencias del hospital, como lo son, el área de espera, los consultorios, el triage, área ERA y hospitalización.

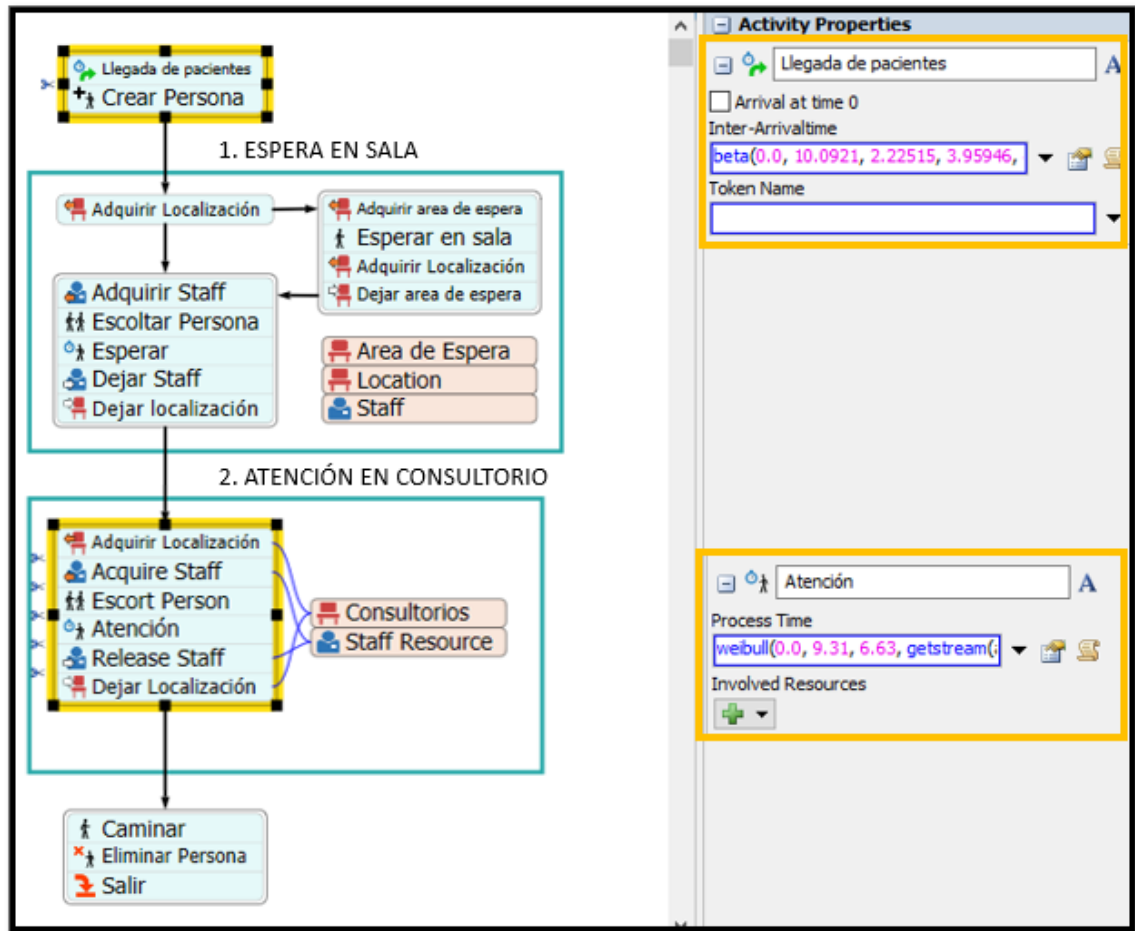
Figura 10. Representación del área de urgencias en flexsim



Fuente: FlexSim

Para iniciar la simulación en el hospital se tuvo en cuenta que solo dos médicos se encontraban atendiendo urgencias en el momento que se tomaron los datos. En la **figura 11** se presenta el algoritmo creado en Process Flow para el funcionamiento de la operación de atención dentro de las instalaciones, en el encabezado del diagrama se encuentra el inicio del proceso que consta de la “Llegada de Pacientes” la cual se definió según una distribución Beta (Ver **figura 1**) y “Crear al paciente”; el recuadro número uno representa la acción de espera del paciente, que hace que una persona sea acompañada por el vigilante hasta la sala de espera donde esta se sentará hasta que sea su turno de ser atendido. El recuadro número dos representa la acción de atención en los consultorios, aquí se encuentra una parte primordial de la simulación que es la “Atención” la cual se definió con una distribución Weibull (Ver **figura 1**) así, después de esperar en la sala, el paciente se dirige a uno de los dos consultorios disponibles para su atención solamente si este se encuentra desocupado, cuando termina su atención se dirige a la salida, esto se representa en la última parte del diagrama la cual es el fin.

Figura 11. Algoritmo Process Flow



Fuente: FlexSim

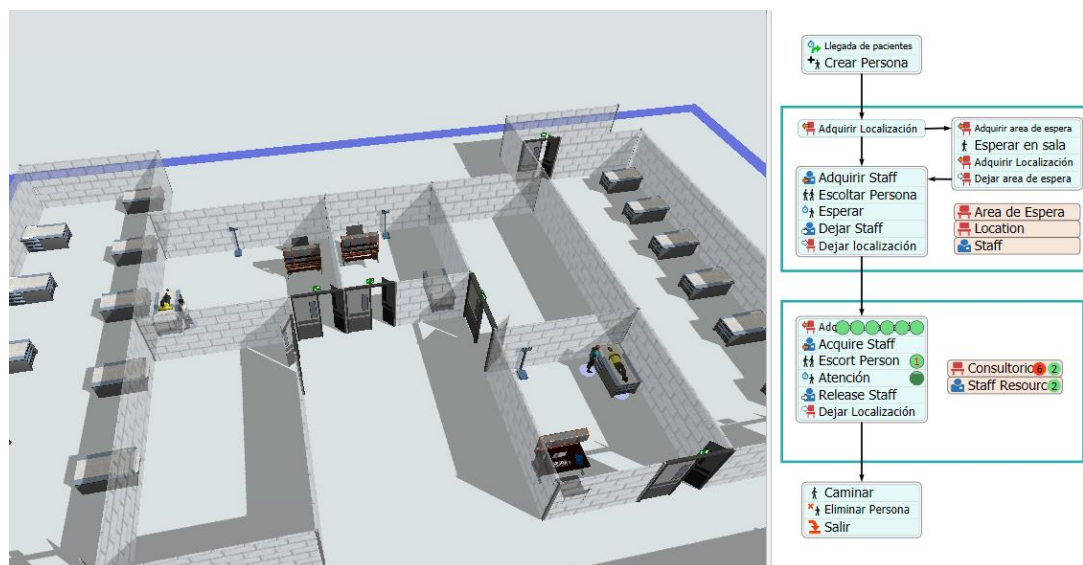
La **figura 12** y la **figura 13** presentan al sistema en funcionamiento el cual se puede ver de manera dinámica en el video asociado al vínculo: <https://youtu.be/e8Pmzc270s4>

Figura 12. Sala de espera en funcionamiento



Fuente: FlexSim

Figura 13. Consultorios en funcionamiento



Fuente: FlexSim

No se tuvo en cuenta el área del triage puesto que lo que compete al proyecto se centra en los tiempos de atención de los pacientes en urgencias, es decir cuánto tiempo esperan para ser atendidos y cuando se tardan en darles este servicio.

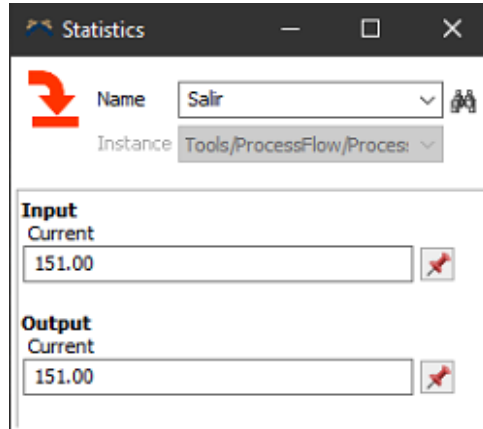
9.1.4 Capacidad, eficiencia y tiempos de espera

Tres aspectos claves del proyecto se analizarán en la siguiente parte, esto permitirá hacer un diagnóstico de la situación actual del sistema de atención en el hospital, este análisis se hará entre el las 8:00 hasta las 20:00 horas considerando un turno para los medico de 12 horas.

9.1.4.1. Capacidad

Para determinar la capacidad, es decir, cuántos pacientes pueden atender los médicos en el lapso de 12 horas, se tomaron las estadísticas que se obtuvieron de flexsim durante todo el proceso, específicamente en el proceso llamado “Salir” del Process Flow para conocer cuántas personas salieron del sistema después de recibir el servicio, como muestra la **figura 14** durante las horas de atención, los dos médicos atendieron un total de 91 pacientes.

Figura 14. Salida de pacientes del sistema



Fuente: FlexSim

Por lo tanto, la ecuación (3) muestra que la capacidad de atención en urgencias es de 12,58 pacientes por hora, donde se tiene en cuenta a los dos médicos; en la ecuación (4) se muestra la capacidad de solo un médico el cual puede atender en promedio 6,29 pacientes por hora.

$$Capacidad = \frac{151 \text{ pacientes}}{12 \text{ horas}} = 12,58 \frac{\text{pacientes}}{\text{hora}} \quad (3)$$

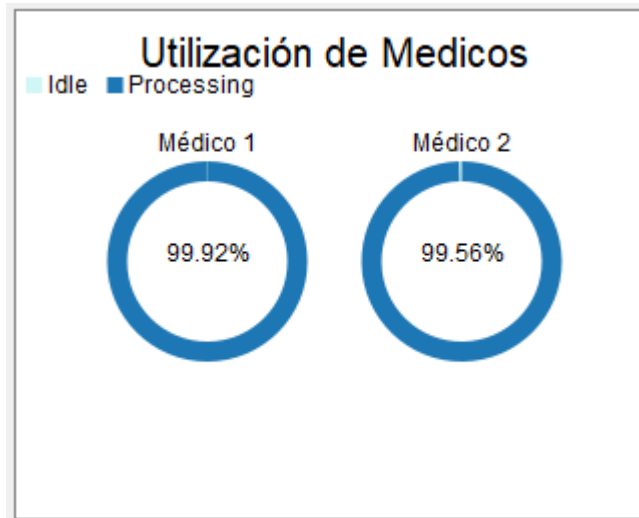
$$Capacidad = \frac{12,58 \frac{\text{pacientes}}{\text{hora}}}{2 \text{ médicos}} = 6,29 \frac{\text{pacientes}}{\text{hora}} \quad (4)$$

La capacidad del sistema de urgencias es muy baja en relación con la cantidad de personas que llega cada hora para ser atendidas, esta es una de las razones por las que se llegan a generar tiempos de espera largos.

9.1.4.2 Eficiencia

La eficiencia de atención se muestra en las gráficas de utilización de cada uno de los médicos, en la **figura 15** se ve la utilización del médico 1 y el médico 2, en ambos casos este valor es muy cercano al 100% esto quiere decir que los médicos están en todo momento atendiendo a un paciente, no existen momentos libres si no siempre se encuentran operando con el paciente, se hace uso de su trabajo al máximo durante las 12 horas.

Figura 15. Utilización de los médicos

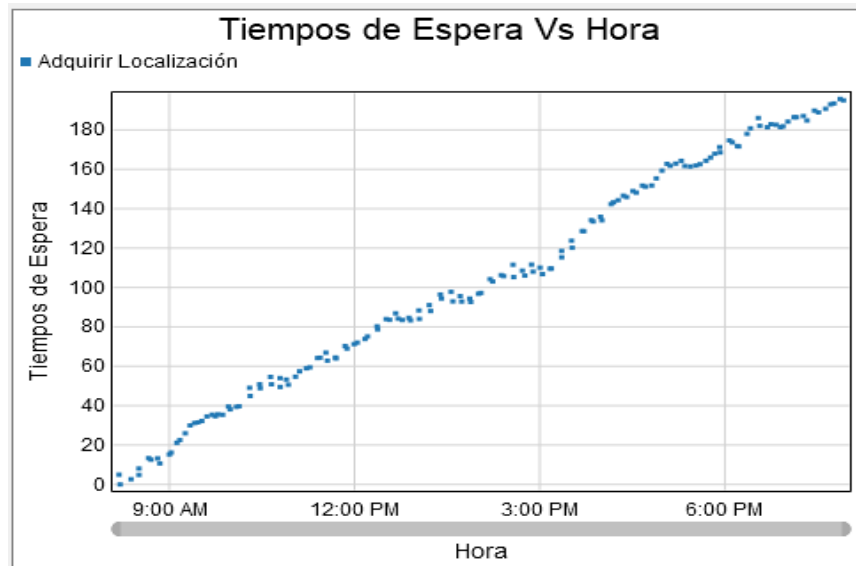


Fuente: FlexSim

9.1.4.3. Tiempos de espera

El comportamiento de los tiempos de espera de los pacientes, desde que se sientan en la sala de espera hasta que son llamados se muestra en la **figura 16**, aquí se puede observar un aumento conforme va avanzando las horas de atención, esto genera que en un momento dado el sistema pueda colapsar, pues siguen y siguen llegando personas, esto significa que entre más personas lleguen más van a tener que esperar. Al estar tratando con pacientes de triage 2 y 3 lo más conveniente es que se estén atendiendo en máximo 15 y 60 minutos respectivamente, para los que esperan de 15 minutos en adelante empieza a ser un riesgo para la salud del paciente antes de iniciar las 9:00 horas, en cuanto a los que deben esperar máximo 60 minutos, empieza a ser difícil ser atendidos en este tiempo después de las 11:30. Por tanto, se ve necesario hacer algunos ajustes en la atención para que los pacientes no deban esperar tanto tiempo.

Figura 16. Tiempo de espera vs hora



Fuente: FlexSim

9.2. PROPUESTA DE MEJORA

Aunque lo más probable para estabilizar el sistema y mejorarlo sería que existiera un médico de más, como ingenieros industriales es necesario buscar y aplicar las herramientas que mejor se acomoden para optimizar el sistema en pro de proponer algo menos costoso y efectivo que contratar un médico y que en el momento en que se encuentren los dos servidores el sistema este fluya con más eficacia y eficiencia.

9.2.1 Estrategia lean service

El Lean Service es una herramienta de mejora que permite identificar y evitar los desperdicios o mudas que se encuentran en el proceso de atención del hospital, es una componente de la calidad que se ha trabajado en diferentes empresas de producción de servicios para hacer más eficiente los procesos, conseguir satisfacción y generar valor para las personas a través del cumplimiento de resultados y sin altos costos, el lean service envuelve varias herramientas de la calidad y trabaja en conjunto con muchas de ellas. Habiendo determinado la capacidad del área de urgencias, ya se puede hacer un análisis de Lean Service para saber cómo está actualmente el sistema.

Los desperdicios encontrados en el proceso se relacionan en la **tabla 4** cabe aclarar que aunque son 7 mudas, se relacionaron las más relevantes para el proyecto, el cual se enfoca en primero reducir el Lead Time, es decir, el tiempo que los pacientes están dentro del sistema (tanto en espera como en atención), segundo en mejorar el servicio, donde se identificaran y trataran posibles errores para que el paciente sienta que está recibiendo una atención de calidad superior y finalmente enfocado a reducir los costos , esto basado en el hecho de que las estrategias mejorarán la productividad sin comprometer el bienestar de los médicos.

Tabla 4. Identificación de Mudas en el proceso Lean

Desperdicio	Causas Identificadas
Tiempo de Espera	Colapso en la atención de pacientes, formación de grandes cuellos de botella
	Cantidad creciente de pacientes que llegan al hospital por el servicio de urgencias
	Amplia variación en los tiempos de atención de pacientes en los consultorios
Sobreproducción	Pacientes que abandonan las instalaciones luego de que se les dio turno para ser atendidos
	Doctores llamando a voz a los pacientes a los consultorios
Movimiento	El paciente buscando la ubicación del consultorio en el cual está el doctor que le llamó
	Doctores caminan hasta la entrada de la zona de consultorios para poder llamar al paciente
Inventario	Pacientes en sala esperando para ser atendidos
	Pacientes que se encuentran buscando el consultorio
	Doctores que se encuentran libres y no han llamado a ningún paciente
Fuente: Propia	

Desde el diagnóstico se aconseja obtener un sistema digital de llamado de pacientes que incluya un software que permita llamar con un click al siguiente

paciente luego de terminar con un servicio, este software incluirá el tiempo que lleva el cliente desde que llegó al hospital y el tiempo que lleva de atención, principalmente como método de control, además este sistema deberá contar con bocinas ubicadas en la sala de espera, para que el cliente escuche al llamado cuando sea su turno y el consultorio en el que se le atenderá.

Se harán dos llamados por paciente y en cada llamado se le indicará al cliente su nombre y el número del consultorio en el cual será atendido, en caso de que se pase el turno se asignará como siguiente en la lista excepto si es una persona que por su condición requiera ser atendido inmediatamente. Se deberá establecer un tiempo que el médico deberá esperar después de hacer el último llamado al paciente, transcurrido ese tiempo se dispondrá a llamar al siguiente turno.

9.2.2. Estrategia 5's

Como parte del proceso de creación de la propuesta de mejora que será respuesta a las causas de las mudas identificadas en el Diagnóstico Lean Service, se usará la herramienta 5's y se aplicará internamente, con el fin de crear un espacio de trabajo organizado para los médicos y trabajadores del área de urgencias en el cual estos conozcan donde se encuentran los elementos, exista una estandarización y esto aumenta en cierta manera el sentido de pertenencia, en la **tabla 5** se pueden observar las propuestas para cada una de las “eses”, se aclara que a partir de la implementación de esta primera estrategia, debe existir un control continuo por parte del hospital, de lo contrario se perderían y se volvería a tener la capacidad y/o problemas de antes.

Tabla 5. Estrategia 5's

Nombre	Propuesta
Seiri (Seleccionar)	Seleccionar los objetos, materiales y herramientas que no aportan valor al proceso de atención, que en la mayoría de las ocasiones no son necesarios o que se pueden reemplazar con otros y desecharlos, aquí se aclara que pueden ser tanto objetos físicos como recursos y programas digitales. Estos en muchas ocasiones dificultan la búsqueda de los materiales realmente necesarios en el proceso.
Seiton (Ordenar)	Determinar una ubicación única y cercana para todos los materiales físicos y digitales necesarios para la atención de paciente, sobre todo con las historias clínicas que de complicado acceso. Se aconseja realizar un inventario de estos elementos y relacionarlos con su ubicación, esto evitará movimientos y desplazamientos innecesarios.
Seiso (Limpiar)	El hospital ya implementa estrategias de limpieza útiles y necesarios para prestar un servicio de alta calidad, se debe seguir haciendo uso de estas en conjunto con las otras “eses”.
Seiketsu (Estandarizar)	Estandarizar la implementación de las anteriores “eses” aplicables para toda el área de urgencias, se debe hacer seguimiento constante y verificar si se están cumpliendo y cómo van evolucionando a medida que avanza la atención.
Shitsuke (Disciplina)	Dar a conocer la estrategia de las 5 “eses” y cómo implementarla según el cargo que se tenga en el área de urgencias, se deben garantizar los medios de capacitación de la estrategia para quienes llegan por primera vez al hospital, además les garantizara

	el material para cuando sea necesario consultarlo.
Fuente: Propia	

9.2.3. Estrategia just in time

Otra herramienta que se aplicará al proceso de mejora y que es muy útil es el Just in Time, esta permitirá que la atención en urgencias se desarrolle en una especie de línea, en un momento y con una duración específicos, evitando cualquier clase de reproceso que aumente los tiempos espera. Las estrategias propuestas a implementar son:

- A. Definir todos los pasos del proceso de atención en urgencias, luego plasmarlo en una lista determinando el orden de cada uno teniendo en cuenta que el paciente no deba ir a un lugar y luego desplazarse para volver a donde estuvo en primer lugar, pues esta acción siempre resulta aumentando el tiempo de atención.
- B. Definir un estándar de tiempo promedio para todos los pasos del proceso enlistados anteriormente, no debe ser totalmente obligatorio cumplirlo al pie de la letra pues algunos pacientes requieren más tiempo que otros, pero que sirva de referencia para llevar un control del tiempo e intentar hacerlo en ese tiempo establecido.
- C. Implementar un sistema de señalización en el área de urgencias para que el cliente sepa en donde se encuentran los consultorios y los encuentre rápidamente agilizando el flujo de personas, este sistema de señalización consta de placas con información, las primeras placas tendrán el número de consultorio o el nombre de la sala, ejemplo: "Consultorio 1", "Hospitalización", las segundas placas indicarán la dirección de los espacios, tendrán los nombres de los espacios y flechas

apuntando el camino, estas placas se ubicaran en paredes de los pasillos, específicamente en la derecha desde la entrada hasta las diferentes salas y finalmente se tendrá una placa sobre la pared de la entrada con un mapa del espacio de urgencias con todas las indicaciones de los espacios y las ubicaciones.

9.2.4. Sistema de revisión kaizen con kpi's.

Sabiendo que los procesos se encuentran en constante cambio y que en ocasiones no todas las problemáticas pueden ser abordadas en un proyecto, se va a diseñar una estrategia kaizen para que el hospital pueda hacer mejora continua en sus procesos después de implementar las propuestas ya mencionadas, esta estrategia la liderará el área encargada de los procesos del hospital, consiste en llenar una tabla con los resultados de unos KPI's propuestos y determinar si el resultado es bueno o malo, el ejemplo se encuentra en la **tabla 6**, en caso de que el resultado sea malo se debe llenar la tabla Kaizen de control **tabla 7** donde se definirá la causa del resultado y como se abordará. Esto ayudará a que la calidad del servicio de urgencias se mejore cada vez en el hospital.

Tabla 6. Plantilla de revisión KPI's

Nombre KPI	Fórmula	Descripción	Resultado o Obtenido	Aceptable o Inaceptable
Cumplimiento en tiempo de atención	Duración de la atención/Tiempo estándar de atención	Permite saber que tanto el médico cumple el tiempo estándar de atención, de 0 a 1 es aceptable, más de 1 es	2.01	Inaceptable

		inaceptables		
Cumplimiento de Seiton	# de objetos ubicados en su lugar correspondiente/ # total de objetos	Permite saber si el médico está cumpliendo la estrategia de orden dentro del consultorio, entre 0 y 0.7 es inaceptable, entre 0,7 y 1 es aceptable	0.5	Inaceptable
Tiempo perdido en llamado	# de veces que se llamó de más*tiempo que dura el llamado	Permite saber cuándo tiempo se desperdicia haciendo llamados de más por bocinas al paciente, es inaceptable si el resultado es diferente a 0 segundos	10 segundos	Inaceptable
Porcentaje de satisfacción del paciente	(Número de pacientes satisfechos) / (Número de pacientes tratados) *100	permite conocer el porcentaje de pacientes que se encuentran satisfechos con el servicio	30%	inaceptable

Tiempo promedio de permanencia	$(\sum(\text{tiempo para dar de alta al paciente } i - \text{Tiempo de admisión por paciente } i))/(\text{Número de pacientes})$	Mide el tiempo promedio que tarda un paciente en el hospital	9.325	inaceptable
Promedio de número de casos por médico	$(\sum \text{Número de casos atendidos por el médico } i)/(\text{Número de médicos})$	permite conocer la cantidad de casos que atiende durante un turno un médico en promedio	4	inaceptable
Fuente: Propia				

Tabla 7. Plantilla de Gestión de KPI's Desfavorables

KPI	¿Qué causa el resultado?	¿Qué se va a hacer?	¿Quién es el responsable?	¿Cuándo implementarlo?
Cumplimiento en tiempo de atención	La búsqueda del historial clínica tardó	Revisar e usar correctamente la estrategia de las 5's en	Médico	Siguiente semana

	bastante tiempo	este caso Seiton		
Cumplimiento de Seiton	El médico tenía la mitad de los objetos en lugares no adecuados pues no conoce la estrategia	Capacitar al médico en la implementación del orden y las otras 4's en el consultorio	Comité Formación	Próximo Viernes
Tiempo perdido en llamado	Se llamó 3 veces de más al cliente	Ajustar el software para que permita solo 2 llamados	Médico	Próximo Mes
Porcentaje de satisfacción del paciente	los pacientes no son atendidos oportunamente	Realizar ajustes a los tiempos que dedican los médicos a los pacientes	Médico	Próximo fin de semana
Tiempo de promedio de permanencia	El tiempo de permanencia del paciente no es el adecuado según el tipo de admisión	Se debe de implementar adecuadamente la estrategia Just In Time que permite tener tiempos exactos	Médico	Próximo mes

Promedio de número de casos por médico	Los pacientes son asignados a otros médicos	Recolectar datos precisos donde se identifique el número de pacientes y médicos	Personal de recolección de datos	El próximo fin de semana
Fuente: Propia				

9.2.5 Supuesto de mejora.

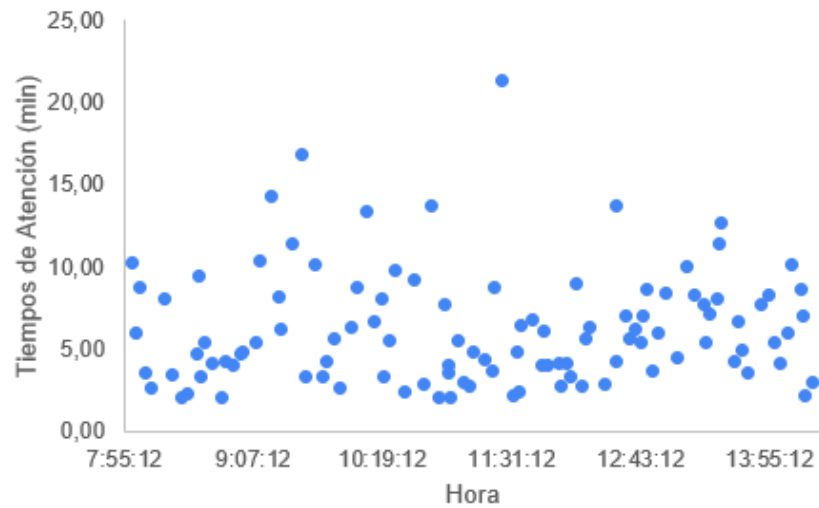
A partir de las herramientas de mejora, se puede generar un supuesto, este sería el de reducir los tiempos de atención hasta una tercera parte en promedio implementando las propuestas que se hicieron en el desarrollo de la última parte, esto teniendo en cuenta el fácil acceso a los objetos, los estándares de tiempos de atención, la nueva herramienta de llamado, la señalización, que permiten que el cliente no dure tanto tiempo dentro del sistema. La tabla con los nuevos datos se encuentra en el **Anexo B**, la distribución sigue siendo Weibull, la **figura 17** muestra los parámetros del sistema con los que se trabajará la atención para analizar el sistema nuevamente. La **figura 18** muestra el comportamiento de los nuevos datos, los cuales, aunque son dispersos, la mayoría tiende a ubicarse alrededor de los 5 minutos.

Figura 17. Nuevos parámetros de la función Weibull

Weibull		
minimum	=	2. [fixed]
alpha	=	1.17285
beta	=	4.43151

Fuente: ProModel

Figura 18. Tiempos de atención con mejoras

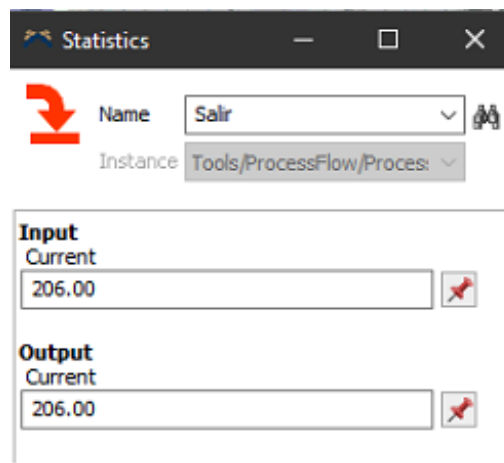


Fuente: Propia

9.2.5.1. Nueva capacidad

La **figura 19** muestra la estadística del proceso “Salir” tomado del process flow de flexsim, ahora durante las 12 horas de atención los dos médicos atienden a 206 pacientes, es decir, 55 personas más que sin las mejoras.

Figura 19. Salida de pacientes con mejoras



Fuente: FlexSim

La ecuación (5) muestra que la nueva capacidad general del hospital en las 12 horas es de 17,16 pacientes por hora, y la ecuación (6) muestra la capacidad de un solo doctor que es de 8,58 pacientes por hora, es decir que el médico atiende 2,29 pacientes más cada 60 minutos con la implementación de la mejora.

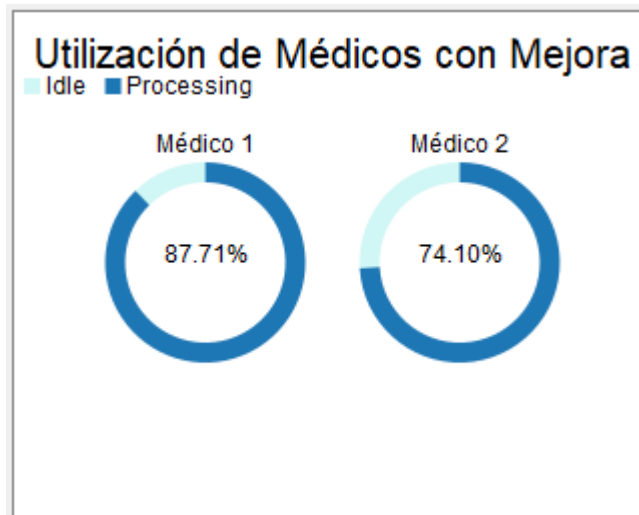
$$Capacidad = \frac{206 \text{ pacientes}}{12 \text{ horas}} = 17,16 \frac{\text{pacientes}}{\text{horas}} (5)$$

$$Capacidad \frac{17,16 \frac{\text{pacientes}}{\text{hora}}}{2 \text{ médicos}} = 8,58 \frac{\text{pacientes}}{\text{hora}} (6)$$

9.2.5.2. Eficiencia

La **figura 20** muestra la nueva utilización de los médicos, la cual es 88% para el médico 1 y 74%, esto es favorable para los médicos, ahora tienen algo de tiempo libre para revisar estrategias de las mejoras o simplemente para descansar un poco, pues es cierto que para las mejoras buscan no comprometer si no mejorar la labor diaria del médico y la atención del paciente. Ya no se esta llevando al máximo la capacidad del médico.

Figura 20. Utilización de médicos con mejora

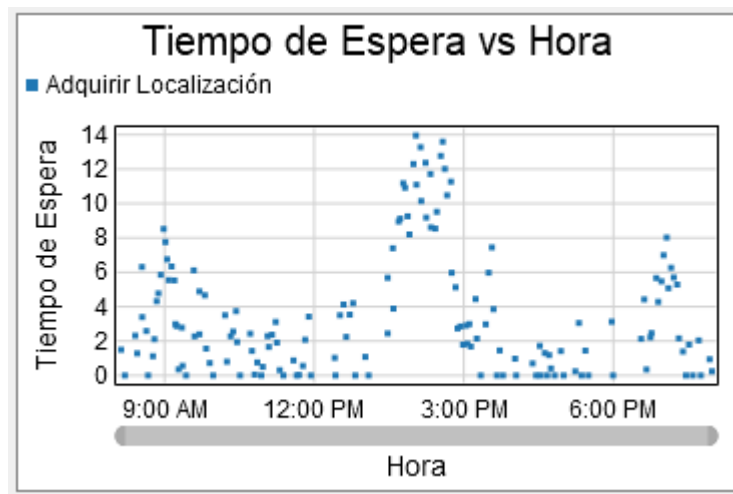


Fuente: FlexSim

9.2.5.3 Tiempos de espera

Los tiempos de espera tuvieron un cambio bastante positivo, en la **figura 21** se observa que el tiempo máximo que espera un paciente no sobrepasa los 14 minutos, lo cual ayuda a una atención de alta calidad para el triage 2 y 3, además, cambió la curva de crecimiento, ahora solo existe un tope alrededor de las 2 de la tarde, no obstante, esto se normaliza después y no es muy alto. Otra cosa importante para resaltar es que hay muchos pacientes que esperan 0 minutos para ser atendidos. Es un panorama muy bueno para el hospital y los pacientes.

Figura 21. *Tiempos de espera con mejora*



Fuente: Propia

9.3. VIABILIDAD DE LA PROPUESTA

9.3.1 Estudio Técnico

9.3.1.1 Definición del proceso al cual se aplicarán las mejoras propuestas

El proceso en el cual se trabajará para implementar las propuestas es el de atención en urgencias sin la inclusión del Triage, se implementarán en la espera en sala y la atención dentro del consultorio, además, se tendrán en cuenta las instalaciones de esta zona.

9.3.1.2 Definición de materiales e insumos necesarios

Tabla 8. Materiales e Insumos

Materiales	Insumos
Formatos de revisión: estrategia 5's, KPI's, y Kaizen	Cartuchos para impresora
Formatos de información; 5's y lista de pasos y tiempos de cada proceso.	Papelería: Hojas blancas, lápices, borradores, cartulina, papel de impresión, marcadores, cinta, pegante, carpetas. libretas, ganchos.
Placas con señales informativas	Personal médico y administrativo
Fuente: Propia	

9.3.1.3 Definición de maquinarias, equipos y otros bienes de capital necesarios

Para implementación de las estrategias de mejora se va a necesitar de una impresora que será la encargada de emitir todos los formatos de revisión y también los avisos con información referente al manejo de las herramientas de mejora propuestas dentro de los consultorios, también será necesario el Software de llamado de pacientes, el cual se instalará en los computadores con los que actualmente cuenta el hospital, además conectado a este software se encontrarán las bocinas ubicadas en la sala de espera.

9.3.1.4 Definición de espacios y locaciones para la implementación de la mejora

La sala de espera actual del hospital funciona bien para la implementación de las mejoras, lo único que se debe aclarar es que las bocinas deben estar a una altura que disperse el sonido a través de toda la sala. Se deberá garantizar un espacio en el cual se desarrolle el control y revisión de las mejoras y donde se encuentre toda

la información referente a las estrategias, este espacio no necesita ser muy amplio, pero si justo para que una persona pueda hacer uso de ellos. Los pasillos ya se encuentran adecuados para la ubicación de las placas de información, por lo tanto, solo es necesario ubicarlas en los lugares adecuados para una correcta visualización.

9.3.1.5 Requerimientos de personal: competencias y perfiles

Para la implementación de estas mejoras se puede contratar una única persona encargada del sistema de calidad que se hará responsable de planear, gestionar y controlar las mejoras.

Tabla 9. Especificaciones del personal

Cargo de la Persona	Asesor de Calidad
Perfil	Practicante de Ingeniería Industrial, con conocimientos en implementación de estrategias de calidad como 5's, Just in Time, Lean Service, KPI's entre otros.
Competencias	Debe tener habilidades de liderazgo, para saber guiar y orientar a las personas. Debe tener la capacidad de comunicar y recibir la información de una forma simple, con un lenguaje claro y entendible. Trabaja en pro de cumplir los objetivos, generando nuevas ideas y desarrollando sus habilidades y destrezas.

	Persona con iniciativa, con capacidad de reconocer las oportunidades para mejorar los procesos asignados.
Duración	Se recomienda al hospital tener al practicante durante los 6 meses de su pasantía, luego podrá designar a alguien del hospital para mantener la calidad implementada por el practicante.
Fuente: Propia	

9.3.1.6 Conclusiones del estudio técnico

El estudio técnico permite ver que para la implementación de las mejoras el espacio del hospital ya se encuentra adecuado, por tanto, solamente se tendría que hacer la adquisición de los equipos necesarios como lo son la impresora con sus cartuchos, el software de llamado, las bocinas para la sala de espera, las placas para la señalización, la papelería y también deberá hacer la contratación de la persona que se encargará de toda la implementación de la propuesta. Todos los materiales y recursos viables pues la mayoría se compran y tienen una larga vida útil, pero también el recurso humano nuevo el cual es el practicante es mucho menos complejo y costoso que contratar un médico, además, al final el hospital decide si encargar esto a alguien de un área específica que ya se encuentre laborando con ellos o mirando temas relacionados a la calidad o si desea contar con otra persona.

9.3.2 Estudio económico

9.3.2.1 Costos y gastos

Tabla 10. Costos y Gastos

Costo o Gasto	Valor	¿Cada cuánto se hará?
Adquisición del Software de llamado virtual	\$500.000	Mensual
Compra de las bocinas y las herramientas de instalación	\$2.000.000	Cuando se acabe la vida útil de las bocinas (5 años)
Compra de la Impresora	\$800.000	Cuando se termine la vida útil de la impresora
Compra de las placas de señalización	\$400.000	Cuando las placas estén deterioradas
Compra de cartuchos de tinta	\$120.000	Cuando se hayan realizado aproximadamente 1.000 impresiones
Compra de Papelería	\$200.000	Cuando se haya agotado
Nómina del Practicante (Incluidas Prestaciones)	\$1.300.000	Mensual
Persona Encargada de Instalar las Bocinas	\$300.000	Cada vez que se instalen las bocinas

Fuente: Propia

9.3.2.2 Presupuesto necesario para implementar la propuesta

Tabla 11. Presupuesto

Concepto	Presupuesto
Materiales e Insumos	\$720.000
Equipos y Tecnología	\$5.800.000
Mano de Obra	\$8.100.000
Total	\$14.620.000

Fuente: Propia

9.3.2.3 Depreciación de los activos fijos por el método de línea recta.

Tabla 12. Depreciación de activos fijos

Depreciación Activos Fijos							Valor rescate
Activo fijo	valor	Vida útil	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
impresora	\$ 800.000	5	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000
bocina	\$ 2.000.000	5	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000

Fuente: Propia

9.3.2.4 Ingresos indirectos y beneficios no cuantificables.

Implementar las propuestas de mejora con duración inicial de 6 meses tiene un costo de \$14.620.000 valor que se reduciría para los siguientes semestres pues no se tendría que volver a comprar los equipos, esto se hará solamente cuando se termine su vida útil, el contratar un nuevo médico para atender tiene un costo mensual promedio de \$4.300.000 según la página de empleo Indeed, así durante los 6 meses se pagaría \$25.800.000, si hacemos la comparación se invertiría \$11.180.000 menos si se elige la opción de las propuestas de mejora, y en los siguientes semestres el ahorro sería superior. En cuanto a beneficios no cuantificables se mejoraría la percepción de los pacientes en cuanto a su estadía en el área de urgencias.

9.3.2.5 Fuentes de financiamiento

Todo el proyecto será financiado por la entidad del estado encargada de asignar los presupuestos para los hospitales.

9.3.2.6 Conclusión del estudio económico

El estudio económico permite identificar que para gestionar los tiempos de espera en el área de urgencias dentro del hospital se debe contar con un presupuesto menor al que se debería tener si se contratará a un médico para la atención.

9.3.3 Estudio financiero

9.3.3.1 Costos y gastos proyectados

A continuación, se muestran los costos necesarios para el proyecto, los cuales se encuentran proyectados en a 6 meses de la implementación de las mejoras.

Tabla 13. Costos Proyectados

Costos Proyectados						
costo	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6
Adquisición del Software de llamado virtual	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000
Compra de las bocinas y las herramientas de instalación	\$ 2.000.000					
Compra de la Impresora	\$ 800.000					
Compra de las placas de señalización	\$ 400.000					
Compra de cartuchos de tinta	\$ 120.000		\$ 120.000		\$ 120.000	
Compra de Papelería	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Nómina del Practicante	\$ 1.300.00	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000

(Incluidas 0
Prestaciones)

Persona \$
Encargada 300.000
de Instalar las
Bocinas

Total	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	5.620.00	2.000.000	2.120.000	2.000.000	2.120.000	2.000.000
	0					

Fuente: Propia

9.3.3.1 VAN social

Para el cálculo del valor actual neto se tuvo en cuenta la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{+I_t + BN_t}{(1+i)^t} \quad (7)$$

Donde:

I_t = inversión en el tiempo t

BN_t = Beneficio Neto en el tiempo t

i = tasa de descuento

t = tiempo

En este caso la tasa de descuento se aplica según el documento 487 de la Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación, donde esta se encuentra que es del 9% al 12% que se aplica actualmente. Adicionalmente, como se puede observar en la tabla 23 el VAN da positivo, lo que quiere decir que el proyecto se puede ejecutar correctamente.

Tabla 14. VAN Social

VAN Social								
mes 0	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	Tasa de Descuento	VAN
\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	9%	\$
14.620.00	9.000.00	12.620.000	12.500.000	12.620.000	12.500.000	12.620.000		28.227.770,11
\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	12%	\$
14.620.00	9.000.00	12.620.000	12.500.000	12.620.000	12.500.000	12.620.000		57.239.785,43

Fuente: Propia

9.3.3.2 TIR social

La Tasa Interna de Retorno Social se calcula por medio de la fórmula:

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (8)$$

Por medio de la TIR social podemos identificar si es viable o no el proyecto, en este caso se puede identificar que el proyecto es viable ya que la TIR es mayor a la Tasa Social de Descuento, los que quiere decir que el proyecto se puede llevar a cabo, desarrollando las mejoras propuestas anteriormente.

Tabla 15. TIR Social

TIR Social							
mes 0	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	TIR
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	72%
	9.000.00	12.620.0	12.500.0	12.620.0	12.500.0	12.620.0	
\$	0	00	00	00	00	00	
(14.620.00							
0)							

Fuente: Propia

10. CONCLUSIONES

La atención en el área de urgencias del Hospital Santa Matilde en Madrid Cundinamarca para el triage 2 y 3 actualmente genera grandes colas para los pacientes y tiempos de espera que van en aumento a medida que van pasando las horas y llegan a superar e incluso ser el doble de los tiempos máximos establecidos para la atención de las personas a las que se les asigna estas prioridades las cuales son 15 minutos y 60 minutos respectivamente, además, los tiempos de atención de los médicos varía bastante entre los diferentes pacientes, esto genera que el servicio de salud no sea el adecuado para una entidad encargada de la salud de las personas.

Mediante las herramientas de calidad como el Lean Service, las 5's, el Just in Time, los KPI's y la metodología Kaizen, se pueden generar propuestas que busquen reducir los tiempos de espera en él las instalaciones del hospital, como Implementar un sistema de 5's para una atención más rápida por parte de los médicos dentro del consultorio, una estrategia Just in time para conocer los procesos, estandarizar los tiempos de atención y reducir los movimientos con un sistema de señalización, también proponer KPI's acordes a la atención en urgencias que permiten revisar constantemente como se encuentran los procesos y mediante una plantilla Kaizen revisar las posibles mejoras. Estas estrategias permiten reducir los tiempos en su tercera parte y generan tiempos de espera más cortos e incluso de 0.

El proyecto es viable por su costo y los resultados que arroja la TIR que es del 72% cuyo valor es menor a la Tasa Social de Descuento (12%), lo que genera más beneficioso que contratar a alguien para la atención en urgencias y los elementos necesarios para la implementación de la propuesta son fáciles de adquirir y usar para finalmente lograr el objetivo final de brindar un servicio de urgencias ágil y de alta calidad para los pacientes de Madrid Cundinamarca.

11. BIBLIOGRAFÍA

Barceló, J. (1996). Simulación de sistemas discretos (1st ed.). Madrid: Editorial Isdefe.

Carro, R. y González, D. (2012). Administración de la Calidad Total. Argentina: Editorial ao

Casserres, D., Conde, M., Martínez, R., y Alonso, A. (2016). Aplicación de la simulación discreta en el área de urgencias de una institución prestadora de servicios para disminuir pérdida de pacientes. *Revista Ingeniare*, 12(21), 55-71.

Ceballos, T., Velásquez, P., y Posada, J. (2014) Duracion de la estancia hospitalaria. Metodologías para su intervención. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 13(27): 274-295

Concejo Municipal de Madrid - Cundinamarca. (2018). Plan básico de ordenamiento territorial (017). Recuperado de <http://www.madrid-cundinamarca.gov.co/planes/plan-basico-de-ordenamiento-territorial>

Contreras, D., Gómez, O., Puentes, E., Garrido, F., Castro, M., y Fajardo, G. (2015). Waiting times for surgical and diagnostic procedures in public hospitals in mexico. *Salud Pública De México*, 57(1), 29-37.

Galazar, L., y Reinoso, C. (2017). Reducción de tiempos de espera mediante el uso de colas difusas en pacientes de consulta externa en un hospital de la ciudad de Guayaquil (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/24114>

Grimaldo, G., Silva, J., Espitia, M., y Chaparro, N. (2015). Simulación de un sistema de emergencias: Caso E.S.E. hospital san Rafael. Recuperado de <https://publicaciones.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/1028>

Gómez, F. (2011). Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente. Revista Universidad EAFIT, 44(150), 51-63.

Guevara, P., y Zambrano, A. (2017). Modelo de teoría de colas en el área de urgencias de la clínica belén de Fusagasugá. Recuperado de <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/530>

Hernández, M., Maravilla, J., García, A., Téllez J., y Rodríguez, I. (2018). Diseño de un Modelo de Simulación Discreta para proponer mejoras en el Área de Urgencias de un Hospital General en Veracruz. Misantra, 1, 53-64.

López, J., Montiel, M., y Raymundo Licon, R. (2006). Triage en el servicio de urgencias. medigraphic Artemisa. Medicina Interna de México, 22(4), 310-316.

Malagón, G., Galán, M., y Ponton, L. (2008). Administración Hospitalaria. Bogotá: Editorial Médica Internacional.

Marmolejo, S., Santana, F., Granillo, R., y Piedad, V. (2013). La simulación con FlexSim, una fuente alternativa para la toma de decisiones en las operaciones de un sistema híbrido. Científica, 17(1), 39-49.

Martínez, P., Martínez, J., Cavazos, J., y Nuño, J. (2016). Mejora en el tiempo de atención al paciente en una unidad de urgencias por medio de lean manufacturing. Nova scientia, 8(16), 2007-0705.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). Ley Estatutaria (1751). Recuperado de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%205596%20de%202015.pdf

Ministerio de Salud. (2019). "Pacientes e instituciones de salud deben tomar medidas para descongestionar las urgencias": viceministro González. (088). Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Pacientes-e-instituciones-de-salud-deben-tomar-medidas-para-descongestionar-las-urgencias-viceministro-Gonzalez.aspx>

Ministerio de Salud. (2019). Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Documents/Politica%20Nacional%20de%20Prestaci%C3%B3n%20de%20Servicios%20de%20Salud.pdf>

Ministerio de salud. (2019). Prestación de servicios (1122). Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/Prestacion-servicios-home.aspx>

Ministerio de salud. (2019). Triage (5596). Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/triage.aspx>

Moraleda, A., y Villalba, C. (2013). Modelado y Simulación de Eventos Discretos. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Ocampo, J., y Pavón, A. (2012). Integrando la metodología DMAIC de seis sigma con la simulación de eventos discretos en flexsim Environmental Defence Society. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jared_Ocampo/publication/264044270_Inte

[grando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim/links/0f31753cabeddc6450000000.pdf](http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/unison/3105)

Peraza, G. (2013). Introducción a la teoría de colas y su simulación (tesis de pregrado). Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, Mexico. Recuperado de <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/unison/3105>

Piraquive, G., Matamoros, M., Cespedes, E., & Rodriguez, J. (2018). Actualización de la tasa de rendimiento del capital en Colombia bajo la metodología de harberger. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/487.pdf>

Restrepo, J., Jaén, J., Espinal, J. y Zapata, P. (2018). Saturación en los servicios de urgencias: Análisis de cuatro hospitales de Medellín y simulación de estrategias. Revista Gerencia y Políticas de Salud, 17(34), 130.

Rodríguez, G. (2018). Optimización de servicios de urgencias en hospitales en base a simulación de sucesos discretos. Recuperado de <http://oa.upm.es/52473/>

Sirvent, J. M., Gil, M., Álvarez, T., Martín, S., Vila, N., Colomer, M. y Metje, T. (2016). Lean techniques to improve flow of critically ill patients in a health region with its epicenter in the intensive care unit of a reference hospital. Intensive Care Medicine. Medicina Intensiva, English Edition, 40(5), 266-272.

Suárez, G., Wagner, E., & Mac Dowall, C. (2018). Implementación de teoría de colas, estudio de tiempos y simulación para la empresa sushi pop. Recuperado de: <http://ojs.ctscafe.pe/ojs-3.1.0-1/index.php/ctscafe/article/view/129>

Távora, J. (2019). Aplicación de la teoría de colas para proponer mejoras en la atención del paciente en el servicio de farmacia del hospital III (tesis de pregrado).

Universidad de Piura, Perú. Recuperado de:
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1873>

Vega, L., Cardeñosa, E., Pérez, M., & Tapia, I. (2017). La teoría de colas en la consulta de ortopedia. *Revista Cubana Ortopedia y Traumatología*, 31(2

Velázquez, M., & Vinuesa, V. (2017). Aplicación de modelos de teorías de colas a la gestión asistencial en los centros de salud. *Enfermería Investiga*, 2(1), 2550-6692.

12. ANEXOS

Anexo A

Toma de Datos			
Dato	Hora	Tiempo entre llegadas (min)	Tiempo de atención (min)
1	8:00:00	1,54	15,4
2	8:01:32	2,6	9,04
3	8:04:08	3,03	13,16
4	8:07:10	3,1	5,28
5	8:10:16	7,5	4,01
6	8:17:46	4,06	12,04
7	8:21:50	4,9	5,25
8	8:26:44	4	3,12
9	8:30:44	4,78	3,5
10	8:35:31	1,3	7,11
11	8:36:49	1,07	14,2
12	8:37:53	2,6	5,01
13	8:40:29	4,3	8,1
14	8:44:47	4,6	6,22
15	8:49:23	2,04	3,15
16	8:51:25	4,79	6,34
17	8:56:13	3,7	6,01
18	8:59:55	0,9	7,09
19	9:00:49	7,8	7,32
20	9:08:37	2,78	8,1
21	9:11:23	6	15,6
22	9:17:23	3,6	21,52
23	9:20:59	1,2	12,2

24	9:22:11	6,7	9,27
25	9:28:53	5,26	17,09
26	9:34:09	2,1	25,2
27	9:36:15	5,4	5,05
28	9:41:39	3,8	15,22
29	9:45:27	2,7	5,07
30	9:48:09	3,79	6,44
31	9:51:56	4,09	8,48
32	9:56:02	5,9	4,02
33	10:01:56	3,54	9,5
34	10:05:28	4,9	13,08
35	10:10:22	3,8	20,13
36	10:14:10	4,8	10,04
37	10:18:58	0,9	12,09
38	10:19:52	2,9	5,03
39	10:22:46	3,9	8,23
40	10:26:40	5,25	14,7
41	10:31:55	5,1	3,56
42	10:37:01	4,9	13,9
43	10:41:55	4,7	4,33
44	10:46:37	4,5	20,5
45	10:51:07	3,2	3,01
46	10:54:19	1,7	11,5
47	10:56:01	0,5	5,3
48	10:56:31	1,2	6,11
49	10:57:43	3,5	3,04
50	11:01:13	2,9	8,2
51	11:04:07	4	4,46

52	11:08:07	2,07	4,09
53	11:10:11	6,2	7,21
54	11:16:23	4,1	6,54
55	11:20:29	1,56	5,5
56	11:22:03	3,89	13,09
57	11:25:56	6,1	32,02
58	11:32:02	2	3,3
59	11:34:02	1,9	7,2
60	11:35:56	1,12	3,59
61	11:37:04	6,2	9,6
62	11:43:16	5,2	10,2
63	11:48:28	0,8	6,07
64	11:49:16	2,23	9,21
65	11:51:29	6,09	6,03
66	11:57:35	1,5	6,15
67	11:59:05	2,5	4,1
68	12:01:35	2,88	6,15
69	12:04:28	2,52	5,08
70	12:06:59	4,08	13,5
71	12:11:04	2,1	4,09
72	12:13:10	1,98	8,37
73	12:15:08	8,2	9,43
74	12:23:20	6,23	4,35
75	12:29:34	0,3	20,51
76	12:29:52	4,7	6,45
77	12:34:34	2,3	10,58
78	12:36:52	3,87	8,45
79	12:40:44	2,3	9,25

80	12:43:02	2	8,07
81	12:45:02	1,76	10,48
82	12:46:48	3,1	13,04
83	12:49:54	2,8	5,56
84	12:52:42	4,43	9,05
85	12:57:08	6,87	12,58
86	13:04:00	4,65	6,8
87	13:08:39	5,02	15,1
88	13:13:40	5,1	12,43
89	13:18:46	0,5	11,54
90	13:19:16	2,31	8,12
91	13:21:35	4,03	10,7
92	13:25:37	1,07	12,03
93	13:26:41	1,56	17,18
94	13:28:14	7,6	19,04
95	13:35:50	2,45	6,34
96	13:38:17	2,02	10,01
97	13:40:19	2,98	7,35
98	13:43:17	7	5,4
99	13:50:17	4,23	11,56
100	13:54:31	3,1	12,48
101	13:57:37	3,54	8,03
102	14:01:10	4,07	6,14
103	14:05:14	2,5	9,02
104	14:07:44	4,7	15,25
105	14:12:26	1,5	13,01
106	14:13:56	0,8	10,45
107	14:14:44	4,3	3,26

108	14:19:02	3,12	4,45
Clientes que llegaron al sistema durante la toma de datos: 153			
Fuente: Propia			

Anexo B

Tiempos de Atención con Mejoras		
Dato	Hora	Tiempo de atención (min)
1	8:00:00	1,03
2	8:01:32	1,73
3	8:04:08	2,02
4	8:07:10	2,07
5	8:10:16	5,00
6	8:17:46	2,71
7	8:21:50	3,27
8	8:26:44	2,67
9	8:30:44	3,19
10	8:35:31	0,87
11	8:36:49	0,71
12	8:37:53	1,73
13	8:40:29	2,87
14	8:44:47	3,07
15	8:49:23	1,36
16	8:51:25	3,19
17	8:56:13	2,47
18	8:59:55	0,60
19	9:00:49	5,20

20	9:08:37	1,85
21	9:11:23	4,00
22	9:17:23	2,40
23	9:20:59	0,80
24	9:22:11	4,47
25	9:28:53	3,51
26	9:34:09	1,40
27	9:36:15	3,60
28	9:41:39	2,53
29	9:45:27	1,80
30	9:48:09	2,53
31	9:51:56	2,73
32	9:56:02	3,93
33	10:01:56	2,36
34	10:05:28	3,27
35	10:10:22	2,53
36	10:14:10	3,20
37	10:18:58	0,60
38	10:19:52	1,93
39	10:22:46	2,60
40	10:26:40	3,50
41	10:31:55	3,40
42	10:37:01	3,27
43	10:41:55	3,13
44	10:46:37	3,00
45	10:51:07	2,13
46	10:54:19	1,13
47	10:56:01	0,33

48	10:56:31	0,80
49	10:57:43	2,33
50	11:01:13	1,93
51	11:04:07	2,67
52	11:08:07	1,38
53	11:10:11	4,13
54	11:16:23	2,73
55	11:20:29	1,04
56	11:22:03	2,59
57	11:25:56	4,07
58	11:32:02	1,33
59	11:34:02	1,27
60	11:35:56	0,75
61	11:37:04	4,13
62	11:43:16	3,47
63	11:48:28	0,53
64	11:49:16	1,49
65	11:51:29	4,06
66	11:57:35	1,00
67	11:59:05	1,67
68	12:01:35	1,92
69	12:04:28	1,68
70	12:06:59	2,72
71	12:11:04	1,40
72	12:13:10	1,32
73	12:15:08	5,47
74	12:23:20	4,15
75	12:29:34	0,20

76	12:29:52	3,13
77	12:34:34	1,53
78	12:36:52	2,58
79	12:40:44	1,53
80	12:43:02	1,33
81	12:45:02	1,17
82	12:46:48	2,07
83	12:49:54	1,87
84	12:52:42	2,95
85	12:57:08	4,58
86	13:04:00	3,10
87	13:08:39	3,35
88	13:13:40	3,40
89	13:18:46	0,33
90	13:19:16	1,54
91	13:21:35	2,69
92	13:25:37	0,71
93	13:26:41	1,04
94	13:28:14	5,07
95	13:35:50	1,63
96	13:38:17	1,35
97	13:40:19	1,99
98	13:43:17	4,67
99	13:50:17	2,82
100	13:54:31	2,07
101	13:57:37	2,36
102	14:01:10	2,71
103	14:05:14	1,67

104	14:07:44	3,13
105	14:12:26	1,00
106	14:13:56	0,53
107	14:14:44	2,87
108	14:19:02	2,08
Fuente: Propia		