DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACION PARA LA MEJORA DE LA OPORTUNIDAD DE ATENCION EN URGENCIAS DE UNA CLINICA DE BARRANQUILLA.

NIXON DE JESÚS NÚÑEZ PÉREZ

UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC

POSGRADOS MAESTRÍA EN INGENIERÍA

BARRANQUILLA, COLOMBIA

2017

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACION PARA LA MEJORA DE LA OPORTUNIDAD DE ATENCION EN URGENCIAS DE UNA CLINICA DE BARRANQUILLA.

Ing. NIXON DE JESÚS NÚÑEZ PÉREZ

Trabajo de grado para optar al título de

MAGISTER EN INGENIERÍA CON ÉNFASIS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tutor: MSc. Logística integral MIGUEL ÁNGEL ORTIZ BARRIOS

Co-tutor: PhD(c) KATHERINNE PAOLA SALAS NAVARRO

UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC

POSGRADOS MAESTRÍA EN INGENIERÍA

BARRANQUILLA, COLOMBIA

2017

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACION

Nota de aceptación

_____

_____

_____

Jurado

_____

Jurado

Barranquilla, 6 de septiembre del 2017

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACION

Agradecimientos

A la universidad de la Costa CUC, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios en Maestría en Ingeniería énfasis Industrial, por su apoyo económico sin el cual no hubiera podido concluir estos estudios y por permitirme hacer parte de su planta de personal como docente medio tiempo en el departamento de Ciencias Básicas.

Al Magister en Logística Integral, Ing. **Miguel Ángel Ortiz Barrios,** por sus conocimientos, disposición apoyo y comprensión actuando no solo como director de esta tesis sino también como amigo y apoyo el cual con sus orientaciones ha influido en desarrollo de este trabajo y en el enriquecimiento de mi vida profesional y personal.

A la PhD (c)**. Katherinne Paola Salas Navarro,** por su apoyo orientación y dedicación a este proceso actuando como cotutora de tesis, proceso en el cual me ha brindado sus consejos y ha puesto su conocimiento en pro de su feliz culminación.

A mi **compañero de estudio Ingeniero Alexander Humberto Troncoso Palacio**, quien me ha colaborado en todo el desarrollo de mis estudios de magister y de una u otra forma me ha apoyado y aportado conocimiento para lograr la feliz culminación de estos.

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACION

DEDICATORIAS

A Dios por darme la sabiduría necesaria, fuerzas y el estado de salud requerido para llevar a cabo mis estudios y seguir por el sendero que me ayudó alcanzar este nuevo éxito para así lograr tener una mejor calidad de vida.

A mi esposa María teresa y a mi hijo Nixon Samuel por su amor incondicional, motivación apoyo y sacrificio con el cual me han dado la fortaleza necesaria para iniciar, cursar y terminar este nuevo proyecto de vida.

A mis padres hermanos y demás familiares, que me han brindado todo su apoyo han sido mis referentes y me han impulsado a seguir siempre adelante en el ámbito personal, familiar y profesional.

A mí personalmente por mantener el deseo de superarme cada día, por el esfuerzo el entusiasmo y la dedicación con la que asumo cada proyecto de mi vida siempre con la alegría que me caracteriza con la cual ha hecho que disfrute todo este proceso.

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACION

Resumen

El tiempo de espera es una medida de rendimiento crucial en los departamentos de A & E. En este sentido, los tiempos de espera más largos están relacionados con la baja satisfacción del paciente, altas tasas de mortalidad y complicaciones de salud física más graves. Este trabajo tiene como objetivo diseñar y pre-test de escenarios de mejora a la atención de la atención ED a través de la utilización de la simulación de eventos discretos (DES). En primer lugar, se realiza el análisis de datos de entrada. Posteriormente, se desarrolla y valida el modelo DES para establecer si es estadísticamente comparable con el mundo real. A continuación, se calculan y analizan los indicadores de rendimiento del sistema actual. Finalmente, las estrategias de mejora son propuestas y evaluadas mediante modelos de simulación y pruebas estadísticas. Se presenta un estudio de caso de un departamento de A & E de una clínica general del distrito para validar el marco propuesto. En particular, validaremos la eficacia de la introducción de un sistema de triaje (Escenario 3), una estrategia que no es actualmente adoptada por la clínica. Los resultados demostraron que los tiempos de espera podrían disminuir significativamente sobre la base de los enfoques propuestos en este documento.

Palabras clave: Simulación de eventos discretos. Accidentes y emergencias. Departamento de urgencias

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACION

Abstract

Waiting time is a crucial performance metric in A&E departments. In this regard, longer waiting times are related to low patient satisfaction, high mortality rates and more severe physical health complications. This paper aims to design and pretest improvement scenarios to ED care delivery via using Discrete Event Simulation (DES). First, input data analysis is carried out. Afterward, the DES model is developed and validated to establish whether it is statistically comparable with the real-world. Then, performance indicators of the current system are computed and analyzed. Finally, improvement strategies are proposed and evaluated by simulation modelling and statistical tests. A case study of an A&E department from a district general clinic is presented to validate the proposed framework. In particular, we will validate the effectiveness of introducing a triage system (Scenario 3), a strategy that is not currently adopted by the clinic. Results demonstrated that waiting times could be meaningfully diminished based on the proposed approaches within this paper.

Keywords. Discrete Event Simulation (DES) – Accident and Emergency (A&E) – Emergency Departments (EDs) – Healthcare

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACION

Contenido

Lista de tablas y figuras 12

Tablas 12

Figuras 13

Introducción 15

1. Problema de Investigación 20

2. Objetivos 25

2.1 Objetivo General. 25

2.2 Objetivos Específicos 25

3. Justificación 26

4. Metodología 28

5. Marco Teórico 32

5.1 Modelos de Simulación 32

5.1.1 Etapas de la simulación. 34

5.1.2 Modelos de simulación de eventos Discretos 36

5.1.3 Variables. 36

5.1.4 Casos de Aplicación en el sector salud. 37

5.2 Marco Conceptual 44

5.2.1 Análisis de entrada. 45

5.2.2 Prueba de independencia 46

5.2.3 Prueba de corridas. 47

5.2.4 Prueba de homogeneidad. 48

5.2.5 Prueba de Kruskal-Wallis. 49

5.2.6 Prueba ANOVA de un factor. 49

5.2.7 Prueba de bondad de ajuste. 50

5.2.8 Prueba de distribución de probabilidad. 50

5.2.9 Distribución exponencial. 51

5.2.10 Distribución Weibull. 51

5.2.11 Validación del modelo. 52

5.2.12 Análisis de salida. 56

5.2.13 Atención inicial de urgencias. 57

5.2.14 Servicio de urgencias. 57

5.2.15 Triage 1. 58

5.2.16 Triage 2. 58

5.2.17 Triage 3. 58

5.2.18 Triage 4. 59

5.2.19 Triage 5. 59

5.3 Marco Legal 59

5.3.1 Constitución política de Colombia artículo 49. 60

5.3.2 Ley 100 del 1993. 61

5.3.3 Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad (SOGC). 63

5.3.4 Artículo 4 de la resolución 5596 de 2015. 64

5.3.5 Categorías. 65

5.3.6 Personal responsable del triage. 69

5.3.7 Responsabilidades del personal que realiza el triage. 69

5.3.8 Relación de los procesos de atención en servicios de urgencias con la resolución 5596 de 2015. 70

5.3.9 Verificación de derechos de los usuarios. 71

5.3.10 Informe de la atención inicial de urgencias. 72

5.3.11 Solicitud de autorización de servicios posteriores a la atención inicial de urgencias. 72

5.3.12 Respuesta de autorización de servicios posteriores a la atención inicial de urgencias. 73

5.3.13 Responsabilidades de la institución prestadora de servicios de salud. 74

5.3.14 Ley 1438 del 2011. 75

5.3.15 Resolución 2003 del 2014. 76

6. Caracterización del Proceso de Atención de Urgencias 85

6.1 Análisis de entrada de datos 93

6.1.1 Prueba de homogeneidad 94

6.2 Pruebas bondad de ajuste para la variable tiempos entre llegadas 97

6.2.1 Distribución Exponencial 98

6.3 Análisis: Independencia Intravariable 98

6.4 Prueba de Homogeneidad 100

6.5 Prueba de bondad de ajuste para tiempos de estancia en urgencias 102

7 Diseño y Validación del Modelo de Simulación 103

7.1 Flujograma Del Proceso 103

7.2 Validación Del Modelo De Simulación 108

8 Conclusiones 119

8.1 Trabajos Futuros 120

Referencias 122

Anexos 132

Anexo 1. Número de pacientes atendidos en la clínica de estudio. 133

Anexo 2. Oportunidad de pacientes. 134

Anexo 3. Tiempos entre llegadas. 139

Anexo 4. Corridas para establecer validación del modelo de simulación. 143

Anexo 5. Tiempo de estancia y destino de los pacientes. 144

Lista de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1.1. Oportunidad en la atención en consulta de urgencias en el Atlántico y el promedio del país. 22

Tabla 4.2. Actividades a desarrollar para la consecución de los objetivos del proyecto de Investigación. 29

Tabla 5.3. Categoría de Triage. 66

Tabla 5.4. Personal Responsable Del Triage. 69

Tabla 6.5. Turnos de los médicos que laboran en el área de urgencias. 85

Tabla 6.6. Turno día. 86

Tabla 6.7. Turno nocturno. 86

Tabla 6.8. Turno Sustituto. 87

Tabla 6.9. Turno compartido. 88

Tabla 6.10. Anova para tiempos entre llagadas. 95

Tabla 6.11. Prueba de Kruskal-Wallis para tiempos entre llegadas. 95

Tabla 7.12. Anova estancia en urgencias. 101

Tabla 7.13. Oportunidad de atención simulada en el modelo. 108

Tabla 7.14. Pacientes atendidos mensualmente simulados en el modelo. 109

Tabla 7.15. Médicos atendiendo el triage. 114

Tabla 7.16. Médicos atendiendo en urgencias. 115

Tabla 7.17. Comparación de los cuatro escenarios de mejora. 116

Tabla 7.18. Indicadores financieros para escenarios de mejora. 118

Figuras

Figura 1.1. Evolución semestral de la oportunidad de atención - Departamento del Atlántico. 2012-2015. 22

Figura 1.2. Comparativo de la oportunidad de atención en la consulta de urgencia en el Atlántico el promedio del país.....23

Figura 1.3. Diagrama Causa Efecto baja satisfacción del usuario en el área de urgencias. 24

Figura 4.4. Marco metodológico para reducir la espera en el área de urgencias. 30

Figura 5.5. Responsabilidades del personal que realiza el triage. 70

Figura 6.6. Diagrama de proceso servicio de urgencias en clínica de Barranquilla. 90

Figura 6.7. Pacientes atendidos mensualmente durante los períodos 2013 - 2016 en el área de urgencias. 91

Figura 6.8. Tiempos de atención en el área de urgencias. 92

Figura 6.9. Grafica de corrida tiempos entre llegadas. 93

Figura 6.10. Gráfico de dispersión tiempos entre llegadas. 94

Figura 6.11. Distribución exponencial tiempos entre llegadas. 98

Figura 6.12. Gráfico de corrida tiempo de estancia en urgencias. 99

Figura 6.13. Grafica de cajas y bigotes. 100

Figura 6.14. Gráfico de dispersión tiempos de estancia. 101

Figura 6.15. Caja y bigotes para tiempo de estancias en urgencias. 102

Figura 6.16. Histograma para tiempos de estancias. 102

Figura 7.17. Diagrama de flujo atención de urgencias. 103

Figura 7.18. Modelo de simulación de eventos discretos aplicada al área de urgencias en una clínica en Barranquilla. 105

Figura 7.19. Gráfico de normalidad para número de pacientes atendidos mensualmente según modelo simulado..110

Figura 7.20. Diagrama de caja y bigotes comparación de medias modelo real y modelo simulado. 111

Figura 7.21. Oportunidad en la atención en el área de urgencias de una clínica en Barranquilla. 111

Figura 7.22. Diagrama causa efecto para determinar causas de congestión en urgencias. 112

Figura 7.23. Comparativo entre el modelo de simulación y el escenario1. 113

Figura 7.24. Comparación entre el modelo de simulación y el escenario 2. 113

Figura 7.25. Análisis comparativo entre el estado actual y Escenario 3. 114

Figura 7.26. Diagrama de cajas y bigotes comparativos diferentes escenarios propuestos. 117

Introducción

En la sociedad actual, es muy importante para todas las empresas, independiente de cuál sea su actividad económica, la eficiencia y la eficacia con la que prestan sus servicios. Las empresas comerciales pueden verse afectadas por la pérdida de clientes, debido a que estos deben disponer de tiempos de espera muy largos para que sean atendidos; en el caso de las empresas manufactureras, es muy importante para ellas medir y controlar los tiempos invertidos en el procesamiento de sus productos; de igual forma, para las empresas dedicadas al cuidado del salud y en particular los servicios de atención de urgencias, es muy importante reducir los tiempos de espera para la atención debido a que cumplen una función social que es vital en la mayoría de los casos.

Actualmente el sector salud es uno de los sectores que presentan mayor problemática a nivel mundial como lo expresan Frenk y Moon, (2014), los tres factores que más van a modelar la salud y la enfermedad a nivel internacional y que representan las mayores amenazas a nivel global. Por un lado, el reto aún pendiente que suponen las enfermedades infecciosas**,** y que determinan sobre todo el perfil de los problemas en las regiones de bajos ingresos, El segundo reto que mencionaba el artículo del *NEJM* (publicado bajo el título *Retos en la gobernanza de la salud global, 2013*) tiene que ver con el preocupante aumento de las llamadas enfermedades no comunicables, como el cáncer o las patologías cardiovasculares, que han dejado de ser amenazas exclusivas de los países ricos para emigrar a otros territorios con menos recursos a medida que éstos abrazan hábitos como el tabaquismo o una mala alimentación. Finalmente, el tercer fenómeno al que habrá que prestar atención como agente de cambio en los problemas de salud que serán protagonistas en el siglo XXI es la propia globalización. Muchas de las enfermedades que nos acompañarán (y que de hecho están ya con nosotros) no entienden de fronteras**,** como se

ha venido demostrando desde 2003 con la aparición de nuevas infecciones (SRAS, diversas gripes de origen animal, coronavirus...) que viajan fácilmente entre países gracias a los movimientos de población.

Todo esto contribuye a un desmedido aumento en la demanda de servicios médicos, siendo el servicio de urgencias una de las más afectadas por dicha problemática lo cual trae como consecuencias hacinamiento en estas áreas generando saturación en el sistema, demoras en la atención y aumento en la tasa de mortalidad. Esto se ve reflejado en la satisfacción de los pacientes, por lo cual es necesario diseñar un modelo que brinde a sus usuarios atención en el menor tiempo posible. Por tal motivo se consideró la realización de un modelo basado en simulación de eventos discretos y apoyados en modelos de teorías de colas, que permitan reducir los tiempos de espera de los pacientes en el área de urgencias de una Clínica de la ciudad de Barranquilla.

En los últimos años, se ha ampliado el uso de la simulación de eventos discretos (DES) para apoyar la evaluación de la salud y ha ganado prominencia creciente tal como lo indican en sus trabajos Brailsford, Harper, Patel y Pitt (2009) al igual que Fletcher y worthington (2009) y Gillespie, McClean, Garg, Barton Scotney y Fullerton (2016). Las razones de que los departamentos de A & E (Accidente y emergencias), que ocupan tan prominente importancia pueden atender a sus pacientes en plazos relativamente cortos como son requeridos para el tratamiento y la recopilación de datos correspondientes, así como la naturaleza comparativamente autónoma del departamento como estipulan Neil (2012) al igual que Wang, Eastock, McClean, liu y young (2013). Por otra parte, debido al aumento desmedido que ha tenido el sistema de salud en los últimos tiempos tratando a un gran número de pacientes, estos

departamentos atraen mucho público, así también a las entidades de vigilancia y control de los servicios médicos y los responsables políticos.

También se han utilizado otras técnicas para modelar el entorno sanitario. Por ejemplo, Lane, Monefeld y Rosenhead (2000), utilizan la dinámica de los sistemas para demostrar la interacción entre el departamento de A & E y el resto del hospital londinense. Además, Eatock, Clarke, Picton y young (2011) utilizaron un modelo dinámico estocástico que consistió en una medición ruidosa y un proceso dinámico estocástico de primer orden (AR), para modelar el rendimiento de los departamentos de emergencia utilizando datos de series de tiempo disponibles en un hospital londinense. Estos enfoques, que vinculan el desempeño de los departamentos de A & E con el mecanismo de llegada, así como con el resto del sistema hospitalario, resuenan bien con los modelos de simulación de A & E que buscan desarrollar nuevas estrategias para manejar las colas y la utilización de recursos.

Sin embargo, si bien existe una extensa literatura de investigación sobre simulación y modelación de A & E, todavía no se han desarrollado trabajos relacionado con el impacto de éstas estrategias. Mohiuddin et al. (2017). Llevaron a cabo una revisión sistemática del uso de la simulación de eventos discretos para el comportamiento de los pacientes en los departamentos de urgencias del Reino Unido y concluyó que "la simulación por computadora puede proporcionar un medio de pre- Entrega antes de su implementación de una manera segura y eficiente, lo cual contribuye a evaluar su impacto antes de la implementación" sin embargo la base de evidencia es pequeña y poco desarrollada.

En este trabajo se presenta un modelo de simulación de eventos discretos en los procesos de atención de urgencia del Departamento A&E de una Clínica de la ciudad de Barranquilla, motivado inicialmente por el deseo de establecer una línea base contra la cual se podrían evaluar

varias estrategias de racionalización. La novedad radica en la aplicación del DES para reducir los tiempos de espera en una clínica dedicada a las personas que sufren accidentes. Además, una vez desarrollado el modelo, las estrategias de mejora se pueden evaluar. En particular, se validó la eficacia de la introducción de un sistema de triage, una estrategia que no es actualmente adoptada por la clínica. También se realizó un esfuerzo por abordar las cuestiones identificadas por Mohiuddin et al. (2017), en particular con respecto al establecimiento de una línea de base que puede utilizarse para evaluar las estrategias de mejora propuestas.

En el desarrollo de la investigación se procedió a identificar todos aquellos elementos teóricos relacionados con las generalidades tanto del sistema de salud en Colombia, así como del área de urgencias de una clínica, además de los conceptos referentes a los modelos de simulación.

Seguidamente se elaboró un diagnóstico de la situación actual de los tiempos de espera del área de urgencias de una clínica de la ciudad de Barranquilla, se midieron los tiempos de espera a un número representativo de pacientes en los diferentes horarios de atención y se diseñó utilizando un software de simulación de eventos discretos, Arena versión 15, un modelo representativo de la atención actual en el área urgencias.

Una vez diseñado el modelo de atención se validó con los datos reales tomados del trabajo de campo, se procedió a realizar análisis de sensibilidad, haciendo modificaciones en las variables de entrada como son modo de atención, turnos de trabajo y clasificación de los pacientes que acuden al área de urgencias. Todo ello en busca de mejorar la oportunidad de atención en el servicio.

Este trabajo se estructura de la siguiente forma. En el primer capítulo se presentan las generalidades del proyecto a través de la Introducción, el planteamiento del problema, justificación, objetivos y la metodología utilizada. En el segundo capítulo se aborda el desarrollo de los modelos de simulación de eventos discretos, a partir del estado del arte, marco conceptual y marco legal. Seguidamente, en el tercer capítulo, se muestra la caracterización del proceso de urgencia en una clínica de la ciudad de Barranquilla. En el cuarto capítulo se presenta el diseño del modelo de atención de urgencias, con sus respectivas pruebas de validación estadísticas y corridas del mismo, para presentar los resultados y sus análisis. Finalmente, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones y trabajos futuros que puedan derivarse de esta investigación.

1. Problema de Investigación

La salud puede ser entendida, en una primera aproximación, como **"un estado de equilibrio no solamente físico, sino también psíquico y espiritual¨.** En este sentido se puede decir que la salud es uno de los anhelos más esenciales del ser humano, y constituye la cualidad previa para satisfacer cualquier otra necesidad o aspiración de bienestar y felicidad (Feíto, 2000).

En Colombia, el Estado debe garantizar a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud. Corresponde al Estado organizar, dirigir y reglamentar la prestación de servicios de salud a los habitantes y de saneamiento ambiental conforme a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad. También, establecer las políticas para la prestación de servicios de salud por entidades privadas, y ejercer su vigilancia y control (Const., 1991, art. 49).

Con lo anterior, se puede recalcar la necesidad que tienen las personas de aliviar lo más pronto posible cualquier dolencia o síntoma desconocido que presenten, y por ello tratan de recurrir de inmediato a un centro de urgencias. Una respuesta rápida en este nivel contribuye a la disminución de la mortalidad, la incapacidad, secuelas y riesgos inherentes al proceso patológico que origina la demanda de atención y disminuye la congestión en los servicios de urgencias. Por ello, es necesario medir la respuesta de los proveedores a través del indicador de oportunidad de la atención en consulta de urgencias; el cual, es directamente proporcional al acceso a los servicios ambulatorios y su resolutividad, lo cual es vital para la seguridad y efectividad de la atención en salud a los usuarios.

En el Área Metropolitana de Barranquilla se cuenta con un total de 938 centros de salud entre hospitales, clínicas y centros primarios de salud existen 11 EPS subsidiadas y 16 EPS

contributivas, la red prestadora de servicios del distrito cuenta con 1597 camas adulto, 412 camas en unidad de cuidados intensivos, 318 en unidades de cuidados intermedios, 36 para cuidados de quemados (Secretaria de salud pública, 2015).

Toda la oferta disponible para el área metropolitana de Barranquilla es porcentualmente muy baja para la población existente, y si se tiene en cuenta que esta área es destino de remisión de pacientes de toda la región costera de Colombia; esto genera que a un gran número de personas se les dificulte recibir una atención oportuna y de calidad (Secretaria de salud pública, 2015).

Es así, cuando al analizar el caso de la ciudad de Barranquilla (Colombia), se demuestra que últimamente los centros de urgencia de las IPS´s presentan frecuentes colapsos y tiempos de espera cada vez más largos, lo cual es evidente al analizar la oportunidad de la atención en consulta de urgencias de esta región donde resalta el hecho en el cual un paciente que acude a solicitar este servicio en el departamento del Atlántico tiende a esperar en promedio 29,86 minutos en la sala de urgencias para poder ser atendido. Esta oportunidad de atención está por encima de la media nacional la cual se reportó en el segundo semestre de 2014 en 27,7 minutos. Además, nuestra ciudad se ubica como la 5ta región con la peor atención en la consulta de este servicio (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Cabe resaltar que al analizar el comportamiento de la oportunidad de la atención en consulta de urgencias para cada semestre (Figura **1**), se presenta que tiene tendencia de crecimiento de 3,08 minutos por cada año transcurrido.

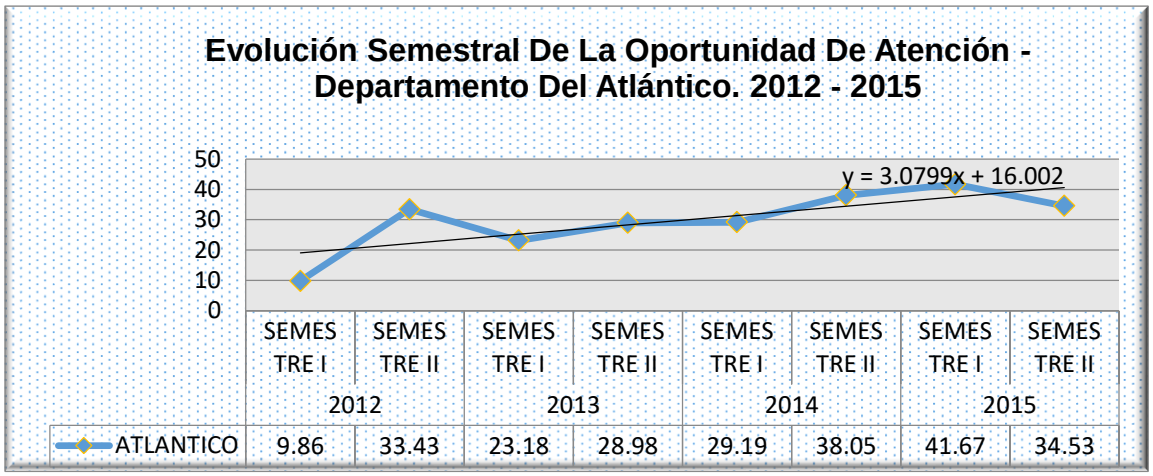

Figura 1. *Evolución semestral de la oportunidad de atención - Departamento del Atlántico2012-2015*
Fuente: Ministerio de Salud y protección Social (2016).

Tabla 1.
Oportunidad en la atención en consulta de urgencias en el Atlántico y el promedio del país.

DEPARTAMENTO	PERIODOS							
	2012		2013		2014		2015	
	SEMESTRE I	SEMESTRE II	SEMESTRE I	SEMESTRE II	SEMESTRE I	SEMESTRE II	SEMESTRE I	SEMESTRE II
ATLANTICO	9,86	33,43	23,18	28,98	29,19	38,05	41,67	34,53
PROMEDIO DEL PAIS	12,82	28,49	32,74	31,36	34,24	23,28	32,65	28,64

Nota: muestra un comparativo entre los tiempos de atención en consulta de urgencias del departamento del atlántico y el promedio del país, en los años 2012 al 2015 donde se evidencia un aumento gradual con el pasar de los semestres. Elaboración (N. Nuñez, 2017).

A continuación, se procede a graficar la tendencia en el departamento del Atlántico y el resto del país (Figura 2), la cual muestra que la tasa de crecimiento de la oportunidad de atención en consulta de urgencias en el departamento del atlántico (3,0799) es mayor a la tasa de crecimiento del país (1,2624) lo cual evidencia que por cada semestre que transcurra, las personas en el departamento del Atlántico tenderán en promedio a esperar 3,08 minutos adicionales al promedio actual.

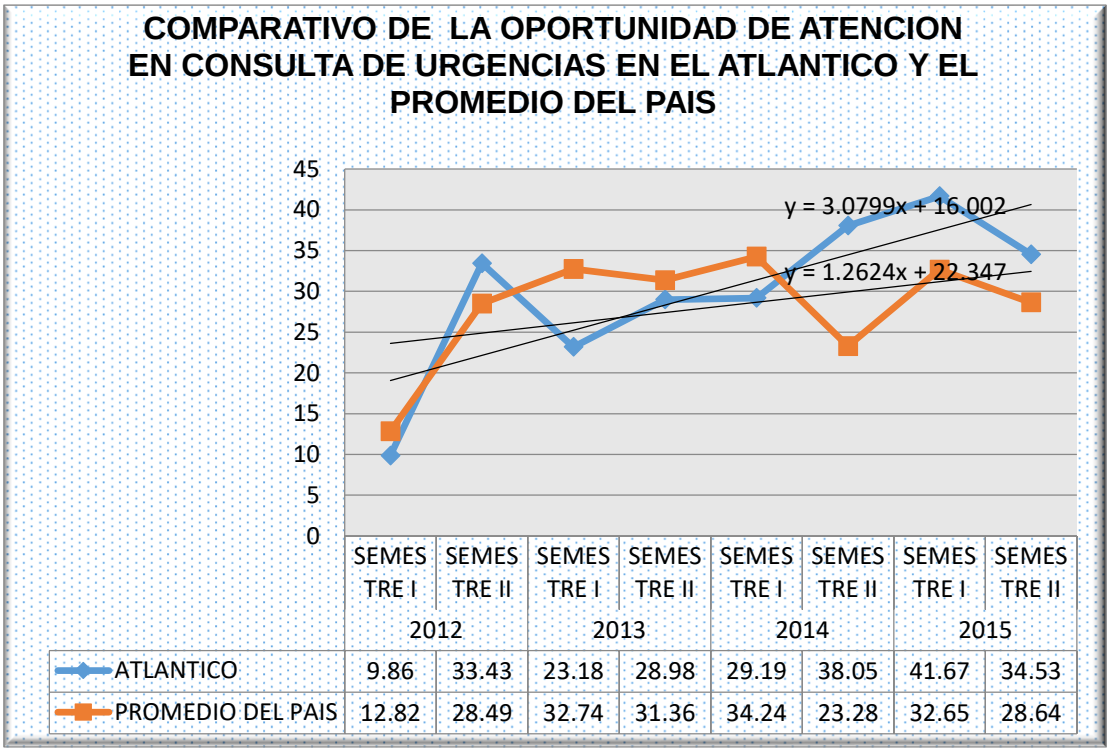

Figura 2. *Comparativo de la oportunidad de atención en la consulta de urgencia en el Atlántico el promedio del país.*
Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social (2015).

Muchos son Los factores que causan insatisfacción en los pacientes en el área de urgencia como se evidencia en (Ver Figura 3).

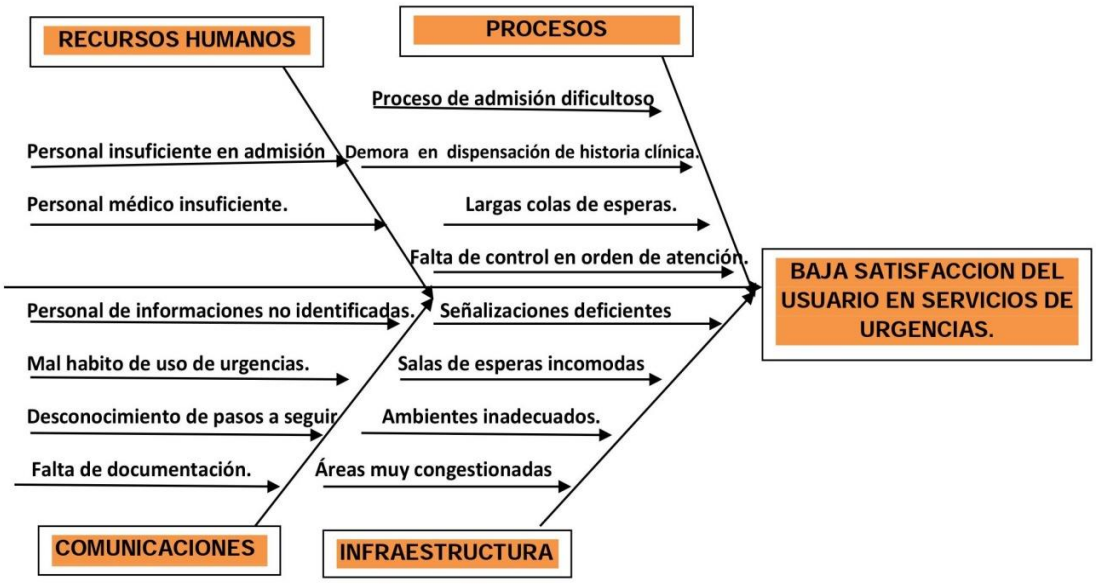

Figura 3. *Diagrama Causa Efecto baja satisfacción del usuario en el área de urgencias.*
Fuente: SIAU (Sistema de Atención al Usuario).

Con base en lo anterior, la insatisfacción apreciada por un gran número de usuarios del sistema de salud existente se hace manifiesta en todos los ámbitos sociales por la capacidad precaria de las instituciones para ofrecer una atención oportuna y de calidad que brinde satisfacción a los pacientes, lo cual conlleva a que éstos tengan que esperar demasiado para recibir el servicio requerido.

Por todo lo anterior nos planteamos la siguiente pregunta:

¿De qué manera se puede mejorar la oportunidad en la atención de urgencias por medio de la simulación de procesos?

2. Objetivos

2.1 Objetivo General.

- Mejorar la oportunidad de atención en el servicio de Urgencias de una clínica de Barranquilla por medio de simulación de eventos discretos.

2.2 Objetivos Específicos.

- Caracterizar el servicio de Urgencias y su oportunidad en la atención teniendo en cuenta criterios técnicos y legales.
- Diseñar y validar un modelo de simulación de eventos discretos para el proceso actual de atención en Urgencias.
- Proponer escenarios de mejora y evaluar su efectividad en términos de oportunidad en la atención.

3. Justificación

En Colombia, con el establecimiento de la Ley 100 de 1993 y el Decreto 1011 de 2006, se introdujo el principio de calidad: bajo el cual se contempla la necesidad de crear mecanismos de control a los servicios de salud, para garantizar a los usuarios la calidad en la atención oportuna, personalizada, humanizada, integral y continua.

En Barranquilla, la región Caribe y Colombia en general, Día a día se presenta una mayor demanda de servicios sanitarios y no existe la capacidad de atención requerida, o un proceso que garantice un flujo normal de pacientes sin generación excesiva de colas, no existe por lo tanto tiempos mínimos de permanencia en el sistema, lo cual conlleva a que haya inconformidad de los usuarios con el servicio. Por este hecho, surge la necesidad de visionar un servicio de salud de alta calidad, a bajo costo y con una gestión administrativa cuyo enfoque hacia la productividad y competitividad pueda incursionar y apoyarse en nuevas tecnologías, orientada a la toma de decisiones relacionadas con la planificación y previsión de recursos: físicos, económicos y de personal, entre otros (Gafaro, Mallor y Azcarate, 2014).

Diseñar un modelo de simulación en el área de urgencias de una clínica en la ciudad de Barranquilla es una labor apremiante ya que esta es una clínica categoría 4 lo que representa una atención de alta complejidad dedicada en un alto porcentaje a la atención de toda clase de accidentes, razón por la cual se hace necesario que tenga una atención oportuna y eficiente ya que la demora en este servicio representa un hecho vital para la recuperación de la salud e incluso para la conservación de la vida de un gran número de pacientes que son conducidos al área de urgencia de esta clínica cuando sufren algún tipo de accidentes.

Un modelo de atención de urgencias aplicado a la simulación de eventos discretos contribuirá a simular en el sistema la atención existente en esta área de la clínica una vez representada esta atención se validara esta información para compararla con la realidad y seguidamente se procederá a realizar un análisis de sensibilidad con miras a disminuir los tiempos de atención que brinda la clínica con el fin de mejorar la atención, aumentar la oportunidad a los pacientes y así lograr la satisfacción del cliente y contribuir de manera oportuna en la conservación de la vida y la salud de todos los usuario del sistema.

Según Muhammet y Guneri (2015), muchas instituciones prestadora de salud están recurriendo a el uso de modelos matemáticos y métodos de optimización como mecanismos de caracterización, análisis, evaluación y selección de alternativas, en la toma de decisiones de atención de la salud, especialmente en la mejora de los procesos, para garantizar la satisfacción del cliente y lograr una economía en la prestación de servicios y tecnologías para el diagnóstico y la atención de salud, donde la simulación juega un papel clave para alcanzar estos objetivos.

Igualmente, muchos autores proponen en sus trabajos futuros aplicar el uso de modelos de simulación de eventos discretos en la atención oportuna en las áreas de urgencias, a este respecto, se encontró que varios artículos estaban relacionados con el uso de herramientas de simulación para mejorar el desempeño en diferentes áreas y procesos de salud, como relatan Coelli, Ferreira, Almeida y Pereira (2007),

En base a todo lo anterior se justifica la aplicación de un modelo de simulación de eventos discretos aplicado al área de urgencia de una clínica en la ciudad de barranquilla para disminuir el tiempo de atención en urgencias y brindar así una atención oportuna logrando con ello una mayor satisfacción en todos sus pacientes.

4. Metodología

Este proyecto de investigación es de tipo exploratorio descriptivo, ya que dentro del área de urgencias se consultará con el personal operativo y administrativo el modelo de funcionamiento actual del área de urgencias de la clínica. También será de tipo documental respecto a la revisión de los documentos ya existentes creados por la empresa, para conocer y analizar el estado actual en el que se encuentra el área de estudio. Se considera también como un estudio de caso porque pretende mejorar las condiciones actuales en el área de urgencias de la clínica en estudio.

Además, durante el trabajo de campo, se medirán los tiempos de espera a un número representativo de pacientes en los diferentes horarios de atención cronometrando el tiempo desde su llegada al área de urgencias hasta el inicio de la consulta por parte de los médicos encargados; para esto se utilizarán algunos formatos de recolección de información, tales como listas de chequeo y fichas de observación.

De acuerdo con lo anterior, se infiere que las fuentes para la recolección de la información son fuentes primarias ya que dentro del trabajo de campo se realizarán entrevistas a los líderes de cada subproceso involucrado en la Unidad de Urgencias y mediante la observación directa y el análisis de la información suministrada se propondrá el rediseño de procesos y la simulación de los mismos por medio del software Arena versión 15. Esto a fin de realizar el respectivo análisis de las variables que influyen en los procesos y demostrar la mejora de los mismos.

Para el desarrollo de los objetivos de la investigación, a continuación, se proponen las actividades procedimentales a realizar durante la ejecución del proyecto, junto con los métodos a utilizar para lograr el alcance de ellos.

Tabla 2.
Actividades a desarrollar para la consecución de los objetivos del proyecto de Investigación.

Objetivo	Actividad	Método
Objetivo 1. Caracterizar el servicio de Urgencias y su oportunidad en la atención teniendo en cuenta criterios técnicos y legales.	Conceptualización de los procesos que involucran el servicio de urgencias de una clínica en barranquilla	Observación directa
	Recolección de la información pertinente para el análisis de procesos	Toma de tiempos y observación directa
	Diagnóstico o evaluación de las condiciones actuales de los procesos del área de urgencias de la clínica	Observación directa, entrevistas listas de chequeo y análisis de los datos estadísticos
	Análisis estadístico a través de la prueba de Independencia Intravariable	Prueba estadística de corridas, utilizando software Minitab 17
	Análisis estadístico a través de la prueba de aleatoriedad	Prueba estadística de corridas, utilizando software Statgraphics
	Análisis estadístico a través de la prueba de homogeneidad	Prueba estadística de Kruskal-Wallis y ANOVA de un factor, utilizando software Statgraphics
	Análisis estadístico a través de la prueba de bondad de ajuste	Prueba estadística de distribución de probabilidad, utilizando software Input Analyzer
Objetivo 2. Diseñar y validar un modelo de simulación de eventos discretos para el proceso actual de atención en Urgencias.	Simular el estado actual del área urgencias de la clínica	Aplicación del Software de simulación Arena versión 15.0
	Validación del modelo de simulación.	Prueba de Mann-Whitney y la simulación de eventos discretos.
Objetivo 3. Proponer escenarios de mejora y evaluar su efectividad en términos de oportunidad en la atención.	Proponer escenarios de mejora para la reducción en los tiempos de espera en el área de urgencias	Simulación de eventos discretos y prueba de Mann-Whitney
	Elaborar conclusiones y proponer trabajos futuros	Documento escrito.
	Documentar y entregar el informe final del proyecto de grado	Documento escrito.

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017).

Es necesario asegurar que este modelo de simulación, es estadísticamente equivalente al sistema del mundo real. En este sentido, todos los datos deben ser rigurosamente validados y los procesos deben ser caracterizados de manera efectiva. Por otra parte, si el modelo no proporciona una buena representación del departamento de A & E (Accidentes y emergencias), no se pueden

realizar más análisis y, por lo tanto, las estrategias de mejora no pueden ser creadas y probadas de forma adecuada.

Se ha desarrollado una metodología de cinco etapas con el propósito de ser aplicada en otros departamentos de A & E (ver la Fig. 4).

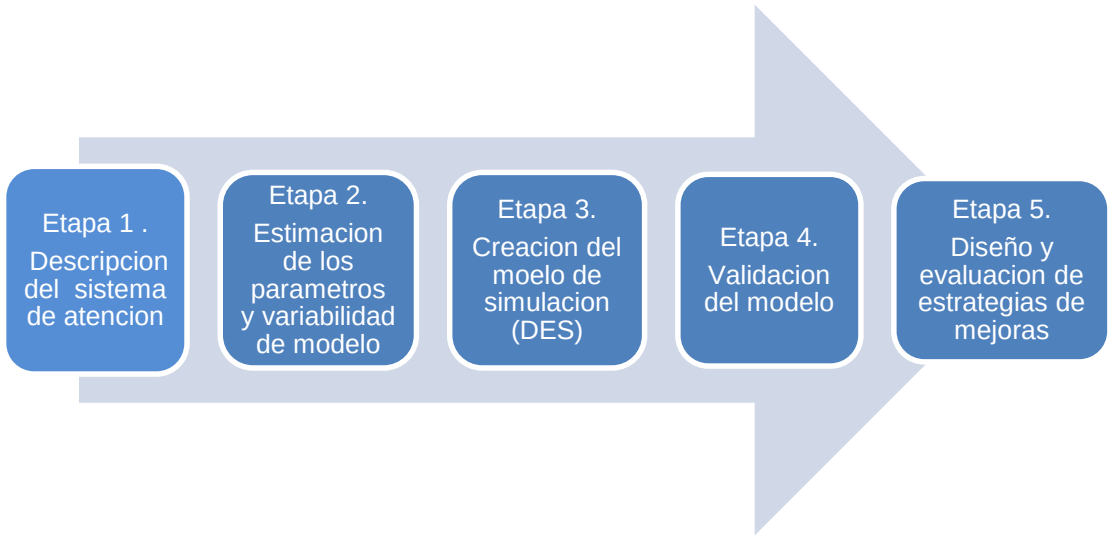

Figura 4. *Marco metodológico para reducir la espera en el área de urgencias.*
Fuente: Elaboración (N. Nuñez, 2017).

Este marco metodológico inicia con la descripción del sistema (Etapa1) donde se les solicitó a los profesionales del área de la salud y demás integrantes de la institución información relacionada con el flujo de este proceso, sus proveedores, clientes, entradas y salidas afín de disponer de una descripción detallada sobre cómo se realiza el proceso de atención del área de urgencias de esta clínica. Seguidamente, en la etapa 2, se realizó la estimación de los parámetros y variabilidad del modelo, además de identificar los datos (variables de proceso y parámetros) los cuales fueron recolectados y analizados mediante pruebas intra-variables, pruebas de homogeneidad y bondad de ajuste. Esto es importante para ofrecer modelos más realistas que

incorporen variabilidad de acuerdo con el sistema del mundo real (Comas, Palacio, Mendoza y Taborda, 2016).

Posteriormente, se creó un modelo de simulación de eventos discretos (DES), con la ayuda del software de simulación Arena versión 15 (Etapa 3). La animación proporcionada por el software facilita el compromiso con los gerentes de salud y sustenta la toma de decisiones en los procesos relacionados a la utilización de los recursos, el análisis del desempeño y la identificación de los cuellos de botella como lo estipulan Barrios, Caballero y Sánchez (2015). Después de esto, el modelo fue rigurosamente validado mediante pruebas estadísticas para determinar si era equivalente al sistema real con un nivel de confianza del 95% y error del 5%. Por último, se elaboró un análisis de sensibilidad (Etapa 4) en el modelo diseñado para evaluar posibles mejoras en el sistema de atención de urgencias antes de su implementación de una manera segura y eficiente como lo indica Mohiuddin et al (2017).

5. Marco Teórico

5.1 Modelos de Simulación

La simulación se define como el acto de representar un sistema real para que ciertas características clave o comportamientos puedan describirse con eficacia Rodríguez, Serano, Monleon y Caroc (2008).

Otros autores han definido la simulación como: “Proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema” (Viñuela et al., 2005). Consiste en diseñar un modelo matemático de un sistema real y experimentar diversas posibilidades con él, para determinar el comportamiento de dicho sistema, así como evaluar diversas estrategias para que de esta manera se pueda optimizar el comportamiento del mismo (Coss, 1982).

La simulación es una herramienta adecuada para el análisis y la ayuda a la toma de decisiones, por su capacidad para modelar estas relaciones y los factores aleatorios inherentes a estos sistemas, esta permite explorar múltiples opciones sin la necesidad de una inversión de recursos importantes, y sin degradar el nivel del sistema (Gvash et al., 2005).

El uso de modelos matemáticos y métodos de optimización como mecanismos de caracterización, análisis, evaluación y selección de alternativas, tiene una acogida cada vez más importante en la toma de decisiones de atención de la salud Muhammet y Guneri (2015).

Especialmente en la mejora de los procesos, para garantizar la satisfacción del cliente y lograr una economía en la prestación de servicios y tecnologías para el diagnóstico y la atención de salud, donde la simulación juega un papel clave para alcanzar estos objetivos.

Existen varios tipos de modelos de simulación que son muy utilizados para modelar sistema de atención en salud. Velásquez, Rodríguez y Jaen-Posada (2011), desarrollaron una revisión bibliográfica en la que enumeran los problemas más comunes encontrados en los servicios de urgencias, la revisión revelo que las metodologías más usada son; Simulación de eventos discretos (35%), programación matemática que abarca problemas de optimización (31%), la dinámica del sistema (18%), los métodos de optimización heurísticos y meta-heurísticos (8%), sistema basados en agentes(5%), y la simulación Montecarlo (3%); todos estas investigaciones han estado orientadas a el estudio de problemas como largos tiempos de espera, optimización de tiempos de atención, y aumento desmedido de la demanda en eventos de calamidad o desastres naturales, encontrando que muy pocos son los resultados que se han logrado implementar satisfactoriamente, como aportes futuros se sugiere la necesidad de enfoques que evalúen los problemas con un .enfoque multisistemico, donde se evalué la creciente demanda versus la capacidad de las instituciones para abordarlas.

Al igual que García, García, Gálvez y Rodríguez (2012), que sostienen que las herramientas desarrolladas por la investigación de operaciones de mayor aporte en la resolución de problemas presentados en el sector de la salud, son los modelos de decisiones basados en arboles de decisiones, las cadenas de Markov y los modelos de simulación de eventos discretos, así como la programación lineal, los modelos unicriterios y multicriterios, el análisis por jerarquías y la minería de datos.

5.1.1 Etapas de la simulación.

De acuerdo al planteamiento de Banks et al, (2005), el proceso de simulación es extenso dado que, etapas como la recolección de la información deben hacerse lo más precisa posible de manera que los datos obtenidos sean verídicos y no se altere el resultado de la simulación, lo que conlleva una inversión en tiempo y dinero que repercute en la economía de la organización, por ello es estrictamente necesario definir el problema, objetivos y limitantes del sistema de manera que se pueda tener la seguridad de que la herramienta a aplicar es simulación. Banks et al (2005), hace referencia a una etapa inicial llamada formulación del problema, Hillier & Lieberman (2010), coincide con él en los componentes de ésta. García, García & Cárdenas (2006), nombran esta etapa como definición del sistema bajo estudio. Por su parte, Blanco & Fajardo (2003), plantean como inicio del proceso de simulación la elaboración del plan de estudio en el que incluye actividades ya mencionadas por Banks et al (2005), definir los objetivos de la simulación definir cómo se va a medir su desempeño, la información que se espera obtener del modelo o la importancia de la decisión a tomar a partir del modelo. (Coss Bu, 1998) divide este paso en dos, el primero que comprende el análisis preliminar del sistema, teniendo en cuenta sus restricciones y se determinan las interacciones entre el sistema, además las medidas de efectividad y resultados esperados, el otro incluye la definición de las variables que forman parte del sistema y los diagramas de flujo que describen el modelo.

Banks et al (2005), define la siguiente etapa como el Ajuste de los objetivos y el plan general del proyecto para luego establecer la conceptualización del modelo, en este punto concuerda con Blanco & Fajardo (2003), donde muestran que éste debe ser ajustado de manera progresiva, haciendo mejoras a su proceso. Por su parte García, García, & Cárdenas (2006),

plantean que se debe definir el gráfico que representa el modelo haciendo uso de la creatividad y reflejando la realidad del problema a tratar. Seguidamente sigue la recolección de la información requerida para la construcción del modelo, la cual ocupa gran parte del tiempo y es fundamental en la realización del modelo y depende del sistema en el que se va a trabajar (Hillier & Lieberman, 2010). Para Coss Bu (1998), la etapa siguiente es la implementación del modelo en la computadora, en ésta también enuncia la relevancia de definir qué lenguaje será el usado en la computadora, de esta manera coincide con (Banks et al 2005).

Luego viene la etapa de validación (Banks et al (2005), García, García & Cárdenas (2006), quienes argumentan que es necesario realizar una serie de pruebas de manera que se pueda cotejar el comportamiento del modelo y su semejanza con la realidad. En seguida prosigue el "diseño experimental", donde se deben determinar las alternativas a simular, teniendo en cuenta el número de simulaciones que han sido completadas y analizadas. En este punto García, García & Cárdenas (2006), y Coss Bu (1998), dicen que una vez obtenidos los resultados de los escenarios planteados, es necesario realizar análisis de sensibilidad para comparar los que presenten los mejores resultados. Aquí es importante definir la longitud de corrida y el número de estas. Hillier & Lieberman, (2010), define que la longitud de corrida es directamente proporcional a la precisión de las estimaciones. García, García & Cárdenas (2006), hacen referencia a la necesidad de realizar réplicas al modelo o hacer más largo el tiempo de cada corrida, dependiendo de lo requiera el mismo. Finalmente, Banks et al. (2005), hace referencia a la documentación del programa en la que quede la evidencia para las personas que lo utilicen y posteriores tomas de decisiones. Hillier & Lieberman (2010), indican que se debe realizar una serie de recomendaciones y realizar un informe, este debe resumir la manera como se realizó el

estudio y los resultados arrojados por el mismo. Y por último es la ejecución de las propuestas planteadas.

5.1.2 Modelos de simulación de eventos Discretos

La simulación de eventos discretos, es una herramienta de análisis que se difunde muy rápidamente en el ambiente empresarial comprobando su utilidad para apoyar la toma de decisiones relacionadas con la planeación de la producción y los inventaros y con el diseño de los sistemas de producción y sus cadenas de suministro (Guasch, Piera y Figueras,2003) Considerando la definición antes mencionada, la simulación puede realizarse desde la perspectiva real o computacional. Es por ello que los modelos de simulación de eventos discretos, (DES), se ha convertido en una alternativa cada vez más utilizada para abordar una gran variedad de problemas tanto en el ámbito productivo como también en la prestación de servicios entre ellos los relacionados con la salud.

Es así como el DES asiste en el desarrollo y experimentación de modelos computacionales que representan sistemas complejos, con el objetivo de caracterizar su comportamiento Gómez, Quintana y Ávila (2015), así como analizar escenarios para la mejora del desempeño de los sistemas actuales antes de su implementación.

5.1.3 Variables.

Son los elementos que definen el comportamiento del sistema y que son relevantes para su funcionamiento, con las cuales éste es representado de manera genérica. Se puede establecer tres

tipos de variables como son las mencionadas por Calderón (2003), pueden ser: De decisión, son las que describen el estado del sistema en cualquier instante y definen su comportamiento. De respuesta: Son las variables cuyo valor se trata de predecir a través del modelo. Exógenas: Afectan el comportamiento del sistema, no son afectados por el sistema.

5.1.4 Casos de Aplicación en el sector salud.

En la literatura científica existen diferentes estudios relacionados con la aplicación del DES en diferentes áreas y procesos sanitarios, incluyendo sus combinaciones con otras técnicas de modelización. En este sentido, destacaron los estudios científicos que analizaron la literatura existente sobre el uso de la simulación y el modelado de procesos en la atención de la salud, desde una perspectiva multidimensional Brailsford, Harper, Patel y Pitt (2009). A este respecto, se encontró que varios artículos estaban relacionados con el uso de herramientas de simulación para mejorar el desempeño en diferentes áreas y procesos de salud, como relatan Coelli, Ferreira, Almeida y Pereira (2007),

Así mismo un trabajo realizado en el instituto brasileño del cáncer, ubicado en la ciudad de Rio de Janeiro Brasil donde desarrollaron un (DES) para el análisis del desempeño de la clínica de mamografías, todo esto aplicado a la reducción del tiempo de planificación y los tiempos de espera del servicio como en la radioterapia como lo expresan Werker, Saure, French y Shechter (2009) en el trabajo realizado en el tratamiento de la radioterapia en la British Columbia Cáncer Agency cuyo propósito fue mostrar cómo se puede utilizar un modelo de simulacion de eventos discretos (DES) para representar este complejo proceso y sugerir mejoras que puedan reducir el tiempo de planificación y en última instancia reducirlos tiempos de espera totales.

Villamizar, Coelli, Pereira y Almeida (2011), desarrollaron un modelo informático para analizar el desempeño de una clínica estándar de fisioterapia en la ciudad de Rio de Janeiro Brasil y utilizaron (DES) para simular la oportunidad de atención de la clínica, por su parte Ortiz, y López (2016), desarrollaron un modelo de simulacion de eventos discretos (DES), para reducir los tiempos de espera para la mejora de proceso en un departamento de medicina interna ambulatoria, al igual que Mocarzel, Shelton, Uyan, Perez Jimenez y DePagter (2013), quienes estipulan que la planificación táctica de los recursos en las clínicas de atención médica se refiere a la planificación electiva de la admisión del paciente y a la asignación a medio plazo de las capacidades de los recursos. Sus principales objetivos son lograr un acceso equitativo a los pacientes, atender al número de pacientes acordado estratégicamente y utilizar los recursos de manera eficiente.

También se llevan a cabo proyectos en procesos altamente complejos como la ginecología y la obstetricia, con el objetivo de mejorar los horarios de citas, contribuir a la satisfacción del paciente y reducir la tasa de mortalidad materna e infantil (Ortiz, McClean, Nugent y Castillo 2016).

Pitt, Monks, Crowe y Vasilakis (2015) examinaron la amplitud de los enfoques disponibles para apoyar la prestación y diseño de diversas áreas y niveles de la planificación de la asistencia sanitaria, a partir de un estudio de caso en atención de accidente cerebro-vascular.

Además, el DES se ha utilizado para analizar los indicadores clave de rendimiento, como el tiempo total dedicado al sistema por las diversas categorías de usuarios. Se presenta una metodología que utiliza interactivamente la simulación de sistemas, la estimación de la función objetivo y la optimización para calcular y validar la configuración óptima de los servidores. Esta

metodología constituye el núcleo de un sistema eficaz de apoyo a la toma de decisiones para los administradores de la salud. En este trabajo se describe una aplicación de la metodología propuesta y muestra su eficacia en la mejora de la gestión de un centro de transfusión (De Angelis, Felici y Impelluso, 2003).

También se ha utilizado DES en el diseño de instalaciones y redes de atención sanitaria Swisher, Jacobson, Janela, Seabra y Méndez (2003), y en la reducción de los plazos de realización Ortiz, McClean, Nugent y Castillo (2016). Y Granja, Almeda-Lobo, Janela, Seabra y Méndez (2014). Igualmente se utilizó DES En otro trabajo, Elkhuizzen, Das, Bakker y Hontelez (2007), en el cual se desarrollaron modelos generales aplicables para analizar la capacidad necesaria en las instalaciones hospitalarias basadas en citas.

Sambeek, Joustra, Das, Bakker y Maas (2015) analizan los altos tiempos de acceso para las instalaciones de RM tienen un impacto negativo en la calidad de la atención y el servicio al paciente. Dado que estos recursos son escasos y costosos, una mejor utilización de la capacidad es la forma más económica de reducir estos tiempos de acceso. La demora de minimización en las clínicas ambulatorias (Araidah, Boran y Wahsheh, 2012), la mejora de los tiempos de espera de los pacientes (Ortiz, y López, 2016) y según el trabajo de (Aeenparast, Tabibi, Shahanaghi y Aryanejhad, 2013), cuyo oobjetivo fue proporcionar un modelo para reducir el tiempo de espera de pacientes ambulatorios mediante simulación.

El uso de la simulación como herramienta de toma de decisiones ayuda a decidir cómo se podrían reducir el tiempo de espera del paciente ambulatorio. En los trabajos mencionados anteriormente, se han identificado ineficiencias operativas y se han logrado mejoras significativas mediante el uso de la técnica DES. También se identificó que el DES puede

combinarse con otras técnicas de Programación lineal (De Angelis, et al.). y (Granja, et al) Dinámica de sistemas.

La simulación de eventos discretos (DES) y la dinámica del sistema (SD), se utilizan conjuntamente para abordar un importante problema de salud, la infección de transmisión sexual Chlamydia (Viana, Brailsford, Harindra y Harper, 2014).

Además, la simulación de eventos discretos (DES) y lean son enfoques que tienen una motivación similar: mejora de procesos y prestación de servicios. Ambos se utilizan para ayudar a mejorar la prestación de atención sanitaria, pero rara vez se utilizan juntos. Un artículo explora desde una perspectiva teórica y una perspectiva empírica los posibles roles complementarios de DES y la metodología Lean en salud. El objetivo es aumentar el impacto de ambos enfoques en la mejora de los sistemas sanitarios (Robinson, Radnorb, Burgessc y Worthington, 2012). Y (Nasiri, 2009).

La optimización del manejo de la farmacia ambulatoria estudiada mediante el desarrollo de una DES y técnica de simulación de colas adecuadas (Bahadi, Mohammadnejhad, Ravangard y Teymourzzadeh, 2014) y el modelado basado en agentes, un informe ofrece una visión general de los métodos comunes de simulación dinámica de modelado y ejemplos de intervenciones de sistemas de atención de la salud en los que tales métodos podrían ser útiles (Marshall et al 2015). En cuanto al campo de investigación de este trabajo, que está orientado a las aplicaciones de DES en A & E y ED, sólo unos pocos estudios están disponibles. Por ejemplo, un análisis del flujo de pacientes dentro de departamentos de emergencia (DE) se realizó en un hospital situado en el Reino Unido (Mohiuddin et al 2017).

Otra aplicación presenta un estudio de simulación por computadora para mejorar la calidad de la atención en el servicio de urgencias de un hospital comunitario en Lexington, Kentucky. El modelo de simulación es capaz de evaluar la calidad de la atención en términos de duración de la estancia, tiempos de espera y fuga del paciente y ha sido validado comparándolo con los datos recogidos en el servicio de urgencias. También se han llevado a cabo análisis de sensibilidad para investigar el impacto de la mano de obra y el equipo de diagnóstico sobre el rendimiento de calidad (Zeng, Lupia, leug, Kuo y Grahan, 2014).

Eatock et al. (2013.), realizó un estudio en un servicio de urgencias ubicado en el Reino Unido mediante la aplicación de DES para caracterizar, analizar y mejorar la duración de la estancia, considerando las normas operativas exigidas por el gobierno. Asimismo, otro artículo presenta un estudio de caso sobre la aplicación de la simulación para analizar los flujos de pacientes en un servicio de urgencias de un hospital de Hong Kong. El propósito de este trabajo fue analizar el impacto de las mejoras realizadas en el sistema después de la reubicación del servicio de urgencias (Rado, lupia, Leung y Grahan 2014).

Otras obras interesantes se pueden encontrar en un artículo que analiza la eficiencia de los departamentos de emergencia (DE) en el manejo de las oleadas de pacientes durante los tiempos de desastre usando los recursos disponibles. Muchos ED requieren recursos adicionales para superar los cuellos de botella en los sistemas de emergencia. Se supone que las DES consideran la opción del personal temporal de despachar, entre otras opciones, para responder a un aumento de la demanda o incluso la contratación temporal de personal médico no hospitalario. La simulación de eventos discretos (DES), un método de simulación bien conocido y basado en la idea de modelado de procesos, se utiliza para establecer operaciones de ED y modelos relacionados con la gestión. En este estudio, se desarrolla un modelo DES para investigar y

analizar un ED en condiciones normales y un ED en un escenario de desastre que toma en consideración un mayor flujo de víctimas de desastres (Gul y Guneri, 2015).

El diseño para Six Sigma (DFSS) se ha implementado en diferentes industrias como una metodología para diseñar o rediseñar procesos. En este documento, DFSS se utiliza para desarrollar un proceso de selección de un servicio de urgencias (DE) en un hospital jordano. Diferentes medidas de desempeño, como la duración de la estancia (LOS) y el tiempo de espera (WT), se emplean para evaluar el desempeño del hospital ED antes y después del proceso de selección (Mandahawi, shihabi, abdallah y Alfarah, 2010).

Sin embargo, teniendo en cuenta la revisión de la literatura presentada en (Mandahawi, et al. (2011) y los resultados derivados de este estudio, todavía se ha hecho poco sobre el impacto de las estrategias de mejora en los DE mediante el uso de simulación. Esto, a pesar de proporcionar un medio para evaluar los cambios en la atención de la atención del parto antes de la implementación de una manera eficaz. Por lo tanto, este trabajo representa una fuente de referencia tanto para ED y A & E gestores al evaluar posibles escenarios de mejora de la reducción del tiempo de espera del paciente.

Muhammet y Guneri (2015), realizaron una revisión de la literatura de artículos enfocados al uso de modelos de simulación para resolver diferentes problemas a los que se ven enfrentados clínicas y hospitales, hicieron una revisión de 106 artículos relacionados con el tema encontrando varios modelos y formas de afrontar la problemática: 5% de todos los documentos de revisión son sobre el (ED), en el 95% de ellas se utilizó DES. La gran mayoría de Los estudios se realizan en EE.UU., Reino Unido y Canadá. Como aporte al estado del arte se siguiere que este modelo aplicado se debería orientar más a mejorar la eficiencia y la calidad del servicio vinculado con

los gastos financieros e interrelacionar más la parte administrativa con la parte investigativa para que así haya una mayor aplicación de estos modelos a la resolución de los problemas estudiados. En Colombia también se han realizados varios estudios en clínicas y hospitales para resolver los inconvenientes que se presentan en la prestación de los servicios médicos.

En un estudio realizado en un hospital de Cartagena Colombia, El objetivo de la investigación es simular los eventos discretos presentes en el servicio de urgencias de un hospital, luego de identificar las causas principales de la congestión y hacer un análisis del sistema a través de las medidas de rendimientos de la teoría de líneas de espera; se simulan escenarios para establecer el recurso restrictivo en el sistema de urgencias y hacer una propuesta de mejora. Se sugiere hacer un análisis de las capacidades del personal que está asignado en esta área para definir si es el más capacitado (Medina, Monterrosa, Arrieta y Canchila, 2013).

Un modelo de simulación que describe el procedimiento actual de Atención del Área de Urgencias y Hospitalización del Centro de Atención Médica Inmediata (CAMI) DIANA TURBAY, Entidad Prestadora de Salud de Primer Nivel de carácter oficial en la ciudad de Bogotá. Con el modelo de simulación y el análisis estadístico el CAMI Diana Turbay realizó un ajuste a la propuesta inicial de estructuración del procedimiento del Triage presentada por la Oficina de Gestión Pública y auto control del Hospital Rafael Uribe Uribe, ya que se definió un parámetro objetivo para la determinación de los tiempos estándares de atención en las diferentes etapas del servicio de urgencias y hospitalización, los cuales pueden aportar al análisis que actualmente se realiza en el marco del Proyecto de remodelación y ampliación del CAMI, que incluye los servicios de urgencias y hospitalización (Pantoja, y Garavito, 2008).

5.2 Marco Conceptual

La simulación es una técnica computacional que permite representar sistema en forma dinámica, teniendo en cuenta la naturaleza estocástica de algunos procesos. El comportamiento variable del sistema en el tiempo (componente dinámico), es considerado en el análisis, al igual que la aleatoriedad de los posibles eventos que pueden ocurrir (componente estocástico), durante el desarrollo de la simulación; desde una perspectiva analítica (Pantojas y Garavito, 2008).

El concepto de modelo es uno de los aspectos más importante en un proyecto de simulación, el modelo nos proporciona la base de la documentación del fenómeno de estudio, el primer trabajo conocido utilizando modelo de simulación fue realizado por Platt en 1916. Este pionero discute las dificultades de evaluar la eficiencia y el éxito de los esfuerzos de tratamiento para las enfermedades venéreas (Furian, 2015).

En términos generales, en todo modelo matemático se pueden determinar 3 fases:

- Construcción del modelo.
- Análisis del modelo.
- Interpretación del análisis matemático (aplicación de los resultados del estudio matemático al objeto inicial no matemático).

Para el análisis de los datos se debe realizar una discriminación por periodos de tiempo y grupos definidos de variables, a fin de determinar si existían comportamientos estadísticamente diferentes en cada uno de éstos. (Pérez & Riaño, 2007).

Según Trujillo, Vallejo & Becerra (2010), en el diseño de la metodología para el análisis de datos se realiza en primera instancia un análisis estadístico de entrada, con el fin de identificar el comportamiento factorial del sistema intra e inter variable, luego se realizan las pruebas de

homogeneidad, cuya prueba utilizada para este fin es la prueba no-paramétrica de diferencia de N medias de Kruskal-Wallis (Conover, 2000) y finalmente la prueba de bondad de ajuste. En esta última en particular, la prueba Kolmogorov-Smirnov (Law & Kelton, 2000) para aquellos casos en que su versión corregida existe, además su propósito es obtener distribuciones de probabilidad para representar las variables de decisión. Esta representación ofrece mucha mayor información que un análisis a partir de promedios o cotas inferior y superior (Law, 2003).

5.2.1 Análisis de entrada.

En esta etapa se estudian los datos recolectados referentes a las variables definidas previamente con el fin de establecer su comportamiento estadístico y que serán introducidos en el software de simulación de manera que se pueda asegurar que los parámetros de la simulación funcionan de manera correcta de acuerdo al comportamiento original del sistema. Consiste en identificar una familia de distribución que se ajuste a los datos iníciales tomados en el trabajo de campo.

Existen dos grandes grupos de pruebas de significación estadística, el referido a las paramétricas y el relacionado con las no paramétricas con rasgos distintivos que las caracterizan. Los más importantes son el cumplimiento o incumplimiento de determinados supuestos (normalidad, homogeneidad e independencia), de las variables y, finalmente, el número de sujetos que conforman el estudio (muestra).

Las pruebas de tipo paramétrico están sometidas a determinadas condiciones de aplicación, normalmente: normalidad, homogeneidad e independencia (Tejedor, 1999).

Con Ximénez y San Martín (2000: 31) entendemos por normalidad el ajuste de los datos, en mayor o menor medida, a la curva normal; por independencia el que las “n” observaciones hayan sido aleatoriamente extraídas y sean independientes entre sí; y por homogeneidad que las varianzas de las distribuciones intervinientes sean homogéneas.

5.2.2 Prueba de independencia.

De acuerdo con Calderón (2003), esta prueba busca establecer la relación que existe entre el ordenamiento de una secuencia de números aleatorios, de acuerdo al tiempo de generación.

Una muestra aleatoria es un subconjunto de una población seleccionado mediante un proceso según el cual todas las muestras de un tamaño determinado tienen las mismas probabilidades de ocurrir. En estadística, una muestra aleatoria se utiliza para hacer generalizaciones, o inferencias, sobre una población. Chou y Armer (1990), una muestra debe recogerse de forma aleatoria para que represente fielmente a toda la población de la que proviene. Se debe planificar cuidadosamente su proceso de recolección de datos para asegurarse de que la muestra sea aleatoria. Además, el proceso o la población de donde se toman los datos deben ser estables. Las muestras deben ser aleatorias para eliminar el sesgo de selección. Sesgo de selección significa que algunos sujetos tienen más probabilidades de estar en la muestra que otros sujetos. Si la muestra es sesgada, usted solo podrá hacer inferencias acerca de los sujetos de la muestra, no acerca de toda la población.

Las dos pruebas para determinar la aleatoriedad (prueba para determinar el número de corridas arriba y abajo y la prueba para determinar el número de corridas con respecto a la mediana) detectan tendencias, oscilación, mezclas y conglomerados en los datos. Los patrones en

los datos indican que la variación observada se debe a causas que surgen fuera del sistema y se pueden corregir. Sin embargo, la variación de causa común es la variación que es inherente al proceso; es decir, forma parte de él. Un proceso está bajo control cuando solamente causas comunes -no causas especiales- afectan la salida del proceso. Un patrón normal para un proceso bajo control es uno de aleatoriedad. Si solo existen causas comunes de variación en su proceso, los datos exhibirán un comportamiento aleatorio (Chou y Armer 1990).

Teniendo en cuenta que la prueba de aleatoriedad posee varias herramientas estadísticas solo abarcaremos las usadas en este proyecto.

5.2.3 Prueba de corridas.

Después de recoger los datos, una manera de comprobar si los datos son aleatorios es mediante el uso de una prueba de corridas para buscar un patrón en los datos en el tiempo.

Esta prueba se basa en el número de corridas arriba o abajo —que aumentan o disminuyen. Tal como la define esta prueba, una corrida consiste en uno o más puntos consecutivos en la misma dirección. Una corrida nueva comienza cada vez que hay un cambio de dirección (bien sea ascendente o descendente) en la secuencia de datos. La prueba para determinar el número de corridas arriba o abajo es sensible a dos tipos de comportamiento no aleatorio - oscilación y tendencias, según Suarez (1995), cuando el número de corridas observado es:

- Mayor que el número de corridas esperado, entonces puede tratarse de una oscilación.
- Menor que el número de corridas esperado, entonces puede tratarse de una tendencia.

La prueba es sensible a dos tipos de comportamiento no aleatorio: mezclas y conglomerados. Las mezclas se caracterizan por la ausencia de puntos cercanos a la mediana. Los conglomerados son grupos de puntos con valores similares.

Cuando el número de corridas observado es:

- Mayor que el número de corridas esperado, entonces puede tratarse de mezclas.
- Menor que el número de corridas esperado, entonces puede tratarse de conglomerados.

5.2.4 Prueba de homogeneidad.

Según Mongue & Pérez (2000), estas pruebas se realizan con el fin de establecer si dos muestras aleatorias proceden de una misma población.

La hipótesis de que las m poblaciones son homogéneas, se traduce en que cada conjunto $A_{j.}$ Debe tener una probabilidad teórica P_j, desconocida, pero que no varía de la población i a la población j'. Esto debe verificarse para todas las categorías, i., las categorías deben ser homogéneas en las diversas muestras.

Así pues, las hipótesis de la prueba serán:

Hipótesis nula: Las muestras son homogéneas. La clasificación de las observaciones según los valores de la variable es independiente de la clasificación en muestras.

Hipótesis alternativa: Las muestras no son homogéneas. La clasificación de las observaciones según los valores de la variable no es independiente de la clasificación en muestras.

Teniendo en cuenta que la prueba de homogeneidad posee varias herramientas estadísticas solo abarcaremos las usadas en este proyecto.

5.2.5 Prueba de Kruskal-Wallis.

Se utiliza la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si las medianas de dos o más grupos difieren cuando tenga datos que no sean simétricos, como es el caso de los datos asimétricos (Zapata, 2010).

La prueba de Kruskal-Wallis es una alternativa no paramétrica al ANOVA de un solo factor. La prueba no requiere que los datos sean normales, sino que utilice la clasificación de los valores de los datos en lugar del valor real de los datos para el análisis.

Para Kruskal-Wallis, las hipótesis son:

H_0. Todas las medianas de las poblaciones son iguales

H_1. Todas las medianas de las poblaciones no son iguales

5.2.6 Prueba ANOVA de un factor.

Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente (Betanero, 2001).

Para ejecutar un ANOVA, debe tener una variable de respuesta continua y al menos un factor categórico con dos o más niveles. Los análisis ANOVA requieren datos de poblaciones que sigan una distribución aproximadamente normal con varianzas iguales entre los niveles de factores. Sin embargo, los procedimientos de ANOVA funcionan bastante bien incluso cuando se

viola el supuesto de normalidad, a menos que una o más de las distribuciones sean muy asimétricas o si las varianzas son bastante diferentes. Las transformaciones del conjunto de datos original pueden corregir estas violaciones.

5.2.7 Prueba de bondad de ajuste.

Para (Marques Dos Santos, 2011) esta prueba busca probar de manera estadística que la distribución de la frecuencia observada se ajusta con alguna distribución teórica conocida.

Los contrastes o pruebas de bondad del ajuste tienen como objeto decidir si puede aceptarse la hipótesis de que una muestra dada procede de una población con una distribución de probabilidad totalmente especificada en la hipótesis nula. Estos contrastes se basan en la comparación de las frecuencias observadas en la muestra con aquellas que cabría esperar si la hipótesis nula fuera cierta. La hipótesis nula se rechaza si existe una diferencia significativa entre las frecuencias observadas y las esperadas.

Teniendo en cuenta que la prueba de bondad posee varias herramientas estadísticas solo abarcaremos las usadas en este proyecto.

5.2.8 Prueba de distribución de probabilidad.

Una distribución de probabilidad la podemos concebir como una distribución teórica de frecuencia, es decir, es una distribución que describe como se espera que varíen los resultados. Dado que esta clase de distribuciones se ocupan de las expectativas son modelos de gran utilidad para hacer inferencias y tomar decisiones en condiciones de incertidumbre (Suarez, 1995).

Teniendo en cuenta que la prueba de distribución de probabilidad posee varias herramientas estadísticas solo abarcaremos las usadas en este proyecto.

5.2.9 Distribución exponencial.

Se utiliza la distribución exponencial para modelar procesos de Poisson, en los cuales los eventos ocurren de manera continua e independiente a una tasa constante. Esta distribución tiene una amplia gama de aplicaciones, que incluyen el análisis de fiabilidad de productos y sistemas, teorías de colas y cadenas de Markov. La distribución exponencial de 1 parámetro se define por su parámetro de escala. La distribución exponencial de 2 parámetros se define por su parámetro de escala y de valor umbral. El parámetro umbral, λ, de ser positivo, desplaza la distribución en una distancia λ a la derecha. (Gausch et al., 2005).

5.2.10 Distribución Weibull.

La distribución de Weibull es una distribución versátil que se puede utilizar para modelar una amplia gama de aplicaciones en ingeniería, investigación médica, control de calidad, finanzas y climatología. Por ejemplo, la distribución se utiliza frecuentemente en análisis de fiabilidad para modelar datos de tiempo para falla, como la probabilidad de que una parte falle después de uno, dos o más años. La distribución de Weibull también se utiliza para modelar datos asimétricos del proceso en el análisis de capacidad**.** Según Gausch et al. (2005), la distribución de Weibull se describe según los parámetros de forma, escala y valor umbral. El caso en que el parámetro de valor umbral es cero se conoce como la distribución de Weibull de 2

parámetros. La distribución de Weibull se define solo para variables no negativas. Dependiendo de los valores de los parámetros, la distribución de Weibull puede adoptar varias formas.

Debido a que la distribución de Weibull puede asumir las características de otros tipos de distribución, es extremadamente flexible para ajustar diferentes tipos de datos.

5.2.11 Validación del modelo.

En este paso se busca realizar pruebas experimentales para cotejar si el modelo es una representación fidedigna o semejante del sistema real, esto se hace mediante la comparación de la información de salida del modelo o resultados obtenidos de la simulación previa contra los datos observados reales. Con esto se busca que los parámetros de las variables y la estructura lógica del modelo sean representados de manera correcta en el ordenador. Cuando se encuentran diferencias, estas son usadas junto con el conocimiento adquirido, para mejorar el modelo. Este proceso se repite hasta que la exactitud del modelo sea aceptable (lo más cercano a la realidad). (Suarez, 1995).

De acuerdo con lo que indica Garavito (2012), la validación del modelo se realiza para desarrollar un nivel aceptable de confianza de que las inferencias sacadas del desempeño del modelo son correctas y aplican al sistema real. Dependiendo del modelo a simular se sugiere hacer prototipos para verlos en funcionamiento. Se recomiendan las siguientes formas de validación para el modelo a simular: Una de las tareas más importantes y difíciles en la simulación es la validación del modelo. Las salidas del modelo se van a utilizar para obtener conclusiones para el sistema real, por lo que es muy importante que se confíe en el modelo para garantizar que éste va a ser utilizado, y esto va a ser trabajo de las personas que desarrollan el

modelo. Dado que el modelo es una abstracción del sistema real debemos preguntarnos si existe una correspondencia entre el sistema real y el modelo.

La validación se refiere a la construcción de un modelo correcto. La validación es el proceso de determinar si el modelo, como abstracción, es una buena representación del sistema.

Usualmente la validación se consigue a través de la calibración del modelo, en un proceso iterativo de comparación del comportamiento del modelo con el del sistema y usar las diferencias entre ambos para mejorar el modelo. Este proceso se repite hasta que el modelo se considera aceptable.

Cuando construimos un modelo de un sistema real, se atraviesan una serie de etapas o niveles de modelización. Se comienza estudiando el sistema real y a continuación se construye un modelo conceptual que contiene todos los elementos que se consideran relevantes del sistema. Desde este se pasa a un modelo lógico que contiene las relaciones lógicas entre los elementos. Por último, se construye el modelo de ordenador (o modelo de simulación) que ejecuta la lógica recogida en la fase anterior.

El desarrollo del modelo es un proceso iterativo en el que hay sucesivos refinamientos en cada etapa. El paso entre las distintas etapas está marcado por el éxito o fracaso al realizar la verificación y la validación en las mismas.

Cuando se valida un modelo se establece que el modelo es una representación creíble del sistema real, cuando se verifica un modelo se determina si la lógica del modelo ha sido correctamente implementada. Dado que los objetivos de la verificación y de la validación son diferentes también lo son las técnicas para realizarlos. Se han de establecer una serie de criterios que sirvan para decidir si el modelo supera o no los procesos de verificación y validación. Se ha de tener presente que en un modelo se pueden excluir aspectos del sistema real que se cree que

no son importantes para responder a las cuestiones planteadas sobre el sistema y que el modelo debe responder, de forma que en fases tempranas se ha de fijar también cuáles son dichas cuestiones.

Para construir el modelo conceptual se necesita identificar aquellos elementos del sistema real que van a ser incluidos en el modelo, así como los sucesos que ocurren. En esta etapa se deben identificar las variables exógenas y endógenas, sucesos externos, variables de estado y medidas de ejecución. Después de identificar dichos elementos se han de presentar a los usuarios y administradores del sistema para establecer que el modelo contiene los aspectos necesarios del sistema para responder a las cuestiones planteadas. Vemos que la validación comienza desde la primera etapa de desarrollo del modelo.

Una vez que se tiene el modelo conceptual se pasa a desarrollar el modelo lógico, el cual incorpora los elementos, sucesos y variables incluidas en el modelo anterior. Puede ocurrir que durante esta etapa se descubran fallos en el modelo conceptual, lo cual implicaría una nueva revisión del modelo.

El proceso de comprar el modelo lógico con modelo conceptual implica validación y verificación. El modelo lógico debe ser una representación adecuada de la lógica del modelo conceptual.

Una vez que el modelo ha sido programado, se ha de verificar que como tal programa no contiene errores y que es una correcta representación del modelo lógico. Para terminar, se ha de validar el modelo comprobando que es una correcta representación del sistema real y por tanto puede responder de forma fiable a las cuestiones planteadas en la fase de construcción del modelo conceptual.

Un error que puede darse en los modelos de simulación es que ante la ocurrencia de un suceso no haya un cambio adecuado en las medidas de ejecución. Un método para verificar que las estadísticas y las medidas de ejecución se modifican adecuadamente, consiste en asociar con cada suceso una lista completa de todas las estadísticas y medidas que se ven afectadas por la ocurrencia de dicho suceso.

En algunos lenguajes de simulación (GPSS, SIMAN, SIMSCRIPT, ARENA), algunos tipos de medidas se recogen automáticamente cuando se ejecuta la simulación, de forma que al ser esto transparente al analista, se reduce la probabilidad de errores estadísticos. Ha de quedar claro que la validación no es algo que se ha de hacer cuando el modelo ha sido desarrollado, sino que ha de hacerse desde el principio.

Comparación de los resultados de salida del modelo con los del sistema real Este método se podrá aplicar en aquellos casos en los que el sistema exista y se pueda experimentar con él de forma que se obtengan datos de salida del mismo.

Este método consiste en ejecutar el modelo y obtener una serie de datos de salida y comparar éstos, mediante algún método estadístico, con resultados que se tengan del sistema.

Debemos comparar dos conjuntos de datos, de alguna forma, para determinar si el modelo es una representación adecuada del sistema real.

Una primera aproximación sería utilizar uno de los test estadísticos clásicos (como Chi-cuadrado o Kolmogorov-Smirnov para dos muestras) para determinar si las distribuciones subyacentes a los dos conjuntos de datos se pueden ver como la misma. Sin embargo, los procesos de salida de la mayoría de los sistemas reales y simulaciones no son estacionarios y son autocorrelacionados, de forma que ninguno de estos test es directamente aplicable.

En esta etapa del proceso de simulación se utilizaron las siguientes pruebas estadísticas:

5.2.12 Análisis de salida.

Para cada escenario propuesto, se realizan 10 réplicas como pre-muestra con una duración de un mes para el cálculo de la muestra (n) a través del método estadístico con un nivel de confianza del 95% y un margen de error de ± 5%. Esto con el fin de calcular el número de corridas necesarias para determinar el comportamiento promedio y la variabilidad de la oportunidad de atención esperada con la implementación de cada estrategia:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x}\right)^2$$

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

Posteriormente, se aplica la prueba de Mann-Whitney a fin de comprobar si la oportunidad de atención generada a través de cada escenario (**M_{e1}**, **M_{e2}**, **M_{e3}**) es significativamente menor a la actual (**M_{ea}**) tal como se plantea en las siguientes pruebas de hipótesis:

Hipótesis nula: **$M_{e1} = M_{ea}$**.

Hipótesis alterna **$M_{e1} < M_{ea}$**

Hipótesis nula: **$M_{e2} = M_{ea}$**.

Hipótesis alterna **$M_{e2} < M_{ea}$**

Hipótesis nula: **$M_{e3} = M_{ea}$**.

Hipótesis alterna **$M_{e3} < M_{ea}$**

El escenario de mejora será satisfactorio en la medida que se cumpla la hipótesis alterna ya que se busca disminuir los tiempos de espera antes de la consulta por urgencias

5.2.13 Atención inicial de urgencias.

Son todas las acciones brindadas a una persona que presenta alguna patología de urgencia, con el ánimo de estabilizarlo en sus signos vitales, hacer un diagnóstico de impresión y definir el destino o la conducta inmediata por seguir, tomando como base el nivel de atención y el grado de complejidad de la entidad que realiza la atención inicial de urgencia, al tenor de los principios éticos y las normas que determinan las acciones y el comportamiento del personal de salud (Ministerio de la protección social).

5.2.14 Servicio de urgencias.

Es el servicio destinado a los pacientes que por su estado requieren atención médica inmediata, debe contar con acceso directo desde el exterior, y tiene la función de recepción, valoración, examen y tratamiento de los pacientes que requieran atención, como consecuencia de un accidente o enfermedad repentina. La rapidez de repuesta que se dé a la urgencia es importante para salvar una vida. El servicio de urgencia debe contar con los servicios de apoyo y diagnostico laboratorio clínico imagenologia y farmacia, según el artículo 2 de la ley 100 de 1990 estos servicios deben cumplir mínimo con los siguientes requisitos.

- Contar con un área exclusiva, y con circulación restringida.
- Contar con un área de registro de los pacientes que llegan al servicio.
- Disponer de servicios de apoyo diagnóstico y terapéutico las 24 horas.

Para diagnosticar el tipo de urgencia que requiere todo paciente que acuda al servicio de urgencia se le requiere realizarle a su ingreso un triage.

La Resolución 5596 del 24 de diciembre de 2015 del Ministerio de Salud y Protección Social estipuló cinco categorías de triage, con la salvedad que los tiempos establecidos de atención no aplicarán en situaciones de emergencia o desastre con múltiples víctimas, que se describen a continuación:

5.2.15 Triage 1.

Requiere atención inmediata, la condición clínica del paciente representa un riesgo vital y necesita maniobras de reanimación, por su compromiso ventilatorio, respiratorio, hemodinámica o neurológico, perdida de miembro u órgano y otras condiciones que por norma exijan atención inmediata. Tiempo máximo de espera 15minutos.

5.2.16 Triage 2.

La condición de paciente puede evolucionar hacia un rápido deterioro o a su muerte, o incrementar el riesgo para la pérdida de un miembro u órgano, por lo tanto, requiere una atención que no debe superar los (30) minutos. La presencia de un dolor extremo de acuerdo con el sistema de clasificación usado debe ser considerada como un criterio dentro de esta categoría.

5.2.17 Triage 3.

La condición clínica del paciente requiere de medidas diagnósticas y terapéuticas en urgencia. Son aquellos pacientes que necesitan un examen complementario o un tratamiento

rápido, dado que se encuentra estable desde el punto de vista fisiológico, aunque su situación puede empeorar si no se actúa. Tiempo máximo de espera (45) minutos.

5.2.18 Triage 4.

El paciente presenta condiciones que no comprometen su estado general, ni representa un riesgo evidente para la vida o perdida de miembro u órgano. No obstante, existe riesgo de complicaciones o secuelas de la enfermedad o lesión si no recibe la atención correspondiente. Tiempo máximo de espera (60) minutos.

5.2.19 Triage 5.

El paciente presenta una condición clínica relacionada con problemas agudos o crónicos sin evidencia de deterioro que comprometa el estado general de paciente y no representa un riesgo evidente para la vida o la funcionalidad de miembro u órgano. Tiempo máximo de espera (90) minutos.

5.3 Marco Legal

La salud en Colombia, la prestación de los servicios de urgencias y las disposiciones de las entidades prestadoras de este servicio están regidas por las siguientes reglamentaciones:

- Constitución Política de Colombia.
- Ley 100 de 1993.
- Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad (SOGC).

- Artículo 4 de la resolución 5596 de 2015.
- Artículo 5 de la resolución 5596 de 2015 (Categorías del triage).
- Artículo 8 de la resolución 5596 de 2015 (Personal responsable del triage).
- Resolución 5596 de 2015 (Responsabilidades del personal que realiza el triage).
- Relación de los procesos de atención en servicios de urgencias con la resolución 5596 de 2015.
- Artículo 6 de la resolución 5596 de 2015.
- Artículo 44 de la ley 1122 de 2007 (Verificación de los derechos del usuario).
- Ley 1438 del 2011.
- Resolución 2003 del 2014: Procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores del servicio de salud.

5.3.1 Constitución política de Colombia artículo 49.

La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud. Corresponde al Estado organizar, dirigir y reglamentar la prestación de servicios de salud a los habitantes y de saneamiento ambiental conforme a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad. También, establecer las políticas para la prestación de servicios de salud por entidades privadas, y ejercer su vigilancia y control. Así mismo, establecer las competencias de la Nación, las entidades territoriales y los particulares, y determinar los aportes a su cargo en los términos y condiciones señalados en la ley. Los servicios de salud se organizarán en forma descentralizada, por niveles de atención y con participación de la

comunidad. La ley señalará los términos en los cuales la atención básica para todos los habitantes será gratuita y obligatoria. Toda persona tiene el deber de procurar el cuidado integral de su salud y la de su comunidad. El estado debe garantizar a todas las personas el acceso a los servicios de promoción y recuperación de la salud.

5.3.2 Ley 100 del 1993.

Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.

El sistema de seguridad social integral es el conjunto de instituciones, normas y procedimientos, de que disponen la persona y la comunidad para gozar de una calidad de vida, mediante el cumplimiento progresivo de los planes y programas que el Estado y la sociedad desarrollen para proporcionar la cobertura integral de las contingencias, especialmente las que menoscaban la salud y la capacidad económica, de los habitantes del territorio nacional, con el fin de lograr el bienestar individual y la integración de la comunidad.

El sistema de seguridad social integral tiene por objeto garantizar los derechos irrenunciables de la persona y la comunidad para obtener la calidad de vida acorde con la dignidad humana, mediante la protección de las contingencias que la afecten.

El sistema comprende las obligaciones del Estado y la sociedad, las instituciones y los recursos destinados a garantizar la cobertura de las prestaciones de carácter económico, de salud y servicios complementarios, materia de esta Ley, u otras que se incorporen normativamente en el futuro.

El servicio público esencial de seguridad social se prestará con sujeción a los principios de eficiencia, universalidad, solidaridad, integralidad, unidad y participación:

- EFICIENCIA. Es la mejor utilización social y económica de los recursos administrativos, técnicos y financieros disponibles para que los beneficios a que da derecho la seguridad social sean prestados en forma adecuada, oportuna y suficiente;
- UNIVERSALIDAD. Es la garantía de la protección para todas las personas, sin ninguna discriminación, en todas las etapas de la vida;
- SOLIDARIDAD. Es la práctica de la mutua ayuda entre las personas, las generaciones, los sectores económicos, las regiones y las comunidades bajo el principio del más fuerte hacia el más débil.

Es deber del Estado garantizar la solidaridad en el régimen de Seguridad Social mediante su participación, control y dirección del mismo.

Los recursos provenientes del erario público en el Sistema de Seguridad se aplicarán siempre a los grupos de población más vulnerables.

- **INTEGRALIDAD.** Es la cobertura de todas las contingencias que afectan la salud, la capacidad económica y en general las condiciones de vida de toda la población. Para este efecto cada quien contribuirá según su capacidad y recibirá lo necesario para atender sus contingencias amparadas por esta Ley;
- **UNIDAD.** Es la articulación de políticas, instituciones, regímenes, procedimientos y prestaciones para alcanzar los fines de la seguridad social, y
- **PARTICIPACIÓN**. Es la intervención de la comunidad a través de los beneficiarios de la seguridad social en la organización, control, gestión y fiscalización de las instituciones y del sistema en su conjunto.
- **PARÁGRAFO.** La seguridad social se desarrollará en forma progresiva, con el objeto de amparar a la población y la calidad de vida.

5.3.3 Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad (SOGC).

De acuerdo al artículo 3 de la resolución 1441 (2013), los prestadores de servicios de salud para su entrada y permanencia en el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Capacidad Técnico-Administrativa
- ✓ Suficiencia Patrimonial y Financiera
- ✓ Capacidad Tecnológica y Científica

De acuerdo a lo establecido por el Ministerio De Salud y Protección social, el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad tiene como objetivo proveer de servicios de salud a los usuarios individuales y colectivos de manera accesible y equitativa, a través de un nivel profesional óptimo, teniendo en cuenta el balance entre beneficios, riesgos y costos, con el propósito de lograr la adhesión y satisfacción de dichos usuarios.

El SOGC consta de 4 componentes que son:

- Habitación. (Resolución 2003 de 2014) en donde se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de servicios de salud (MINSALUD)
- Auditoria para el mejoramiento de la calidad: Es el mecanismo sistemático y continúo de evaluación y mejoramiento de la calidad observada respecto de la calidad esperada de la atención de salud que reciben los usuarios (MINSALUD)
- Sistema de información para la calidad: Las acciones de inspección, vigilancia y control del contenido, calidad y reporte de la información que conforma el Sistema de Información para la Calidad, estará a cargo de las Direcciones Departamentales

y Distritales y de la Superintendencia Nacional de Salud en lo de sus competencias. (MINSALUD)

- Acreditación: conjunto de procesos, procedimientos y herramientas de implementación voluntaria y periódica por parte de las entidades a las que se refiere el artículo 2 del decreto 903, 2014, los cuales están destinados a comprobar el cumplimiento gradual de niveles de calidad superiores a los requisitos mínimos obligatorios, para la atención en salud, bajo la dirección del Estado y la inspección, vigilancia y control de la Superintendencia Nacional de Salud. (MINSALUD).

5.3.4 Artículo 4 de la resolución 5596 de 2015.

De conformidad con lo dispuesto por el Ministerio de Salud y protección Social, en el artículo 4 de la resolución 5596 de 2015; Los objetivos del triage son:

- Asegurar una valoración rápida y ordenada de todos los pacientes que llegan a los servicios de urgencias, identificando a aquellos que requieren atención inmediata.
- Seleccionar y clasificar los pacientes para su atención según su prioridad clínica y los recursos disponibles en la institución.
- Disminuir el riesgo de muerte, complicaciones o discapacidad de los pacientes que acuden a los servicios de urgencia.
- Brindar una comunicación inicial con información completa que lleve al paciente y a su familia a entender en qué consiste su clasificación de Triage, los tiempos de atención o de espera que se proponen y así disminuir su ansiedad.

5.3.5 Categorías.

De conformidad con lo dispuesto por el Ministerio de Salud y protección Social, en el artículo 5 de la resolución 5596 de 2015; se establecen las categorías del triage, las cuales permiten determinar la prioridad de la atención de los pacientes en un servicio de urgencias, organizadas de mayor a menor.

Tabla 3.
Categoría de Triage.

CATEGORIA	DESCRIPCION	COLOR	ESTADO DEL PACIENTE	TIEMPO MAXIMODE ESPERA (min)	SINTOMAS
I	Requiere atención inmediata. La condición clínica del paciente representa un riesgo vital y necesita maniobras de reanimación por su compromiso ventilatorio, respiratorio, hemodinámico o neurológico, perdida de miembro u órgano u otras condiciones que por norma exijan atención inmediata		Resucitación o Critico	0	• Shock • PCR presenciada • TCE grave • Inconsciencia • quemados con más del 25% de superficie corporal afectada • Def. Respiratoria • Hemorragia importante
II	La condición clínica del paciente puede evolucionar hacia un rápido deterioro o a su muerte, o incrementar el riesgo para la pérdida de un miembro u órgano, por lo tanto, requiere una atención que no debe superar los treinta (30) minutos. La presencia de un dolor extremo de acuerdo con el sistema de clasificación usado debe ser considerada como un criterio dentro de esta categoría.		Emergencia	30	• hemorragias sin shock • hipovolémico • heridas en cavidades • TCE

III	La condición clínica del paciente requiere de medidas diagnósticas y Terapéuticas en urgencias. Son aquellos pacientes que necesitan un examen complementario o un tratamiento rápido, dado que se encuentran estables desde el punto de vista fisiológico aunque su situación puede empeorar si no se actúa.		Urgencia	60	• Tos con expectoración y fiebre sin mejora después de una consulta médica • cuerpo extraño en ojo, en oído, dolor de cabeza, con síntomas asociados • signos de infección de herida quirúrgica • heridas que necesitan puntos que no involucre un órgano vital • embarazadas sin sangrado • dolor en el pecho de más de 5 días • dolor abdominal de más de 5 días
IV	El paciente presenta condiciones médicas que no comprometen su estado General, ni representan un riesgo evidente para la vida o pérdida de miembro u órgano. No obstante, existen riesgos de complicación o secuelas de la enfermedad o lesión si no recibe la atención correspondiente.		Urgencia Menor	120	• Vomito sin sangre • diarrea sin deshidratación • alergias • enfermedades crónicas

					• enfermedades en menores de 5 años sin complicaciones • esguince • espasmo muscular • tos seca y malestar general • trauma menor.
V	El paciente presenta una condición clínica relacionada con problemas Agudos o crónicos sin evidencia de deterioro que comprometa el estado general de paciente y no representa un riesgo evidente para la vida o la funcionalidad de miembro u órgano.		Sin Urgencia	240	• resfriado común • malestar sin fiebre • Cólico menstrual • Flatulencia • Estreñimiento • cefalea crónica sin síntomas asociados • revisión de sutura • masa en testículo • oleadas de calor • incontinencia crónica sin síntomas agudos • tos crónica sin síntomas asociados

Nota: Fuente de información: Resolución 5596 de 2015 articulo 5

Fuente de colorimetría: http://www.risaralda.gov.co/site/salud/site/webimg/news/URGENCIAS_jpg.jpeg

5.3.6 Personal responsable del triage.

De conformidad con lo establecido por el Ministerio de Salud y Protección Social, en el artículo 8 de la resolución 5596 de 2015; el personal responsable del triage es el que se menciona en la siguiente tabla.

Tabla 4.
Personal Responsable Del Triage.

URGENCIAS	
ALTA Y MEDIANA COMPLEJIDAD **BAJA COMPLEJIDAD**	**BAJA COMPLEJIDAD**
• **Profesional en medicina** • **Profesional en enfermería**	• Auxiliar de enfermería • Tecnólogos en atención medica hospitalaria con la supervisión médica correspondiente
Contar con constancia de asistencia a cursos o actividades de formación en asuntos directamente relacionados con el sistema de selección y clasificación de pacientes en urgencias, "triage", aplicado por la institución prestadora de servicio de salud -IPS.	Contar con constancia de asistencia a cursos o actividades de formación en asuntos directamente relacionados con el sistema de selección y clasificación de pacientes en urgencias, "triage", aplicado por la institución prestadora de servicio de salud -IPS.

Nota: Fuente de Información: Resolución 5596 de 2015.

5.3.7 Responsabilidades del personal que realiza el triage.

En el marco de la resolución 5596 de 2015; el personal que realiza el triage es responsable de:

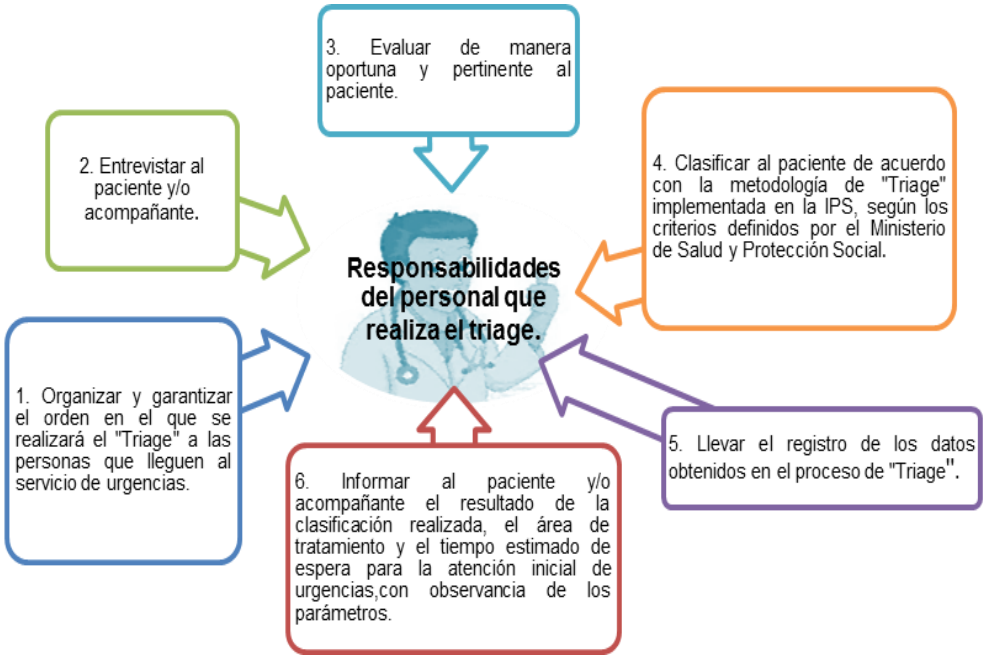

Figura 5. *Responsabilidades del personal que realiza el triage*
Fuente de información: **Resolución 5596 (2015).**-Elaboración: (N. Nuñez, 2017)

5.3.8 Relación de los procesos de atención en servicios de urgencias con la resolución 5596 de 2015.

- **Decisión "Tipo de atención triage".** está relacionado con el inciso 1 del artículo 4 de la resolución, donde se encuentran establecidos los objetivos del triage, este nos menciona que se debe asegurar una valoración rápida y ordenada de todos los pacientes que llegan a los servicios de urgencias, identificando a aquellos que requieren atención inmediata.
- **Proceso "Valoración inmediata":** Este proceso se encuentra relacionado con la categoría triage 1 del artículo 5 de la resolución, en donde se encuentran establecidas las categorías del triage.
- **Proceso "Clasificación triage":** Está relacionado con el inciso 2 del artículo 4 de la resolución, donde se encuentran establecidos los objetivos del triage, este nos

menciona que se debe seleccionar y clasificar los pacientes para su atención según su prioridad clínica y los recursos disponibles en la institución.

- **Proceso "Toma de información":** Este proceso se encuentra relacionado con el artículo 10 de la resolución, el cual establece que toda institución prestadora de servicios de salud, debe garantizar el registro de la información de los pacientes que ingresan al servicio de urgencias.

5.3.9 Verificación de derechos de los usuarios.

La verificación de derechos de los usuarios es el procedimiento por medio del cual se identifica la entidad responsable del pago de los servicios de salud que demanda el usuario y el derecho del mismo a ser cubierto por dicha entidad. Para el efecto, el prestador de servicios de salud deberá verificar la identificación del usuario en la base de datos provista por los responsables del pago, la cual deberá cumplir con lo previsto en el parágrafo 1 del artículo 44 de la ley 1122 de 2007, a más tardar el primer día hábil del mes de marzo de 2008. Dicha verificación, podrá hacerse a través del documento de identidad o cualquier otro mecanismo tecnológico que permita demostrarla y sólo podrá exigirse adicionalmente el carné que demuestre la afiliación cuando la entidad responsable del pago esté obligada a entregarlo y el usuario lo porte. No podrán exigirse al usuario copias, fotocopias o autenticaciones de ningún documento. En el caso de afiliados al régimen contributivo a los que se les haya realizado el descuento ~ de la cotización, y el empleador no haya efectuado el pago a la entidad promotora de salud del régimen contributivo, el afiliado acreditará su derecho mediante la presentación del comprobante del descuento por parte del empleador, así como la fotocopia de ser necesaria. El procedimiento de verificación de

derechos será posterior a la selección y clasificación del paciente, "triage" y no podrá ser causa bajo ninguna circunstancia para posponer la atención inicial de urgencias. El Ministerio de la Protección Social establecerá el procedimiento y formato para que los prestadores de servicios de salud informen las posibles inconsistencias que detecten en las bases de datos, al momento de verificar los derechos de los usuarios que demandan sus servicios, sin que su diligencia miento y trámite afecte la prestación y el pago de los servicios.

5.3.10 Informe de la atención inicial de urgencias.

Todo prestador de servicios de salud deberá informar obligatoriamente a la entidad responsable del pago, el ingreso de los pacientes al servicio de urgencias dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes al inicio de la atención. El informe de atención inicial de urgencias se realizará mediante el diligenciamiento y envío del formato correspondiente, el cual será definido por el Ministerio de la Protección Social.

5.3.11 Solicitud de autorización de servicios posteriores a la atención inicial de urgencias.

Si para la prestación de servicios posteriores a la atención inicial de urgencias, las entidades responsables del pago de servicios de salud han establecido como requisito una autorización particular, una vez realizada la atención inicial de urgencias, el prestador de servicios de salud deberá informar a la entidad responsable del pago, la necesidad de prestar el servicio cuya

autorización se requiere, utilizando para ello el formato y siguiendo los procedimientos y términos definidos por el Ministerio de la Protección Social, para el efecto. Este proceso no podrá ser trasladado al paciente o a su acudiente y es de responsabilidad exclusiva del prestador de servicios de salud.

5.3.12 Respuesta de autorización de servicios posteriores a la atención inicial de urgencias.

Las entidades responsables del pago de servicios de salud deben dar respuesta a las solicitudes de autorización de servicios siguiendo los procedimientos, mecanismos y en el formato que determine el Ministerio de la Protección Social. Este proceso no podrá ser trasladado al paciente o su acudiente y es de responsabilidad exclusiva de la entidad responsable del pago. La respuesta a la solicitud de autorización de servicios posteriores a la atención de urgencias, deberá darse por parte de la entidad responsable del pago, dentro de los siguientes términos: a. para atención subsiguiente a la atención inicial de urgencias: dentro de las dos (2) horas siguientes al recibo de la solicitud. b. para atención de servicios adicionales: dentro de las seis (6) horas siguientes al recibo de la solicitud. Atendiendo el procedimiento señalado por el Ministerio de la Protección Social, de no obtenerse respuesta por parte de la entidad responsable del pago dentro de los términos aquí establecidos, se entenderá como autorizado el servicio y no será causal de glosa, devolución y/o no pago de la factura. Cuando las entidades responsables del pago de servicios de salud, consideren que no procede la autorización de los servicios, insumos y/o medicamentos solicitados, deberán diligenciar el formato de negación de servicios de salud y/o medicamentos que establezca la superintendencia nacional de salud. si el prestador de

servicios de salud que brindó la atención inicial de urgencias hace parte de la red de prestadores de servicios de salud de la entidad responsable del pago, la atención posterior deberá continuarse prestando en la institución que realizó la atención inicial de urgencias, si el servicio requerido está contratado por la entidad responsable del pago, sin que la institución prestad ora de servicios de salud pueda negarse a prestar el servicio, salvo en los casos en que por requerimientos del servicio se justifique que deba prestarse en mejores condiciones por parte de otro prestador de servicios de salud, no exista disponibilidad para la prestación de servicio, o exista solicitud expresa del usuario de escoger otro prestador de la red definida por la entidad responsable del pago.

5.3.13 Responsabilidades de la institución prestadora de servicios de salud.

De conformidad con lo establecido por el ministerio de Salud y Protección Social en el artículo 6 de la resolución 5596 de 2015, las responsabilidades que deben cumplir las instituciones prestadoras de servicios de salud son las mencionadas a continuación:

- Definir e implementar un método de "triage" de cinco categorías que cumpla con lo contemplado en la presente resolución.
- Garantizar los recursos físicos, humanos y técnicos necesarios para la realización del "triage".
- En los casos de "triage" categorías i y ii, se deberá dar cumplimiento a los tiempos de atención definidos en la presente resolución.
- Para las categorías iii, iv y v, las instituciones prestadoras de servicios de salud que tengan habilitado el servicio de urgencias deben establecer tiempos promedio

de atención que serán informados a los pacientes y sus acompañantes. Los tiempos promedio de atención deben ser publicados en un lugar visible del servicio de urgencias.

- Asegurar la reevaluación periódica de los pacientes ya clasificados que se encuentran en espera de la atención definitiva.
- Disponer de información que permita a los usuarios comprender la metodología de "triage" usada en el servicio de urgencias.
- Proporcionar la información adecuada a los pacientes y acompañantes sobre los recursos iníciales a emplear y los tiempos promedio en que serán atendidos.

5.3.14 Ley 1438 del 2011.

Esta ley tiene como objeto el fortalecimiento del Sistema General de Seguridad Social en Salud a través de un modelo de prestación del servicio público en salud que en el marco de la estrategia Atención Primaria en Salud permita la acción coordinada del Estado, las instituciones y la sociedad para el mejoramiento de la salud y la creación de un ambiente sano y saludable, que brinde servicios de mayor calidad, incluyente y equitativo, donde el centro y objetivo de todos los esfuerzos sean los residentes en el país. Se incluyen disposiciones para establecer la unificación del Plan de Beneficios para todos los residentes, la universalidad del aseguramiento y la garantía de portabilidad o prestación de los beneficios en cualquier lugar del país, en un marco de sostenibilidad financiera.

5.3.15 Resolución 2003 del 2014.

Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud

Urgencia. Servicio responsable de dar atención a las alteraciones de la integridad física, funcional y/o psíquica por cualquier causa con diversos grados de severidad, que comprometen la vida o funcionalidad de la persona y que requiere de la protección inmediata de servicios de salud, a fin de conservar la vida y prevenir consecuencias críticas presentes o futuras. La atención debe ser prestada las 24 horas.

El servicio de urgencia se clasifica en Urgencias baja complejidad y Urgencia de mediana y alta complejidad.

Cuenta con:

- Médico general con certificado de formación en soporte vital avanzado.
- Auxiliar de Enfermería con certificado de formación en soporte vital básico.

En zonas dispersas, disponibilidad de:

- Médico general con certificado de formación en soporte vital avanzado.
- Auxiliar de Enfermería con certificado de formación en soporte vital básico.

La infraestructura cuenta con:

- Tanques de almacenamiento de agua que garantizan como mínimo 24 horas de servicio y su construcción permite que durante la operación de limpieza y desinfección no se interrumpa el suministro de agua.
- Área para el uso técnico de los elementos de aseo.

- Baños con accesorios para lavado y desinfección de patos o disponen de un ambiente específico para este proceso, el cual debe contar con unidad sanitaria exclusiva para este fin.

Si cuenta con la estrategia de Sala ERA:

- Área física exclusiva, delimitada, señalizada y de circulación restringida.
- Los pisos, cielos rasos, techos, paredes y muros al igual que los muebles al interior del área, son de fácil limpieza y desinfección.
- Ventilación natural y/o artificial.
- Iluminación natural y/o artificial.
- Área para lavado y desinfección de equipos.

Si realiza procedimientos que requieran sala de yesos, cuenta con:

- Área física delimitada, señalizada y de circulación restringida y no utilizada como área de tránsito entre otras áreas de la Institución.
- Los pisos, cielo raso, techos, paredes y muros al igual que los muebles al interior del área, son de fácil limpieza y desinfección.
- Lavamanos.

Dotación para todo el servicio:

Cuenta con:

- Instrumental gineco-obstétrico.
- Equipo de atención de partos.
- Monitor de signos vitales.
- Sistema de succión
- Material de inmovilización para pacientes adultos y pediátricos.

- Equipo de toracostomía.
- Oxígeno.
- Carro de paro con equipo de reanimación.
- Desfibrilador externo manual que permita realizar cardioversión.
- Oxímetro de pulso, cuando no se encuentre incluido en el monitor de signos vitales.
- Bomba de infusión.
- Laringoscopio con hojas para adulto, pediátrica y neonatal y guía de intubación para adulto y pediátrica.

En el área de consulta médica cuenta con:

- Camilla con barandas y estribos, salvo en urgencias pediátricas que no requieren estribos.
- Tensiómetro y fonendoscopio.
- Termómetro.

Disponibilidad de:

- Equipo de órganos de los sentidos.
- Báscula para pacientes y báscula para infantes.

En urgencias pediátricas cuenta con:

- Báscula para pacientes y báscula para infantes.
- Cinta métrica.

En sala de procedimientos cuenta con:

- Camillas rodantes con freno y con barandas.
- Equipo de pequeña cirugía.

En sala de observación:

- Camillas rodantes con freno y con barandas.

Medicamentos, Dispositivos Médicos e insumos. Cuenta con kit para recolección de evidencia forense y kit de profilaxis post exposición para VIH, ITS y anticoncepción de emergencia en víctimas de violencia sexual, según lo definido en la Resolución 459 de 2012 ó la norma que la modifique, adicione o sustituya.

Las instituciones que ofrezcan servicio de urgencias en cualquier complejidad, deberán prestarlo durante las 24 horas del día. Lo anterior no exime de la obligación de prestar atención inicial de urgencias a los prestadores que no tengan ofertado este servicio.

Procesos Prioritarios. Adicional a lo exigido en hospitalización de baja complejidad cuenta con procesos, procedimientos y/o actividades documentados y divulgados para:

Atención médica inicial y definición de conducta, de las principales patologías que el servicio atiende.

- La clasificación de pacientes.
- Criterios explícitos para referir y recibir a un usuario a servicios de consulta externa u hospitalización de cualquier complejidad.
- Sistema de inmovilización segura de usuarios para cuando su condición clínica lo requiera.
- Guías y protocolos de atención en paciente agitado, intento de suicidio, síndrome de abstinencia a substancias psicoactivas.
- Criterios explícitos para recibir a un usuario referido de servicios de consulta externa u hospitalización de salud mental de cualquier complejidad.
- Planes para emergencias internas y externas.

- Procedimientos para la información al paciente sobre recomendaciones al egreso, criterios que impliquen el regresar al servicio, controles, posibles complicaciones y disponibilidad de consulta permanente y en general, las previsiones que se requieran para proteger al paciente de los riesgos del manejo ambulatorio de pacientes.
- Protocolo para declaración de muerte cerebral.

El prestador cuenta con el protocolo de atención en salud a víctimas de violencia sexual según normatividad vigente.

Si dispone de sala de rehidratación oral cuenta con:

- Protocolo de rehidratación oral que incluye seguimiento del estado clínico. Criterios de tiempos máximos de manejo con rehidratación oral y de remisión a hospitalización.
- Criterios explícitos y documentados sobre las condiciones de los pacientes que pueden ser manejados en el servicio y de los que no. Los criterios deben enmarcarse en las características generales de procedimientos menores establecidas en la definición de procedimientos.
- Procedimientos para la información al paciente sobre recomendaciones al egreso, criterios que impliquen el regresar al servicio, controles, posibles complicaciones y disponibilidad de consulta permanente y en general, las previsiones que se requieran para proteger al paciente de los riesgos de la deshidratación.

Si dispone de salas ERA, cuenta con:

- Protocolo de manejo de pacientes con enfermedad respiratoria alta y baja que incluya los seguimientos del estado clínico.
- Criterios explícitos y documentados de tiempos máximos de manejo ambulatorio de pacientes con enfermedad respiratoria alta y baja y de remisión a hospitalización.

- Criterios explícitos y documentados sobre las condiciones de los pacientes que pueden ser manejados en las salas y de los que no.

Los criterios deben enmarcarse en las características generales de procedimientos menores, las cuales están definidas en generalidades en el presente manual.

Historia Clínica y Registros

Adicional a todos los servicios:

- Deberá contar con tarjetas de Clasificación inicial de lesionados.

Interdependencia

Disponibilidad de:

- Radiología básica, salvo en Centro o Puesto de Salud con camas donde no se exigirán.
- Laboratorio clínico.
- Hospitalización.
- Servicio farmacéutico.
- Transporte Asistencial.
- Proceso de esterilización.
- Servicios de apoyo hospitalario (alimentación, lavandería, aseo, vigilancia y mantenimiento).

Para servicios de urgencias en Salud Mental y Psiquiatría:

Disponibilidad de:

- Transporte asistencial.
- Servicio farmacéutico.
- Hospitalización en Salud Mental.

Servicio: Urgencias mediana y alta complejidad

Descripción del Servicio:

Servicio responsable de dar atención a las alteraciones de la integridad física, funcional y/o psíquica por cualquier causa con diversos grados de severidad, que comprometen la vida o funcionalidad de la persona y que requiere de la protección inmediata de servicios de salud, a fin de conservar la vida y prevenir consecuencias críticas presentes o futuras. La atención debe ser prestada las 24 horas del día. Las patologías, el recurso humano requerido y la dotación del servicio, requieren de mayor especialidad que la baja complejidad.

En mediana complejidad: cuenta con médico general o médico especialista en medicina de urgencias o medicina familiar.

Disponibilidad de médicos especialistas, según oferta.

En alta complejidad: cuenta con médico especialista en las especialidades ofertadas, con apoyo de médicos generales.

En alta y mediana complejidad, cuenta con enfermera y auxiliar de enfermería.

Los médicos generales que se desempeñen en urgencias de alta y mediana complejidad cuentan con certificado de formación para soporte vital avanzado.

Todo el personal mencionado, excepto los médicos, debe contar con certificado de formación en soporte vital básico.

Adicional a los criterios de urgencias de baja complejidad cuenta en la sala de reanimación con:

- Camilla rodante con mecanismo de freno.
- Mesa auxiliar rodante.
- Aspirador de secreciones.

- Adecuado sistema de iluminación.
- Equipos de monitoreo para presión arterial no invasiva, oximetría de pulso, electrocardiografía, frecuencia respiratoria y temperatura.
- Desfibrilador con paletas para adultos y pediatría con capacidad para descargas sincronizadas.
- Marcapasos transcutáneo que debe funcionar con batería y permanecer conectado, y cuenta con electrodos de monitoria y gel para desfibrilación.

Las camillas con estribos contempladas en baja complejidad solo aplican para el consultorio donde se atiende la urgencia ginecobstetricia.

Elementos para todo el servicio:

- Equipos de punción lumbar.
- Bombas de infusión.

Medicamentos, Dispositivos Médicos e insumos.

Aplica lo de todos los servicios, más lo exigido para urgencias de baja complejidad.

Procesos Prioritarios.

Aplican los criterios de urgencias de baja complejidad.

Historia Clínica y Registros.

Aplican los criterios de urgencias de baja complejidad.

Para mediana complejidad, disponibilidad de:

- Radiología.
- Laboratorio Clínico.
- Hospitalización.
- Cirugía.

- Transporte asistencial.
- Proceso de esterilización.
- Transfusión sanguínea.
- Servicio Farmacéutico.
- Fisioterapia o Terapia respiratoria.
- Servicios de apoyo hospitalario (alimentación, lavandería, aseo, vigilancia y mantenimiento).

Para alta complejidad cuenta con:

- Hospitalización.
- Cirugía.
- Cuidado Intensivo adulto o pediátrico o neonatal, según la oferta.
- Fisioterapia o Terapia respiratoria.
- Servicio farmacéutico.
- Radiología.
- Laboratorio Clínico.
- Transfusión sanguínea.
- Servicios de apoyo hospitalario (alimentación, lavandería, aseo, vigilancia y mantenimiento).

Disponibilidad de:

- Transporte asistencial.
- Proceso de esterilización.

6. Caracterización del Proceso de Atención de Urgencias

La clínica en estudio ofrece servicios de alta complejidad nivel 4 según la categorización del Ministerio de la Protección Social y provee de transporte asistencial, servicio de urgencias, servicios quirúrgicos, servicios hospitalarios, servicios de UCI, servicios de apoyo y laboratorios clínicos. Tiene como misión brindar una atención médica integral a los habitantes de la Cuenca del Caribe, utilizando para su recuperación un grupo humano de reconocida idoneidad y profesionalismo, los mejores recursos tecnológicos y una infraestructura física diseñada con los más altos estándares de calidad, y ser reconocidos como la institución hospitalaria de alta complejidad líder en la Costa Atlántica, no sólo desde el punto de vista de asistencia médica, sino en el desarrollo de actividades de investigación y formación de nuevos profesionales de la salud.

En el área de urgencia se cuenta con 36 camillas distribuidas de la siguiente manera, 2 en sala de yeso, 2 en reanimación, 9 en salidas, 8 en sala general y 15 en observación; un personal idóneo conformado por 10 médicos generales asignados a diferentes horarios de atención (Tabla 5): Día, noche, compartido y sustituto. El turno de día (ver Tabla 6), el turno de noche (ver Tabla 7), el turno sustituto (ver Tabla 8) y el turno compartido (ver Tabla 9).

Tabla 5.
Turnos de los médicos que laboran en el área de urgencias.

Número de médico	Día	Noche	Compartido	Sustituto
Médico 1	X			
Médico 2	X			
Médico 3	X			
Médico 4			X	
Médico 5		X		
Médico 6		X		
Médico 7		X		

Médico 8				X
Médico 9				X
Médico 10				X

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Tabla 6.
Turno día.

TURNO DIA	DIAS DE LA SEMANA						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
12:00 a.m.							
01:00 a.m.							
02:00 a.m.							
03:00 a.m.							
04:00 a.m.							
05:00 a.m.							
06:00 a.m.							
07:00 a.m.							
08:00 a.m.							
09:00 a.m.							
10:00 a.m.							
11:00 a.m.							
12:00 p.m.							
01:00 p.m.							
02:00 p.m.							
03:00 p.m.							
04:00 p.m.							
05:00 p.m.							
06:00 p.m.							
07:00 p.m.							
08:00 p.m.							
09:00 p.m.							
10:00 p.m.							
11:00 p.m.							

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Tabla 7.
Turno nocturno.

TURNO NOCHE	DIAS DE LA SEMANA						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
12:00 a.m.							
01:00 a.m.							
02:00 a.m.							
03:00 a.m.							
04:00 a.m.							
05:00 a.m.							
06:00 a.m.							
07:00 a.m.							
08:00 a.m.							
09:00 a.m.							
10:00 a.m.							
11:00 a.m.							
12:00 p.m.							
01:00 p.m.							
02:00 p.m.							
03:00 p.m.							
04:00 p.m.							
05:00 p.m.							
06:00 p.m.							
07:00 p.m.							
08:00 p.m.							
09:00 p.m.							
10:00 p.m.							

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Tabla 8. Turno Sustituto.

TURNO SUSTITUTO	DIAS DE LA SEMANA						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
12:00 a.m.							
01:00 a.m.							
02:00 a.m.							
03:00 a.m.							
04:00 a.m.							

05:00 a.m.							
06:00 a.m.							
07:00 a.m.							
08:00 a.m.							
09:00 a.m.							
10:00 a.m.							
11:00 a.m.							
12:00 p.m.							
01:00 p.m.							
02:00 p.m.							
03:00 p.m.							
04:00 p.m.							
05:00 p.m.							
06:00 p.m.							
07:00 p.m.							
08:00 p.m.							
09:00 p.m.							
10:00 p.m.							
11:00 p.m.							

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Tabla 9.
Turno compartido.

TURNO COMPARTIDO	DIAS DE LA SEMANA						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
12:00 a.m.							
01:00 a.m.							
02:00 a.m.							
03:00 a.m.							
04:00 a.m.							
05:00 a.m.							

06:00 a.m.							
07:00 a.m.							
08:00 a.m.							
09:00 a.m.							
10:00 a.m.							
11:00 a.m.							
12:00 p.m.							
01:00 p.m.							
02:00 p.m.							
03:00 p.m.							
04:00 p.m.							
05:00 p.m.							
06:00 p.m.							
07:00 p.m.							
08:00 p.m.							
09:00 p.m.							
10:00 p.m.							
11:00 p.m.							

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

El proceso de atención en el área de urgencias inicia desde el momento en que llega el paciente a la clínica y es recibido por los porteros de la institución. Estos ingresan a urgencias como está detallado en el siguiente Flujograma de proceso (figura 6).

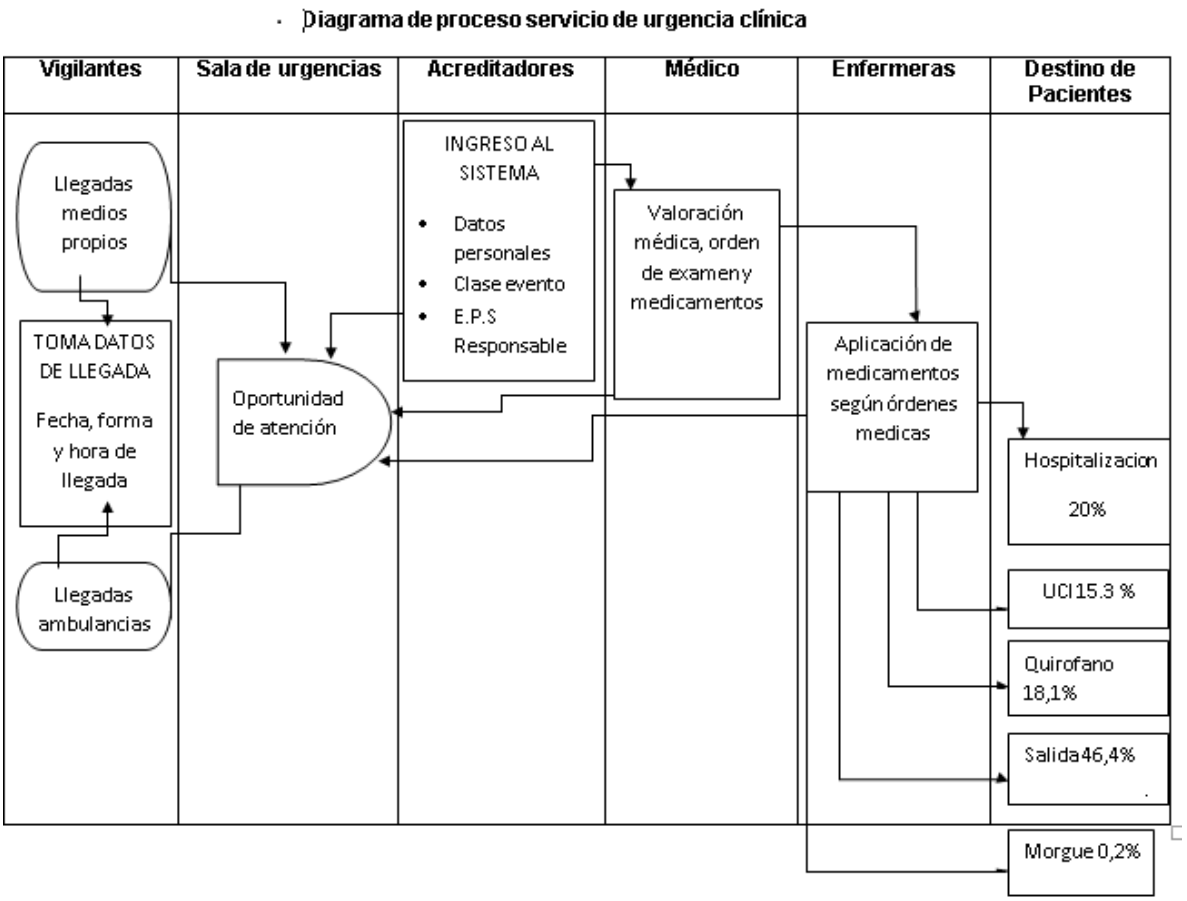

Figura 6. *Diagrama de proceso servicio de urgencias en clínica de Barranquilla.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Como paso siguiente, se procedió a la recolección de los datos de oportunidad en la atención. Para ello, se estableció el número de pacientes que atendió la clínica en esta área para cada mes del periodo comprendido entre los años 2013 al 2016 (anexo 1). A partir de esta información, se procedió a realizar un gráfico de serie de tiempos a fin de detectar posibles comportamientos estacionales y/o de tendencias (figura 7).

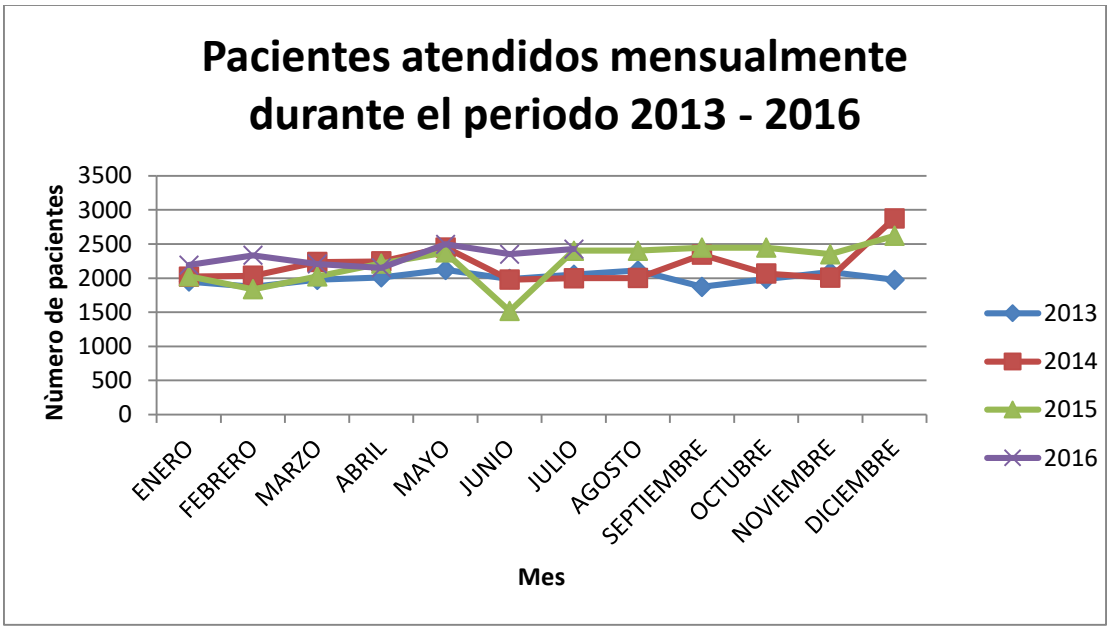

Figura 7. *Pacientes atendidos mensualmente durante los períodos 2013 - 2016 en el área de urgencias.* Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Con base en un promedio de 2221 admisiones mensuales se calculó una muestra representativa para un intervalo de confianza del 95% y un error del 5% aplicando la fórmula:

$$n = \frac{NZ^2p(1-q_)}{(N-1)e^2+Z^2p(1-q)}$$

Donde $p = 0{,}5$, $q = 0{,}5$, $e = 0{,}05$ y $N = 2221$

Se obtuvo como resultado una muestra de 354 pacientes y se procedió mediante observación directa a tomar los tiempos que tardaban en recibir la atención medicas los pacientes en diferentes turnos de trabajo (Mañana, tarde y noche) por medio de muestreo estratificado en el cual se definió tamaños de muestras de 108, 179 y 67 pacientes para las franjas horarias de mañana (6 am -12 del día), tarde (12 del día – 6 pm) y noche (6 pm – 6 am) respectivamente (ver anexo 2). Proceso en el cual se calculó un tiempo medio de atención de 34,19 minutos con desviación estándar de 15,60 minutos (Ver figura 8).

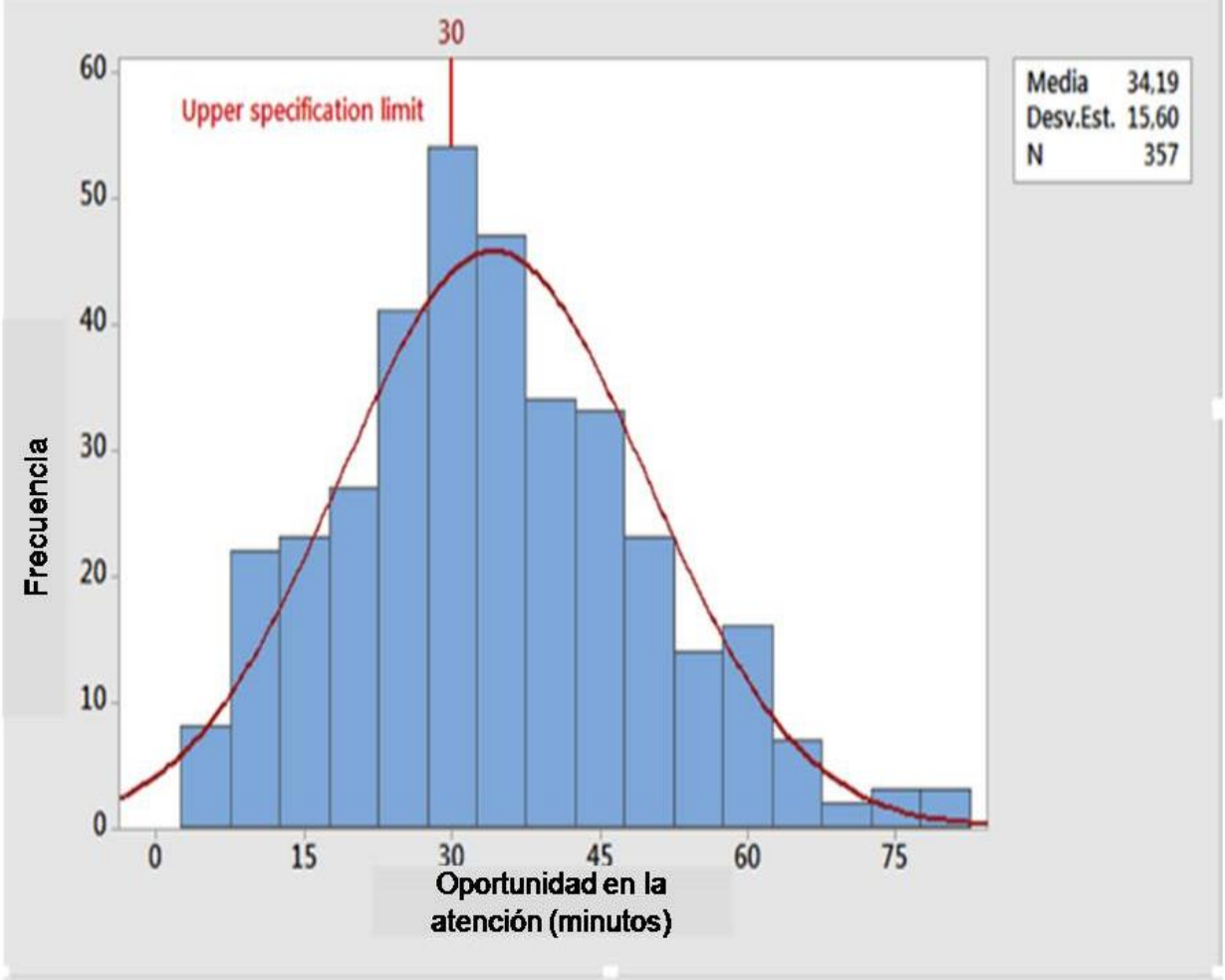

Figura 8. *Tiempos de atención en el área de urgencias.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Se procedió a obtener los tiempos entre llegadas de los pacientes por medio del libro de minuta que diligencian los porteros en el área de urgencias donde anotan la fecha y hora de llegada a todos los pacientes que ingresan a dicho departamento. Estos datos fueron tomados durante los periodos mayo 01 al 30 del 2016, julio 01 al 31del 2016 y octubre 01 al 31 del 2016 (ver anexo 3).

A la variable ¨tiempos entre llegadas¨ se le aplicaron las pruebas de independencia intra variable, homogeneidad y bondad de ajuste.

6.1 Análisis de entrada de datos

A continuación, se analizará el comportamiento de los datos recolectados de los tiempos entre llegadas de los pacientes al área de urgencias de la clínica para determinar si estos tienen un comportamiento aleatorio.

Variable: Tiempo entre llegadas (Minutos)

Análisis: Independencia Intravariable

Prueba estadística: Pruebas de Corridas

Planteamiento de hipótesis tiempo entre llegadas de pacientes al área de urgencias.

Ho: La secuencia de datos de la variable “tiempo entre llegadas¨ es aleatoria.

Ha: La secuencia de datos de la variable “tiempo entre llegadas” no es aleatoria

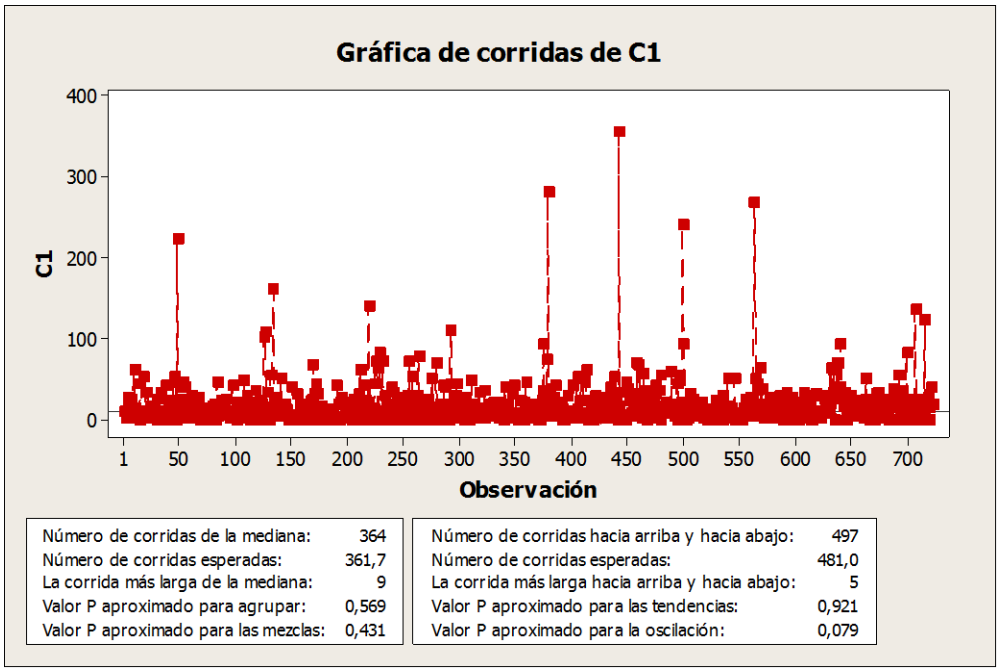

Figura 9. *Grafica de corrida tiempos entre llegadas.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017).

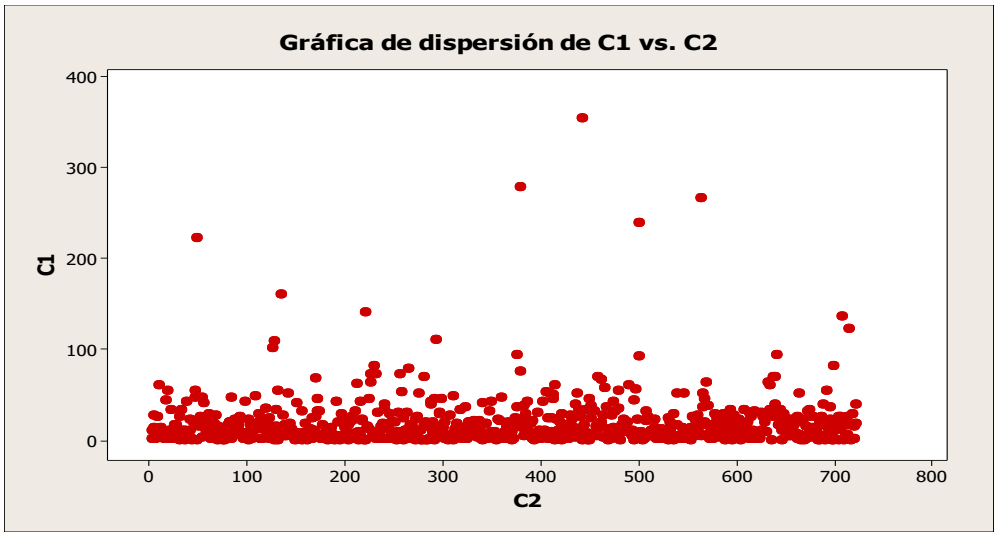

Figura 10. *Gráfico de dispersión tiempos entre llegadas.*

Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Interpretación: Dado que los P valor para las tendencias de 0,921 es mayor que 0,05, se acepta la hipótesis nula la cual establece que los tiempos entre llegadas de los pacientes al área de urgencias siguen una distribución aleatoria.

6.1.1 Prueba de homogeneidad

Número de observaciones: 354

Número de niveles: 62

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para tiempos entre llegadas y construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de tiempos entre llegadas para los 62 diferentes niveles. La prueba-F en la tabla Anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples establecerán si las medias son significativamente diferentes de otras.

Tabla 10.
Anova para tiempos entre llagadas.

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	19840,3	61	325,25	1,31	0,0774
Intra grupos	72691,7	292	248,944		
Total (Corridas.)	92531,9	353			

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

La tabla anova descompone la varianza de tiempos entre llegadas en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,30652, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de tiempos entre llegadas con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 11.
Prueba de Kruskal-Wallis para tiempos entre llegadas.

TIEMPOS ENTRE LLEGADAS 2	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
0	29	188,724
1	13	139,615
2	24	169,979
3	12	182,708
4	12	128,625
5	18	152,75
6	12	190,0
7	15	163,633
8	8	178,313
9	12	226,292
10	15	140,133
11	6	235,667
12	8	118,125
13	5	192,0
14	9	219,278
15	8	161,188
16	11	207,636

17	5	162,3
18	2	98,5
19	10	209,3
20	10	194,25
21	6	173,5
22	7	174,714
23	5	193,3
24	4	268,75
25	12	159,375
26	3	105,167
27	5	195,2
28	4	136,0
29	4	260,5
30	3	219,0
31	5	191,4
32	1	341,0
33	2	165,25
34	5	288,0
35	1	261,5
37	4	82,5
38	3	199,667
39	1	170,5
40	3	149,5
42	1	278,5
43	2	155,75
44	1	293,5
45	1	251,5
46	2	216,5
50	1	287,5
51	5	124,9
52	1	16,5
53	1	261,5
55	2	152,0
56	1	122,5
58	1	232,0

60	1	223,0
61	2	128,75
63	1	45,5
64	1	16,5
67	1	122,5
69	1	147,5
70	2	99,0
75	1	342,5
82	1	16,5
94	2	338,5

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de tiempos entre llegadas dentro de cada uno de los 62 niveles son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (Rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas.

- Datos/Variable: Tiempos entre llegadas
- 648 valores con rango desde 1,0 a 94,0
- Distribuciones Ajustadas.

6.2 Pruebas bondad de ajuste para la variable tiempos entre llegadas

Para realizar esta prueba se utilizó input Analyzer para las diferentes distribuciones realizadas, de las cuales se eligió como la más favorable la distribución exponencial la cual arrojó como resultado una media de 18, 8 minutos de tiempo entre llegadas tal como se detalla a continuación.

6.2.1 Distribución Exponencial.

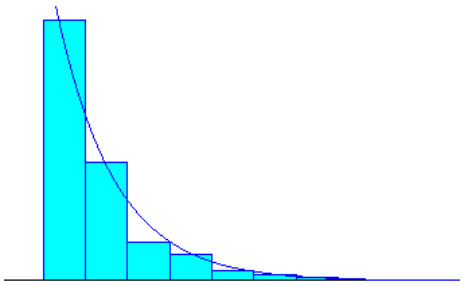

Figura 11. *Distribución exponencial tiempos entre llegadas***.**
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente Input analyzer

- Distribution Summary
- Distribution: Exponential
- Expression: -0.001 + EXPO (18.8)
- Square Error: 0.003231
- Chi Square Test
- Number of intervals = 6
- Degrees of freedom = 4
- Test Statistic = 15.5
- Corresponding p-value < 0.005
- Kolmogorov-Smirnov Test
- Test Statistic = 0.0702
- Corresponding p-value < 0.01
- Data Summary
- Number of Data Points = 722
- Min Data Value = 0
- Max Data Value = 354
- Sample Mean = 18.8
- Sample Std Dev = 29.4
- Histogram Range = -0.001 to 354
- Number of Intervals = 26

A la variable tiempo de estancia en el área de urgencia se le aplicaron las siguientes pruebas:

6.3 Análisis: Independencia Intravariable

Prueba estadística: Pruebas de Corridas

Planteamiento de hipótesis tiempo de estancia en urgencias.

Ho: La secuencia de datos de la variable “tiempo de estancia¨ es aleatoria.

Ha: La secuencia de datos de la variable “tiempo de estancia” no es aleatoria

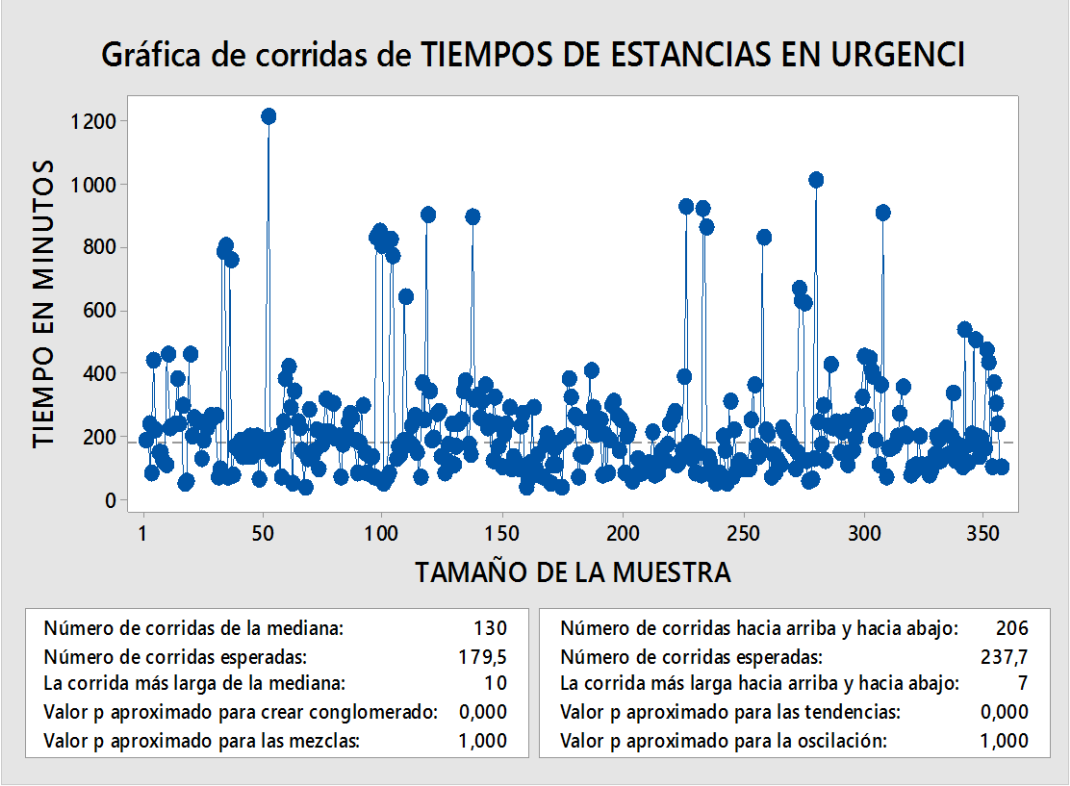

Figura 12. *Gráfico de corrida tiempo de estancia en urgencias.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente minitab

Interpretación: Dado que los P valor para las mezclas y las oscilaciones es de 1,000 (mayor que 0,05) se acepta la hipótesis nula la cual establece que los tiempos de estancias de los pacientes al área de urgencias siguen una distribución aleatoria.

6.4 Prueba de Homogeneidad

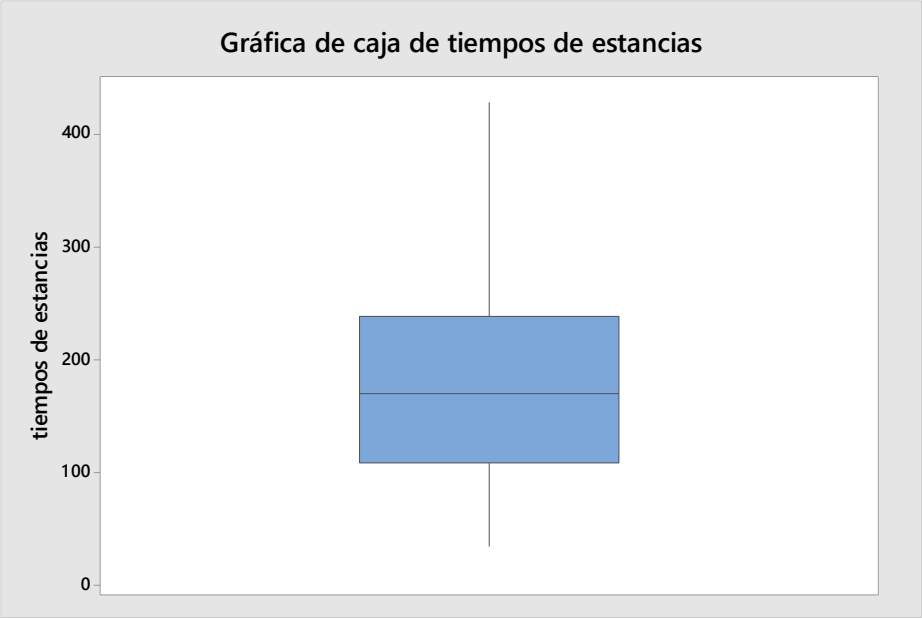

Figura 13. *Grafica de cajas y bigotes.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente minitab

Comparación de Varias Muestras

Muestra 1: Estancia para quirófano

Muestra 2: Estancia para hospitalización

Muestra 3: Estancia para salidas

Muestra 4: Estancias para UCI

Muestra 1: 55 valores en el rango de 48,0 a 354,0

Muestra 2: 64 valores en el rango de 45,0 a 403,0

Muestra 3: 160 valores en el rango de 34,0 a 420,0

Muestra 4: 47 valores en el rango de 55,0 a 428,0

La prueba-F en la tabla Anova determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Como en el diagrama de caja y bigotes no se aprecia diferencias significativas ente las medias entonces se acepta que los datos tiempos de estancia en urgencias son homogéneos.

Tabla 12.
Anova estancia en urgencias.

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*G.l.*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	23276,8	3	7758,94	1,07	0,3630
Intra grupos	2,34016E6	322	7267,57		
Total (Corridas.)	2,36343E6	325			

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

La tabla anova descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,06761, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

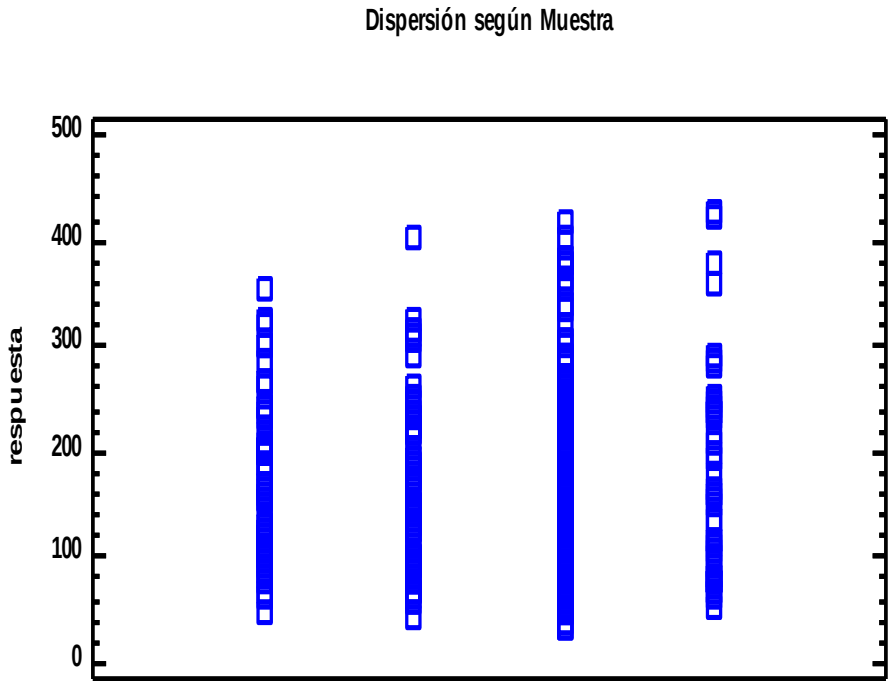

Figura 14. *Gráfico de dispersión tiempos de estancia.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente statgraphics

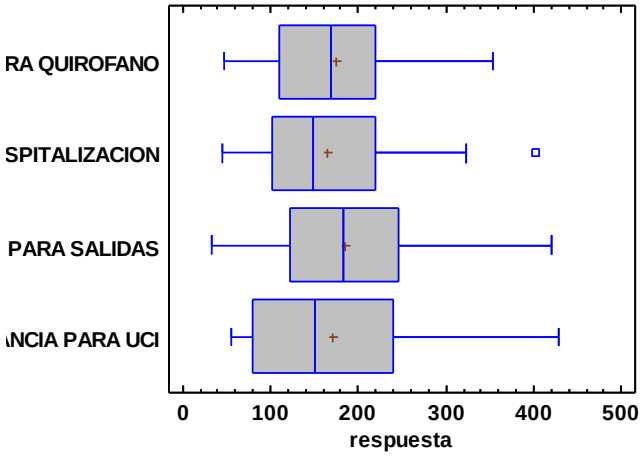

Figura 15. *Caja y bigotes para tiempo de estancias en urgencias.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente statgraphics

6.5 Prueba de bondad de ajuste para tiempos de estancia en urgencias

Datos/Variable: Tiempos de estancia.

354 valores con rango desde 34,0 a 428,0 minutos.

Para realizar esta prueba se utilizó Statgraphics. De todas las distribuciones realizadas se eligió a la distribución Weibull como la más favorable dado un valor p de 0, 718 mayor que 0,05.

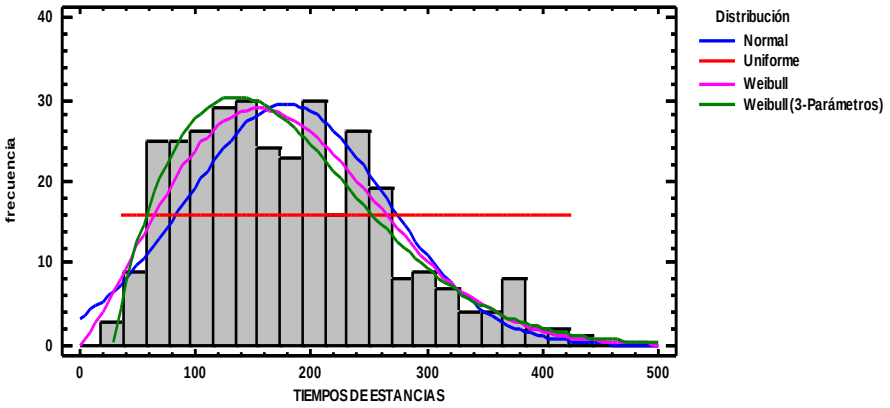

Figura 16. *Histograma para tiempos de estancia*
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente statgraphics

7 Diseño y Validación del Modelo de Simulación

7.1 Flujograma Del Proceso

A continuación, se muestra gráficamente las distintas operaciones que componen el procedimiento “atención del área de urgencia de una clínica en Barranquilla”, estableciendo su secuencia lógica (figura 17). A través de esta grafica se indica la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y responsables de su ejecución.

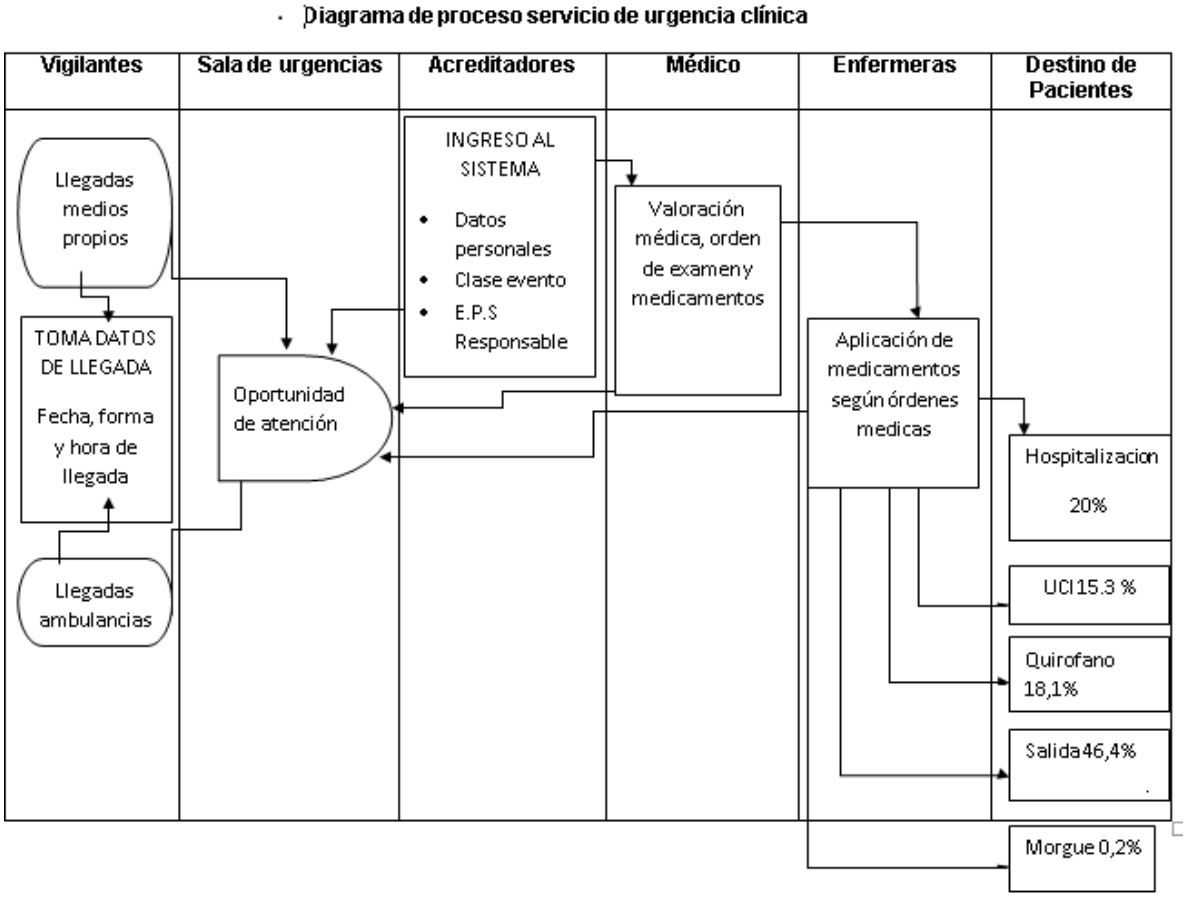

Figura 17. *Diagrama de flujo atención de urgencias.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017)

A continuación, se procede con la modelación del sistema por medio del software Arena 15, en el cual se simula la oportunidad en la atención en el área de urgencias que llegan por accidentes o por consulta externa a continuación, se muestra el modelo de simulación:

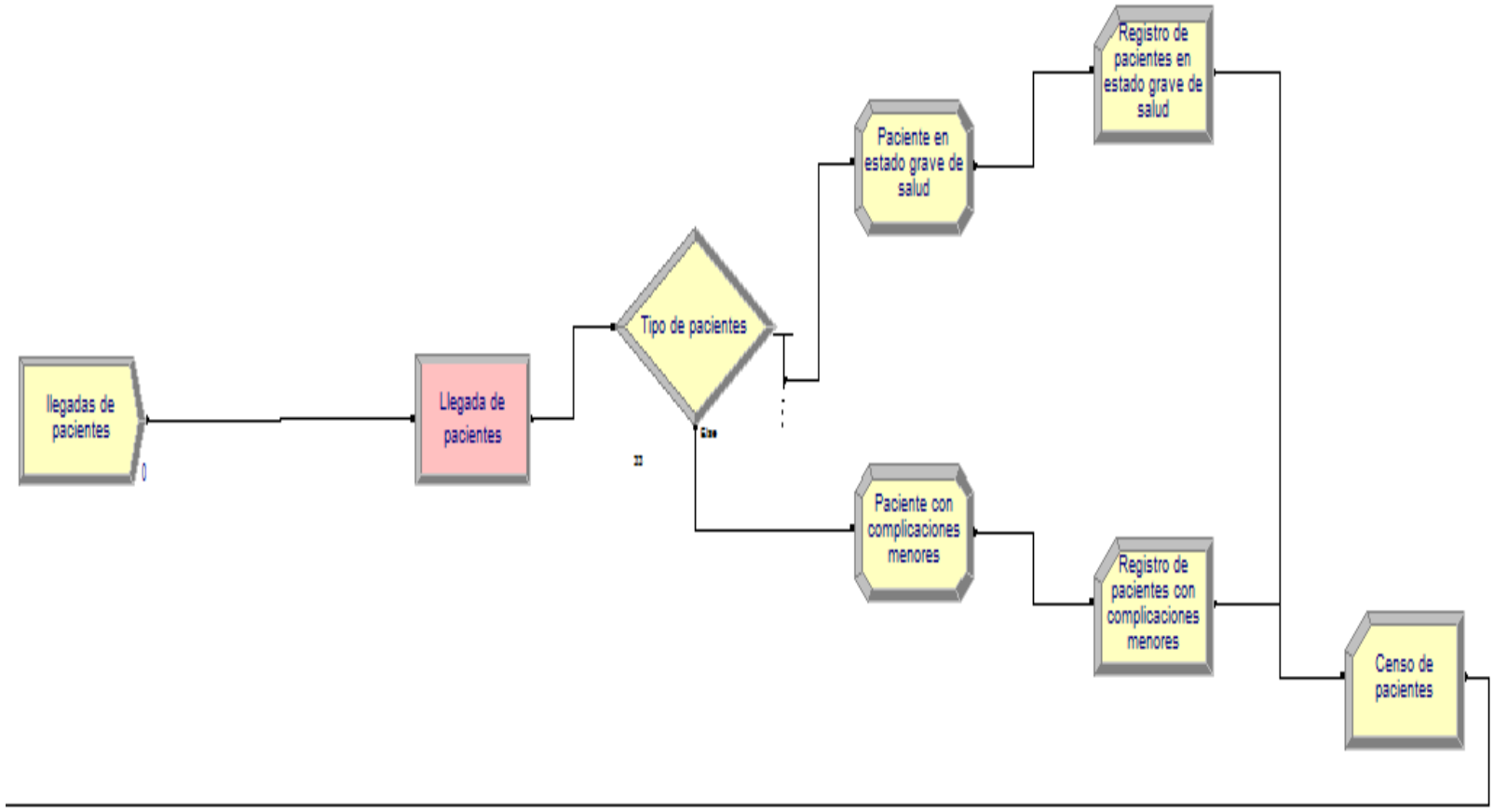

Figura 18. *Modelo de simulación de eventos discretos aplicada al área de urgencias en una clínica en Barranquilla.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017)

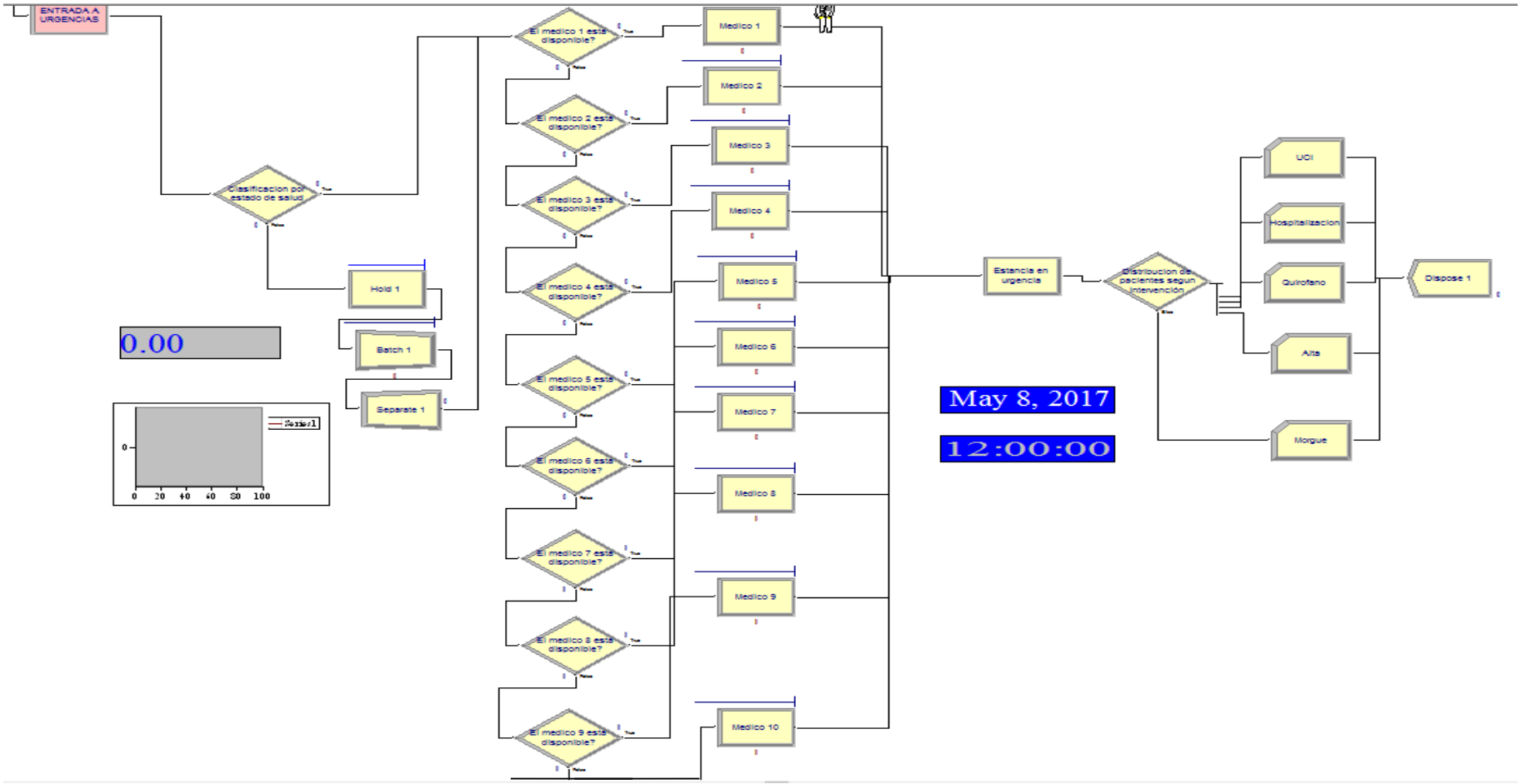

Figura 19 *Modelo de simulación de eventos discretos aplicada al área de urgencias en una clínica en Barranquilla.*

Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Se simula la llegada de pacientes a través del módulo CREATE. El tiempo entre llegadas es exponencial de acuerdo con la siguiente expresión: (-0.001 + EXPO 18.8) minutos. Por otro lado, el 92,33% de las llegadas es de 1 paciente, el 6,84% es de dos pacientes a la vez, el 0,685 es de 3 pacientes y el 0,13% es de 5 pacientes a la vez. Luego, las entidades llegan a un módulo STATION denominada ¨entrada a urgencias¨, seguidamente son direccionadas a un módulo DECIDE donde se hace una clasificación dependiendo del estado de salud del paciente: pacientes en estado grave de salud (33%) y pacientes con complicaciones menores (67%). La asignación de estas condiciones se hace a través del módulo ASSIGN.

Seguidamente, a través de los módulos RECORD se registra el número total de pacientes que ingresan al sistema, así como la condición de éstos. Después los pacientes ingresan a la sala de espera la cual se simula con el módulo STATION. Teniendo en cuenta el estado del paciente, a través de un módulo DECIDE, este puede ser destinado a la sala de espera (pacientes con complicaciones menores de salud) o a la atención inmediata (pacientes en estado grave de salud) por parte de los médicos.

¡La oportunidad de atención que tiene lugar en la sala de espera es simulada a través del módulo HOLD (Scan for condition) sujeto a la expresión ll STATE (medico1) ==-1) ll (STATE (medico2) ==-1) ll! STATE (medico3) ==-1) ll (STATE (medico4) ==-1) ll STATE (medico5) ==-1) ll (STATE (medico6) ==-1) ll STATE (medico7) ==-1) ll (STATE (medico8) ==-1) ll STATEl (medico9) ==-1) ll (STATE (medico10) en donde los pacientes esperan a que un médico del área de urgencias esté disponible. Si esta condición se cumple entonces el paciente pasa a ser atendido. A través de una cadena de módulos DECIDE (2-way by condition) el modelo asigna el paciente al médico que esté disponibles. El tiempo de atención depende de la condición del paciente., En este sentido, los que presentan un estado grave de salud tienen tiempo de atención

que siguen una distribución uniforme (10, 45) minutos, mientras que los que presentan complicaciones menores tienen un tiempo de atención que siguen una distribución uniforme (10,15) minutos. Lo anterior es modelado a través de módulos PROCESS. El tiempo de estancia se representa a través del módulo DELAY con una distribución WEIBULL (222, 202.58) minutos. Seguidamente el paciente es direccionado a través de un módulo DECIDE (N-way by chance) a diferentes módulos RECORD que representan los departamentos de Hospitalización, UCI, Quirófano Salida y Morgue con porcentajes de 15.3%, 20%, 18.1%, 46.4% y 0.2% respectivamente. Finalmente, a través del módulo DISPOSE se representa la salida de los pacientes.

7.2 Validación Del Modelo De Simulación

Como el modelo de simulación debe representar la forma de atención que existe actualmente en el área de urgencias, debe peguntarse si existe una correspondencia entre el sistema real y el modelo. En esta etapa del proyecto se determina si el modelo, como abstracción, es una buena representación del sistema.

La validación del modelo consistió en realizar inicialmente 10 réplicas del modelo simulado tomando la oportunidad de atención en cada una de ellas (tabla 13).

Tabla 13.
Oportunidad de atención simulada en el modelo.

DATOS DE PREMUESTRA	
Réplica	Oportunidad de atención (min)
1	37,86
2	36,32
3	35,06

4	45,82
5	44,41
6	35,73
7	35,35
8	32,5
9	42,5
10	34,83
SUMA	380,38
PROMEDIO	38,04
DESV_ST	4,55
n'	21

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017).

Esto da como resultado una muestra de 21 corridas necesarias para describir el comportamiento actual del sistema. Luego de correr el modelo de acuerdo con el tamaño muestral calculado, se realizó una prueba de Mann-Whitney demostrando que el modelo simulado era equivalente al sistema del mundo real con un valor P igual a 0,079 (nivel alfa = 0,05) y W = 4590. También se realizó la validación tomando 10 réplicas del modelo simulando el *número de pacientes atendidos mensualmente* (tabla 14).

Tabla 14.
Pacientes atendidos mensualmente simulados en el modelo.

DATOS DE PREMUESTRA	
Réplica	Pacientes atendidos mensualmente
1	2222
2	2251
3	2192
4	2321
5	2251
6	2355
7	2172
8	2188
9	2261

10	2296
SUMA	22509
PROMEDIO	2250,90
DESV_ST	59,97
n'	2

Nota: Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Eso genera como resultado que las 10 réplicas utilizadas en la premuestra son suficientes para describir el comportamiento de la variable “pacientes atendidos mensualmente”. A estos datos se le hizo la prueba de normalidad obteniendo el siguiente resultado (figura 19)

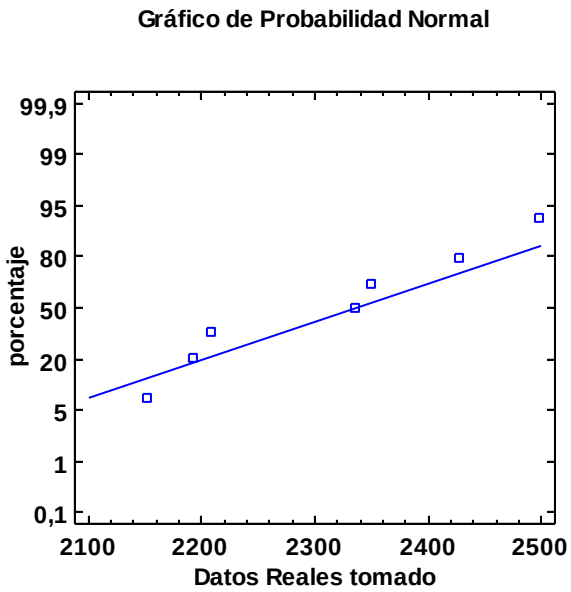

Figura 20. *Gráfico de normalidad para número de pacientes atendidos mensualmente según modelo simulado.* **Elaboración (N. Nuñez, 2017)** Fuente: Statgraphics.

En este caso, el valor del sesgo (0,224125) estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal. Por otro lado, el valor de curtosis estandarizada (-0,791632) también se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal. Seguidamente, se realizó una prueba T para

comparación de medias (ver figura 20), obteniéndose un p valor de 0,232765 (mayor a un alfa de 0,05), por lo que se concluye que el modelo simulado representa fielmente al modelo real.

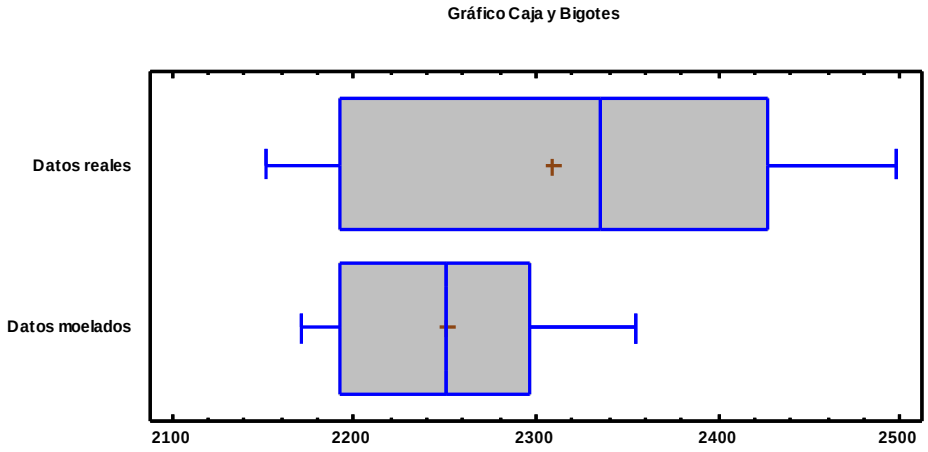

Figura 21. *Diagrama de caja y bigotes comparación de medias modelo real y modelo simulado.* **Elaboración (N. Nuñez, 2017)** Fuente: Statgraphics.

Por otro lado, se concluye que, en promedio un paciente tiene que esperar 34,19 min con una desviación estándar de 15,6 min (véase la figura22)

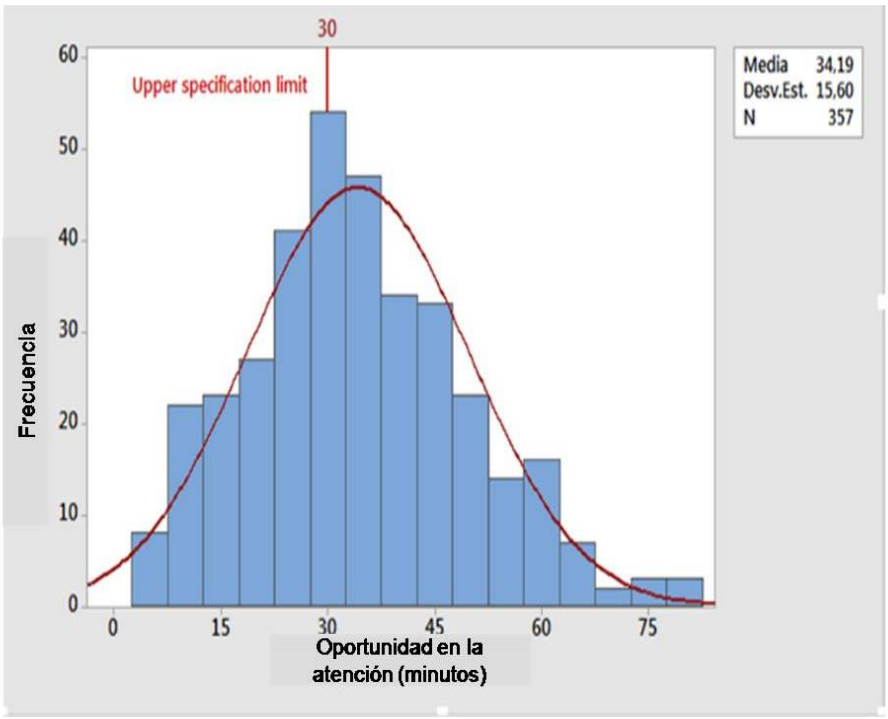

Figura 22. *Oportunidad en la atención en el área de urgencias de una clínica en Barranquilla.* Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente: Minitab17.

Esto significa que hay una probabilidad de 96.15% de que un paciente admitido espera más de 30 minutos entre la hora de llegada y el inicio de la atención médica. Además, DPM = 961518 lo que denota que 961518 pacientes de 1 millón tendrán que esperar más de 30 minutos. En un esfuerzo por hacer frente a este problema, se presentaron tres escenarios diseñados con el apoyo de los gerentes de salud de A & E los cuales se derivaron de la realización del diagrama causa efecto (ver figura 22).

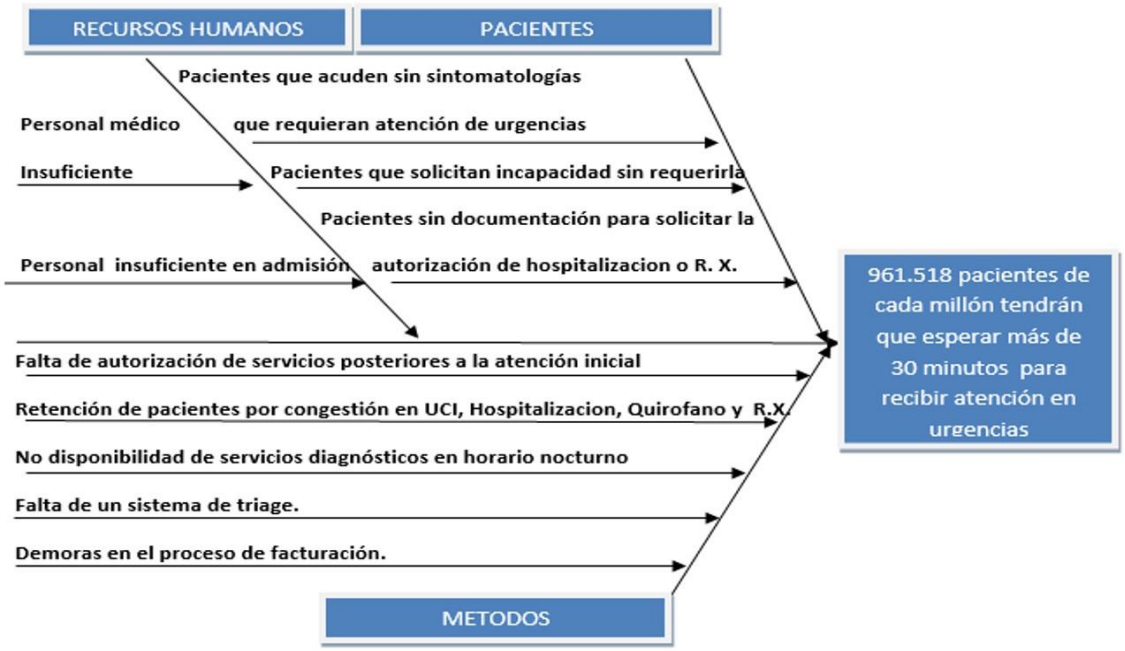

Figura 23. *Diagrama causa efecto para determinar causas de congestión en urgencias.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente: SIAU.

Cada escenario fue evaluado a través del modelo de simulación antes de su implementación (ver Figuras 23, 24,25 y 26).

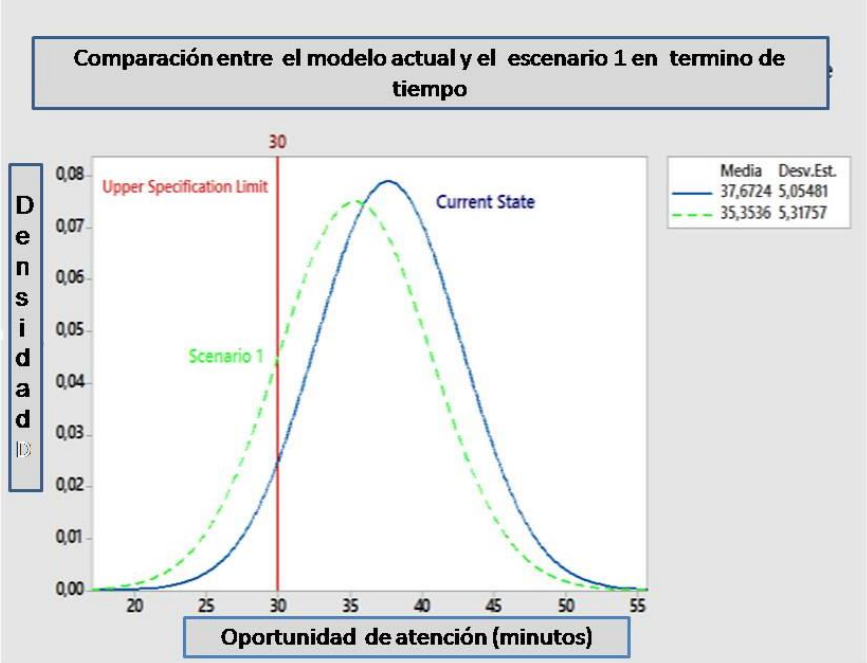

Figura 24. *Comparativo entre el modelo de simulación y el escenario1.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente: SIAU.

El escenario 1 propone la contratación de un médico adicional con el turno compartido adicionar un médico más en los horarios de 8 a12 am y de 3 a 7 pm de lunes a domingo.

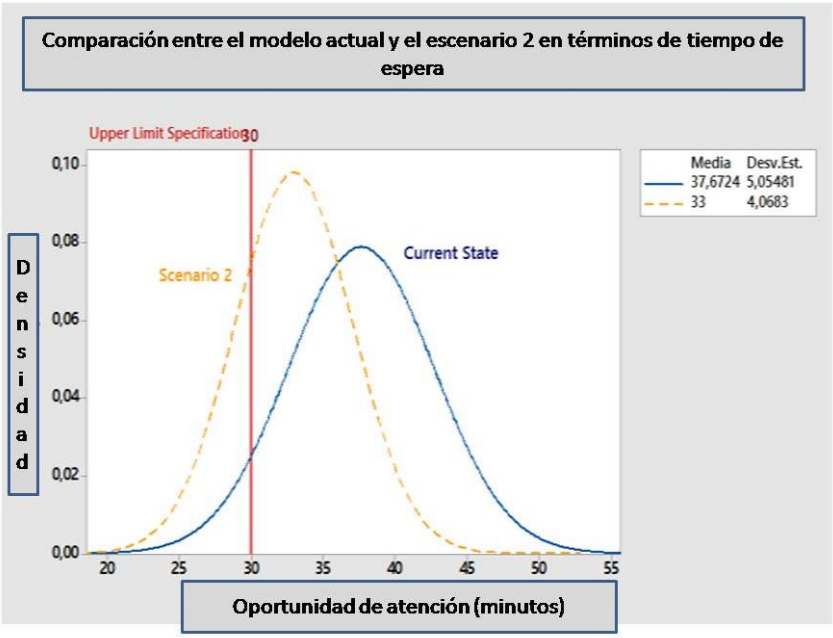

Figura 25. *Comparación entre el modelo de simulación y el escenario 2***.**

Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente: Minitab.

El escenario 2 sugiere agregar dos médicos más en el turno diurno o sea los horarios de 7 am a 7 pm de lunes a domingo.

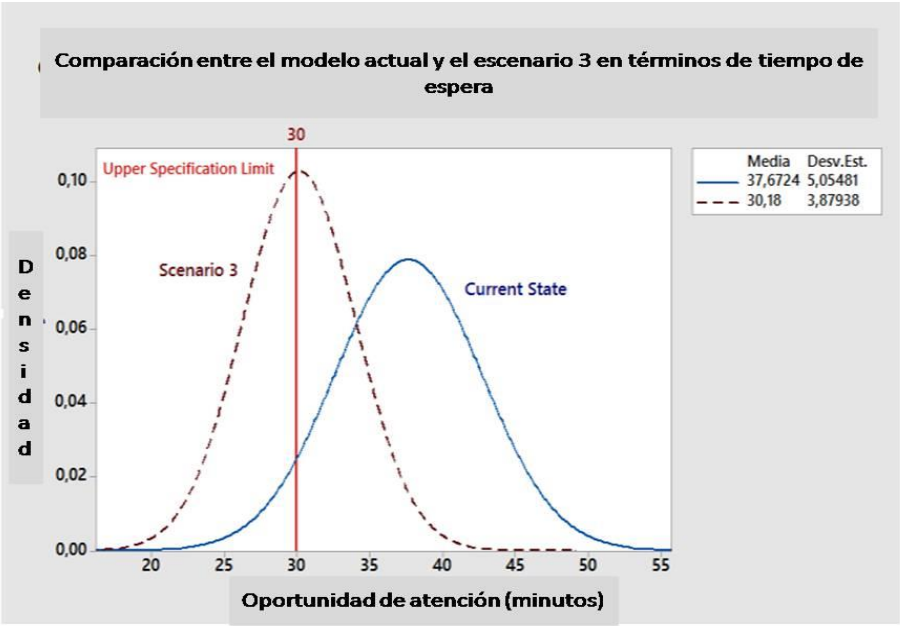

Figura 26. *Análisis comparativo entre el estado actual y Escenario 3.*
Elaboración (N. Nuñez, 2017) Fuente: Minitab.

El escenario 3 recomienda implementar el sistema de triage de esta manera: nueve médicos generales atendiendo el triage tres en cada turno y 14 médicos más atendiendo en urgencia 3 en cada turno y 2 en los turnos como están descrito (tabla 14).

Tabla 15.
Médicos atendiendo el triage.

Número de médico	Día	Noche	Sustituto
Médico 1	X		
Médico 2	X		
Médico 3	X		
Médico 4		X	
Médico 5		X	
Médico 6		X	
Médico 7			X
Médico 8			X
Médico 9			X

Nota Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Tabla 16.
Médicos atendiendo en urgencias.

Número de médico	**Día**	**Noche**	**Compartido**	**Fin de semana**	**Sustituto**
Médico 1	**X**				
Médico 2	X				
Médico 3	X				
Médico 4			X		
Médico 5				X	
Médico 6		X			
Médico 7		X			
Médico 8		X			
Médico 9			X		
Médico 10				X	
Médico 11					X
Médico 12					X
Médico 13					X
Médico 14				X	

Nota Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Se puede ver que se ha creado un cambio adicional (turno Fin de semana) En este cambio, el médico de cabecera trabaja los sábados y domingos de 7,00 am a 7,00 pm. Esto se propuso ya que los tamaños de cola tendían a ser más largos durante los fines de semana lo que contribuía a afectar el tiempo medio de espera en el departamento de A & E.

Los médicos generales se encargarán de categorizar a los pacientes de acuerdo con el sistema de clasificación de cinco niveles como lo afirman Parenti, Reggiani, Iannone, Percudani y Dowding (2014), y luego un conjunto de médicos seguirá tratándolos basándose en la prioridad asignada en la estación de triage. En este sentido, los niveles 1 y 2 Los pacientes no esperarán más que los otros.

El escenario 4 recomienda implementar un médico por turno de 8 horas en los horarios de 6 am a 2 pm, de 2 pm a 10 pm y de 10 pm a 6 am, realizando un filtro para establecer qué tipos de pacientes no requieren atención desviándolos del sistema hacia una atención prioritaria en consulta externa. Actualmente, la clínica registra, según el departamento de urgencias que un 70% de los pacientes con aparentes complicaciones menores, resultan no requiriendo atención de urgencias. Esto debido a pacientes que acuden sin sintomatología que requieran un tratamiento urgente y otros que solicitan incapacidad sin requerirla (ver figura 22) lo cual genera una sobrecarga al sistema. De ahí que los departamentos de del sector de clínicas en el área de urgencias registran que entre el 22 y el 70% de los pacientes que acuden a estos utilizan inadecuadamente el servicio (Alemán y Montes, 2015)

Después de probar estos escenarios, los resultados demostraron que tres de las propuestas son satisfactorias ya que proporcionan un tiempo de espera menor. Para verificar esto, se realizó una prueba Mann-Whitney para comparar el estado actual del sistema con los cuatro escenarios propuestos (tabla 17).

Tabla 17.
Comparación de los cuatro escenarios de mejora.

Escenario propuesto	P valor	W	CI (95%)
Escenario 1	0,055´	604,5	{-0,541; 5, 250}
Escenario 2	0,0025	607	{1,429; 7,329}
Escenario 3	0	666	{4,356; 10,062]
Escenario 4	2,30747E-7	8,0	[2,92703, 5,72854]

Nota Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Teniendo en cuenta los resultados antes mencionados, los escenarios de mejora fueron comparados en términos de tiempo de espera mediante la aplicación de diagrama de cajas y bigotes (figura 27).

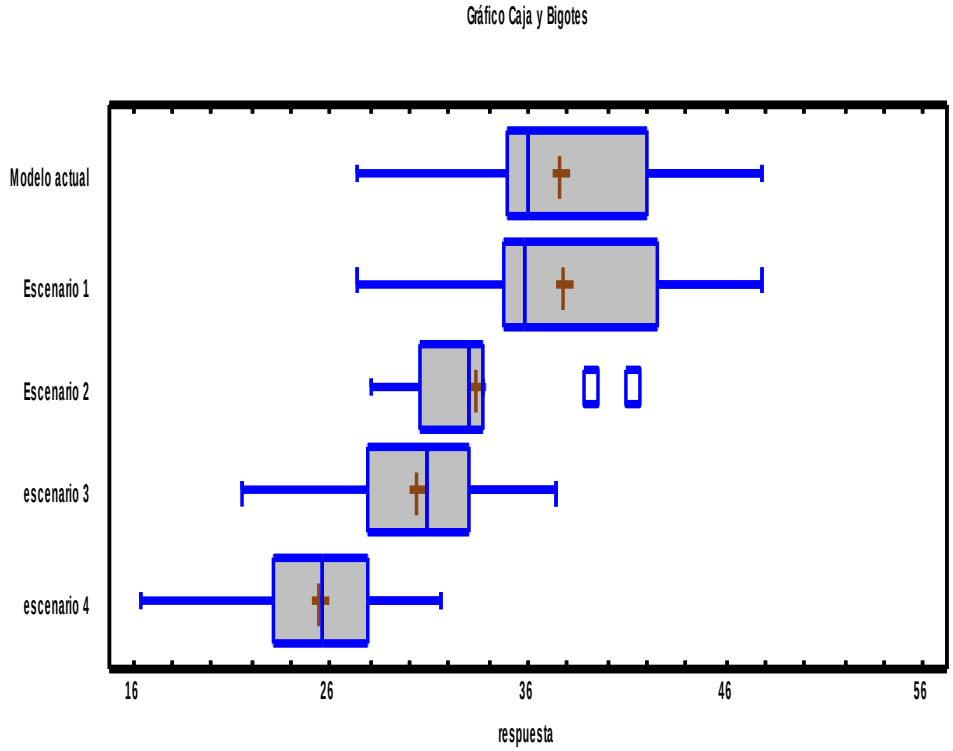

Figura 27. *Diagrama de cajas y bigotes comparativos diferentes escenarios propuestos.*
Fuente. Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Se puede apreciar que el escenario propuesto 4 proporciona el mejor rendimiento operativo debido a la reducción obtenida en el tiempo de espera de los pacientes.

Con base en la comparación de los cuatro escenarios propuestos se realizó un análisis financiero. Para ello se diseñaron dos indicadores: IALT (investment on average lead-time) y IVC (Investment of variation coefficient) donde VCi y VCf son los coeficientes de variación inicial y final (ver formulas 2- 3). La tabla 17 resume los resultados de esta evaluación.

$$\text{IALT} = \frac{Investment}{Initial\ average\ appointment\ lead-time - Final\ average\ appointment\ lead-time} \quad (2)$$

$$IVC = \frac{Investment}{VC_i - VC_f} \quad (3)$$

Tabla 18.
Indicadores financieros para escenarios de mejora.

Escenarios	Inversión	Oportunidad de Atención Promedio en Urgencias (O.A.P.U)	Desviación Estándar	IALT	IVC
Escenario 1	$1.054.178	35,35	5,31757	453.918	3.998.097
Escenario 2	$6.400.000	33,00	4,0683	1.369.746	22.007.160
Escenario 3	$28.478.142	30,18	3,87938	3.800.937	99.729. 154
Escenario 4	$10.094.555	25,16	2,88	806.764	33.690.194

Nota: Fuente. Elaboración (N. Nuñez, 2017)

Con base en los resultados proporcionados por la Tabla 17, la mejor opción es el Escenario 1 con el IALT más bajo ($ 453.918 / min). Esto denota que es necesario invertir $ 453.918 por cada minuto de tiempo reducido en promedio en la atención en el área de urgencias. Además, al calcular el IVC para cada escenario, también se encontró que el escenario 1 era la opción más beneficiosa (IVC = $ 3.998.097). Este indicador considera la media y la desviación estándar, lo que aumenta el nivel de confianza de las conclusiones aportadas por este estudio. Esto indica que un paciente tenga que esperar en promedio 35,35 minutos para recibir la atención esperada en el área de urgencia.

8 Conclusiones

En este trabajo, se ha validado la eficacia de la simulación de eventos discretos para mejorar los tiempos de espera del paciente en un departamento de A & E de una clínica de la ciudad de barranquilla.

Primeramente, con la colaboración de los médicos y personal administrativo del área de urgencias de una clínica de la ciudad de Barranquilla, se caracterizó el funcionamiento de esta área, se midieron los tiempos de atención actual mediante la observación directa en los diferentes turnos de atención del personal médico en el área de urgencias, lo cual arrojo un resultado de 34.79 minutos en promedio. Se hicieron las clasificaciones de los tiempos entre llegadas de los pacientes con datos tomados del libro de minutas que llevan los vigilantes a la entada al área, también se tomaron de los archivos históricos de la institución los tiempos de estancia de un numero representativo de pacientes (354).

Seguidamente con todos los datos tomados y clasificados se elaboró un modelo de simulación de eventos discretos utilizando para ello el Software Arena 15.0, una vez diseñado el modelo se procedió a realizar 10 corridas con periodos de 1 mes cada una, se tomaron los datos arrojados en cada corrida y mediante la prueba Mann-Whitney se realizó la validación para verificar que el modelo representaba realmente el proceso de atención existente en el área de urgencias, lo cual nos dio como resultado un tiempo medio de atención de 38,04 minutos con desviación estándar de 4,55 minutos, con lo cual se demostró que es mediana mente igual al proceso real existente.

Los resultados demostraron que, considerando el sistema actual, el 96,15% de los pacientes en este departamento tendrá un tiempo de espera superior a 30 minutos. Por lo tanto, se

simularon y evaluaron cuatro propuestas con la ayuda del software Arena 15 ®, Minitab 17, Statgraphics Centurión y los conocimientos proporcionados por los administradores de la clínica y el personal médico del departamento de A & E.

En este caso, se identificó que tres de las propuestas eran operativamente efectivas ya que proporcionan un tiempo de espera reducido en comparación con el sistema del mundo real. El mejor escenario (Escenario 4) permitió a los gerentes disminuir los tiempos de espera promedio de 37,67 min a 25,16 min y la desviación estándar de 5,05 min a 2,88 min. Esto representa una reducción del tiempo de espera en área de urgencia y por consiguiente un aumento en la oportunidad de los pacientes para recibir la atención médica.

Por otro lado, los gerentes de salud pueden pre-probar los cambios en la forma de atención antes de su implementación de manera efectiva mediante el uso de la técnica de DES. Esto es relevante para evitar errores, malentendidos y excesos de costos durante el proceso de implementación de estos cambios. No obstante, es necesario trabajar en estrecha colaboración con los médicos y otros profesionales de la salud para garantizar que los modelos sean equivalentes al sistema del mundo real. Además, la recolección de datos adecuados y de alta calidad es un aspecto fundamental cuando se modelan sistemas de atención de la salud que proporcionan una buena representación de la variabilidad de los procesos.

8.1 Trabajos Futuros

Este modelo de simulación enriquece la literatura existente y contribuye al conocimiento relacionado con el uso de técnicas de DES en la evaluación de estrategias de mejora antes de su implementación en la atención de pacientes que acuden a los ED, tal como lo evidencia Mohiuddin et al. (2017) en un estudio donde se evidencia que a pesar de las bondades del DES,

su aplicación es poco explorada en el sector salud. Como trabajo futuro, se plantea desarrollar modelos de simulación más detallados e informativos. Además, nuestro trabajo también considerará las interacciones con otros servicios de atención de la salud (por ejemplo, hospitalización y cirugía) para apoyar eficazmente los procesos integrados de planificación tanto para los hospitales como para el gobierno.

Referencias

Abo-Hamad, W. & Arisha, A. (2013). Simulation-based framework to improve patient experience in an emergency department. European Journal of Operational Research, 224, 154– 166.

Acosta A. Rolando J. Técnicas Modernas de optimización Universidad Industrial de Santander, 2010

Aeenparast, A., Tabibi, S., Shahanaghi, K., & Aryanejhad, M. (2013). Reducing Outpatient Waiting Time: A Simulation Modeling Approach. Iranian Red Crescent Medical Journal, 15(9), 865-869.

Araidah, A., Boran, O., & Wahsheh, A. (2012). Reducing delay in healthcare delivery at outpatient's clinics using discrete event simulation. International Journal Simulation Model, 4, 185-195.

Bahadori, M., Mohammadnejhad, S., Ravangard, R., &Teymourzadeh, E. (2014). Using Queuing Theory and Simulation Model to Optimize Hospital Pharmacy Performance. Iran Red Crescent Med Journal, 16 (3), 1-7.

Banks, J., Cochran-Smith, M., Moll, L., Richert, A., Zeichner, K., LePage, P., & McDonald, M. (2005). Teaching diverse learners. *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*, *2005*, 232-274.

Barrios, M. A. O., Caballero, J. E., & Sánchez, F. S. (2015, December). A methodology for the creation of integrated service networks in outpatient internal medicine. In Ambient Intelligence for Health (pp. 247-257). Springer International Publishing.

Batanero, C. (2001). Aleatoriedad, modelización, simulación. *Actas de las X Jornadas sobre el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas*, 119-130.

Brailsford, S., Harper, P., Patel, B. and Pitt, M. (2009). "An analysis of the academy c literature on simulation and modelling in health care." Journal of Simulation, Vol. 3 No. 3, pp.130-140.

Chou, Y. L., & Armer, V. A. (1990). *Análisis estadístico* (No. QA278. 2. CH68 1976.). McGraw-Hill.

Coelli, F., Ferreira, R., Almeida, R., & Pereira, W (2007). Computer simulation and discrete-event models in the analysis of a mammography clinic patient flow. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 87, 201 - 207.

Comas, A. S., Palacio, A. T., Mendoza, S. T., & Rodado, D. N. (2016). Aplicación del diseño de experimentos taguchi para la identificación de factores de influencias en tiempos de impresión 3D con modelado por deposición fundida. International Journal of Management Sciences and Operations Research, 1(1), 43-48.

Constitution Política de Colombia [Const.] (1991). Articulo 49 [titulo 3] 2da ed. Legis.

Coss-Bu, J. A., Jefferson, L. S., Walding, D., David, Y., Smith, E. O., & Klish, W. J. (1998). Resting energy expenditure in children in a pediatric intensive care unit: comparison of Harris-Benedict and Talbot predictions with indirect calorimetry values. *The American journal of clinical nutrition*, *67*(1), 74-80.

Dunna, E. G., Reyes, H. G., & Barrón, L. E. C. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. Pearson Educación.

De Angelis, V., Felici, G., &Impelluso, P. (2003). Integrating simulation and optimization in health care centre management. European Journal of Operational Research, 150, 101–114.

Eatock, J., Clarke, M., Picton, C., & Young, T. (2011). Meeting the four-hour deadline in an A&E department. Journal of health organization and management, 25(6), 606-624

Elkhuizen, S., Das, S., Bakker, P. & Hontelez, J. (2007). Using computer simulation to re-duce access time for outpatient departments. Quality and Safety in HealthCare, 16, 382– 386.

Fletcher, A. and Worthington, D. (2009). "What is a ‘generic’ hospital model?—a comparison of ‘generic’ and ‘specific’ hospital models of emergency patient flows." Health Care Management Science, Vol. 12 No. 4, pp. 374–391.

Feito, B. A., Rath, A. M., Longchampt, E., & Azorin, J. (2000). Experimental study on the in vivo behaviour of new collagen glue in lung surgery. *European Journal of cardio-thoracic surgery*, *17*(1), 8-13.

Furian, N., O'sullivan, M., Walker, C., Vössner, S., & Neubacher, D. (2015). A conceptual modeling framework for discrete event simulation using hierarchical control structures. Simulation Modelling Practice and Theory, 56, 82-96.

Gáfaro-Rojas, A. I., Mallor-Giménez, F., & Azcárate-Camio, C. (2014). Modelado de la atención en consulta externa en un hospital público: una herramienta de gestión. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, *13*(26), 106-118.

Gausch, Antoni et al. Modelado y simulacion aplicados a procesos logísticos de fabricación servicios. México D: F; Alfa omega, 2005 p28.

Gillespie, J., McClean, S., Garg, L., Barton, M., Scotney, B., & Fullerton, K. (2016). A multi-phase DES modelling framework for patient-centred care. Journal of the Operational Research Society, 67(10), 1239-1249.

Gómez, A., Quintana, N., & Ávila, J. (2015). Discrete Event Simulation and Line of Balance Diagram, Applied to the Improvement of the Foundation Construction Process. Ingenieria y Ciencia, 11 (21), 157-175.

Granja, C., Almada- Lobo, B., Janela, F., Seabra, J. & Mendes, A. (2014). An optimization based on simulation approach to the patient admission scheduling problem using a linear programing algorithm. Journal of Biomedical Informatics, 52, 427–437.

Gul, M., & Guneri, A. (2015). Simulation modelling of a patient surge in an emergency department under disaster conditions. Croatian Operational Research Review, 6, 429–443.

Gul, M., & Guneri, A. F. (2015). A comprehensive review of emergency department simulation applications for normal and disaster conditions. Computers& Industrial Engineering, 83, 327-344.

Kelton, W. D. (2000). Experimental design for simulation. In *Simulation Conference, 2000. Proceedings. Winter* (Vol. 1, pp. 32-38). IEEE.

Lieberman, G. J., & Hiller, F. S. (2010). Introdução a pesquisa operacional. *Tradução: Ariovaldo Griese (8a ed.). Porto Alegre: AMGH.*

Lane, D.C., Monefeldt, C. and Rosenhead, J.V. (2000). "Looking in the wrong place for healthcare improvements: A system dynamics study of an accident and emergency depart-ment." Journal of the Operational Research Society, Vol. 51 No. 5, pp. 518-531.

Mandahawi, N., Al-Shihabi, S., Abdallah, A., & Alfarah, Y. (2010). Reducing waiting time at an emergency department using design for Six Sigma and discrete event simulation. InternationalJournalSix Sigma and Competitive Advantage, 6, (1), 91-104.

Marshall, D., Burgos-Liz, L., Ijzerman, M., Osgood, N., Padula, W., Higashi, M., Wong, P., Pasupathy, K., Crown, W. Applying Dynamic Simulation Modeling Methods in Health Care Delivery Research—The SIMULATE Checklist: Report of the ISPOR Simulation Modeling Emerging Good Practices Task Force (2015). Value in Health, 18, 5-16.

McKay, M. D., Beckman, R. J., & Conover, W. J. (2000). A comparison of three methods for selecting values of input variables in the analysis of output from a computer code. *Technometrics*, *42*(1), 55-61.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). Indicadores IPS's Oportunidad de atención a la consulta de urgencias Departamental. Recuperado de: http://calidadensalud.minsalud.gov.co/Observatorio/ListadodeIndicadores/ListadeIndicadores/Resultados/IndicadoresdeIPSparaDTS.aspx

Mocarzel, B., Shelton, D., Uyan, B., Pérez, E., Jimenez, J. & DePagter, L. (2013). Modeling and simulation of patient admission services in a multi-specialty outpatient clinic. Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, 2309-2319.

Mohiuddin, Syed, John Busby, Jelena Savović, Alison Richards, Kate Northstone, William Hollingworth, Jenny L. Donovan, and Christos Vasilakis. "Patient flow within UK emergency departments: a systematic review of the use of computer simulation modelling meth-ods." BMJ open 7, no. 5 (2017): e015007.

Nasiri, S. (2009). Lean Thinking and Queue Modelling in Healthcare. Lancaster University Management School.

Neil N (2012). Transparently, with Validation. MedDecisMaking 2012 32:660-662.

N. Nuñez (2017)

Ortiz, M. & Lopez, P. (2016). Using Computer Simulation to Improve Patient Flow at an Outpatient Internal Medicine Department. UCAmI 2016, Part I, LNCS 10069, pp. 1–6.

Ortiz, M. McClean, S. Nugent, C. & Castillo, A. (2016). Reducing Appointment Lead-Time in an Outpatient Department of Gynecology and Obstetrics through Discrete-Event Simulation: A Case Study. UCAmI 2016, Part I, LNCS 10069, pp. 274–285, 2016.

Parenti, N., Reggiani, M. L. B., Iannone, P., Percudani, D., & Dowding, D. (2014). A systematic review on the validity and reliability of an emergency department triage scale, the Manchester Triage System. International journal of nursing studies, 51(7), 1062-1069.

Pantojas Rojas, L. M., & Garavito Herrera, L. A. (2008). Analysing the Diana Turbay CAMI emergency and hospitalisation processes using an Arena 10.0 simulation model for optimal human resource distribution. Ingeniería e Investigación, 28(1), 146-153.

Pitt, M., Monks, T., Crowe, S., & Vasilakis, C. (2015). Systems modelling and simulation in health service design, delivery and decision making. BMJ Quality & Safety, 1-8.

Rado O., Lupia B., Leung J.M.Y., Kuo Y.H., Graham C.A. (2014). Using Simulation to Analyze Patient Flows in a Hospital Emergency Department. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, 61,289– 301.

Robinson, S., Radnorb, Z., Burgessc, N., & Worthington, C. (2012). SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. European Journal of Operational Research, 219, 188–197.

Rodriguez, J. F. G., Fariñas, A. G., Gonzalez, A. M. G., & León, G. A. R. (2012). HERRAMENTALES DE LA INVESTIGACIÓN OPERACIONAL EN APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN SALUD. *Investigación Operacional*, *33*(3), 245-252.

Rodríguez, J., Serrano, D., Monleón, T., & Caroc, J. (2008). Discrete-event simulation mod-els in the economic evaluation of health technologies and health products. Gaceta Sanitaria, 22 (2), 151-161.

Secretaria distrital de salud pública alcaldía de Barranquilla. https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/mapa/analisis-de-Situacion-Salud-Barranquilla-2012-2015.pdf

Suarez B. Manuel F. Article de tinnila m. (1995), strategie perspective to business process de designs. 33(3); p28.

Swisher, J., Jacobson, S., Jun, B., & Balci, O. (2001). Modeling and analyzing a physician clinic environment using discrete-event (visual) simulation. Computers & Operations Research, 28, 105-125.

Tejedor, F. J. (1999). *Análisis de varianza*. La Muralla.

The Discrete Event Simulation as a Fundamental technique in making high impact decisions. Available: http://www.vaticgroup.com/perspectiva-logistica/ediciones-anteriores/simulacion-de-eventos-discretos/.

TRUJILLO DIAZ, J. O. H. A. N. N. A., VALLEJO CUBILLOS, J. D., & BECERRA FERNÁNDEZ, M. A. U. R. I. C. I. O. (2010). Metodología para la simulación de centros de llamadas-Caso de estudio. *Studiositas*, *5*(3).

Van Sambeek, J., Joustra, P., Das, S., Bakker, P., & Maas, M. (2015). Reducing MRI access times by tackling the appointment-scheduling strategy. BMJ Quality & Safety, 20 (12), 1075-1080.

Velásquez-Restrepo, P. A., Rodríguez-Quintero, A. K., & Jaén-Posada, J. S. (2011). Metodologías cuantitativas para la optimización del servicio de urgencias: una revisión de la literatura. Revista Gerencia y Políticas de Salud, 10(21).

Viana, J., Brailsford, S.C., Harindra, V. & Harper, P.R. (2014). Combining discrete-event simulation and system dynamics in a healthcare setting: A composite model for Chlamydia infection. European Journal of Operational Research, 237, 196-206.

Villamizar, J., Coelli, F., Pereira, W., Almeida, R. (2011). Discrete-event computer simulation methods in the optimization of a physiotherapy clinic. Physiotherapy, 97, 71–77.

Wang, Z., Eatock, J., McClean, S., Liu, D., Liu, X., & Young, T. (2013). Modeling through-put of emergency departments via time series: an expectation maximization algorithm. ACM Transaction Son Management Information Systems (TMIS), 4(4), 16.

Werker, G., Sauré, A., French, J., & Shechter, S. (2009). The use of discrete event simulation modelling to improve radiation therapy planning processes. Radiotherapy and Oncology, 92, 76–82.

Ximénez, M. C., & San Martín, R. (2000). *Análisis de varianza con medidas repetidas*. Editorial La Muralla.

Zapata, C. J. (2010). Análisis probabilístico y simulación. *Grupo de investigación en planeamiento de sistemas eléctricos. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira–Colombia*.

Zeng, Z., Ma, X., Hu, Y., Li, J., & Bryant, D. (2012). A simulation study to improve quality of care in the emergency department of a community hospital. Journal of Emergency Nursing, 38, 322-328.

Anexos

Anexo 1. Número de pacientes atendidos en la clínica de estudio.

Periodo	**Número de pacientes**
Enero del 2013	1950
Febrero del 2013	1875
Marzo del 2013	1975
Abril del 2013	2010
Mayo del 20113	2120
Junio del 2013	1988
Julio del 2013	2050
Agosto del 2013	2112
Septiembre del 2013	1873
Octubre del 2013	1988
Noviembre del 2013	2089
Diciembre del 2013	1976
Enero del 2014	2022
Febrero del 2014	2034
Marzo del 2014	2235
Abril del 2014	2245
Mayo del 2014	2450
Junio del 2014	1978
Julio del 2014	1999
Agosto del 2014	2001
Septiembre del 2014	2345
Octubre del 2014	2067
Noviembre del 2014	2007
Diciembre del 2014	2876
Enero del 2015	2028
Febrero del 2015	1837
Marzo del 2015	2025
Abril del 2015	2215
Mayo del 2015	2377
Junio del 2015	1518
Julio del 2015	2403
Agosto del 2015	2403
Septiembre del 2015	2447
Octubre del 2015	2446
Noviembre del 2015	2352
Diciembre del 2015	2621
Enero del 2016	2192
Febrero del 2016	2335
Marzo del 2016	2208
Abril del 2016	2151
Mayo del 2016	2497
Junio del 2016	2350
Julio del 2016	2427

Anexo 2. Oportunidad de pacientes.

Hora llegada	Hora de atención	Tiempo de atención	Hora llegada	Hora de atención	Tiempo de atención
14:00	14:35	35	09:49	10:15	26
14.05	14:40	35	09:55	10:45	50
14:12	14:20	8	10:12	10:52	40
14:20	14:50	30	10:25	10:37	12
14:28	15:04	36	10:36	10:45	9
14:30	15.20	50	10:52	11:22	30
14:38	14:45	7	10.59	11:45	46
14:45	15:30	45	11:15	11:48	33
14:50	15:00	10	11:25	12:09	54
14:55	15:45	35	11:40	12:22	42
15:00	15:58	58	11:59	12:37	38
14:00	14:25	25	12:13	12:59	46
14:05	14:35	30	12:45	13:22	37
14:10	14:45	35	13:20	13:25	5
14:12	14.50	38	14:15	14.58	43
14:14	13:00	46	14.40	15:41	61
14:17	14:20	3	14:48	15:54	66
14.20	14.25	5	14:55	15.55	60
14.25	15.10	45	15:05	15.59	53
14:30	15:30	60	15.08	16:05	57
14.35	15:40	65	15.45	15:55	10
14:37	15.50	73	16:04	15:50	46
14:40	16.00	80	16:07	16:03	57
14.45	14.57	12	16:20	17:00	40
14:52	16.10	78	16:45	17:02	17
15:05	16.25	80	16:52	17:15	23
15:15	16:15	60	16:58	17:55	57
15.22	16.20	58	17:10	17:22	12
15:35	16:30	55	17:15	17:45	30
15:40	16:38	58	17:25	17:52	27
17:50	18:10	20	17:40	18:12	32
17:55	18:15	20	17:55	18:05	10
17:58	18:25	27	17:59	18:22	23
			18:15	18:18	3

18:10	18:42	32	18:32	18:45	17
18:18	18:35	17	18:47	19:18	31
18.27	18:40	13	18:55	20:02	67
18:30	18:45:00	15	19:15	20:15	60
18.38	19:28	50	19:39	20:55	76
18:49	19:35	36	19:48	20:59	71
18:55	19.45	50	20:10	21:00	50
19:10	19.52	42	14:00	14:40	40
19:25	20:25	60	14.12	14:45	32
19:45	20.58	73	14.22	14:52	30
08.10	08:45	35	14.35	15:09	34
08:20	08:50	30	14.55	15:05	10
08.35	08:58	23	15.10	15:17	7
08:50	09:25	35	15.25	16:17	52
08:59	09:15	16	15:50	16:34	44
09.15	09:55	40	16:12	16:45	33
09:28	10:30	62	16:25	17:00	45
09:45	10:35	50	16.40	17:45	65
10:20	11:00	40	17:05	17.55	50
10:35	11.18	43	17:25	18:05	50
10:55	11.45	50	17.28	18:25	57
11:15	11:50	35	17:45	18:15	30
11.45	12:25	40	13.45	14:00	15
09.00	09.20	20	13.59	14:15	16
09.15	09.45	30	14:12	14:45	33
09:25	09:52	27	14.15	15:12	52
09:45	10:15	30	14.25	14:38	13
09:52	10:28	36	14.32	14:45	13
10.15	10.19	4	14.55	15:35	40
10.20	10:45	25	15:10	15:42	32
10:45	11:30	45	15:18	15.55	37
11.05	11.32	37	15:32	16:10	38
09:00	09:22	22	15.46	16:15	29
09:20	09:28	8	15:55	16:22	27
09:35	09:52	17	16:10	16:40	30
09:35	10:25	50	16:22	16:58	36
09:48	10:30	42	16:40	17:15	35

10:30	11:05	35	08:00	08:35	35
11:05	11:15	10	08:05	08:43	38
11:35	12:05	30	08:15	08:59	44
12:10	13:06	56	08:28	09:25	57
12:25	13:15	50	08:45	09:50	65
12:50	13:30	40	09:15	10:00	45
13:08	13:45	37	16:01	16:34	33
13:22	13:52	30	16:22	17:01	39
13:45	14:10	25	17:00	17:25	25
14:05	14:45	40	17:05	17:45	40
14:13	14:52	39	17:15	17:52	37
14:22	14:30	8	17:34	18:09	36
14:55	15:05	10	18:04	18:30	24
15:10	15:28	18	16:09	16:22	13
15:13	16:00	47	16:25	17:03	30
15:34	16:05	31	16:42	17:09	27
15:50	16:05	15	17:17	17:45	28
16:00	16:20	20	17:25	17:58	33
06:00	06:30	30	17:26	18:05	29
06:10	06:40	30	17:45	18:12	27
06:45	07:25	40	18:15	18:55	40
07:45	07:55	10	18:39	19:05	26
08:18	08:55	37	19:00	19:42	42
09:30	10:02	32	19:35	19:55	20
09:35	10:22	47	19:42	20:10	28
10:05	10:42	37	20:12	20:35	23
10:45	10:55	10	20:34	21:00	26
11:07	11:55	38	20:55	21:23	28
11:45	12:12	27	13:00	13:50	50
12:02	12:45	43	13:15	13:45	30
12:26	13:25	59	13:55	14:22	27
13:01	13:45	44	14:09	14:34	25
13:43	14:12	29	14:15	14:48	33
14:00	14:07	7	14:15	15:15	60
14:25	15:05	40	14:34	15:05	31
14:45	15:15	30	14:52	15:15	23
15:05	15:25	20	15:00	15:12	12

15:10	16:00	50	15:05	15:34	29
15:17	16:15	58	15:12	15:45	33
15:22	15:35	67	15:34	15:55	21
15:35	16:20	45	15:42	16:05	23
15:45	16:32	47	16:02	16:52	50
15:52	16:35	43	16:12	16:58	16
16:00	16:15	15	16:25	16:48	46
16:15	16:59	44	17:00	17:45	45
16:25	17:05	40	17:15	17:39	24
16:40	17:25	45	13:05	13:29	24
16:45	17:45	60	13:15	13:45	30
16:55	17:52	57	13:34	13:58	24
17:00	17:52	52	13:45	14:15	30
17:15	17:38	23	14:09	14:43	34
17:28	18:15	47	14:22	14:50	28
17:45	18:55	10	14:33	15:02	29
18:15	19:20	65	14:40	15:24	44
18:36	19:28	52	14:55	15:45	50
18:59	19:33	34	15:05	16:00	55
06:05	06:25	20	15:06	16:05	59
06:18	06:40	22	15:15	15:37	22
07:25	07:55	30	15:29	15:46	17
08:02	08:15	13	15:48	16:17	29
08:12	08:30	18	16:00	16:34	34
08:45	09:15	30	13:45	14:05	20
09:39	10:00	21	14:05	14:34	19
09:48	10:45	57	14:22	14:45	23
10:12	11:00	38	14:30	15:08	38
10:50	11:15	25	14:45	15:23	38
11:22	11:32	10	14:52	15:45	53
12:05	12:16	11	15:05	15:52	47
13:25	13:48	23	15:15	15:58	43
14:02	14:22	20	15:33	16:05	32
14:12	15:01	49	15:43	16:16	33
14:22	15:15	47	16:09	16:22	13
14:30	15:30	55	16:23	16:37	14
14:43	15:30	60	16:43	17:08	25

14:55	15:23	28	17:12	17:25	13
15:15	15:24	69	17:22	17:45	23
15:25	16:00	35	08:05	08:23	18
15:32	16:12	40	08:35	08:59	24
15:44	16:22	38	09:23	09:45	22
16:00	16:45	45	09:34	10:15	41
16:15	16:40	25	09:45	10:33	48
16:22	17:00	32	10:05	10:45	40
17:03	17:12	9	11:03	11:50	47
17:22	17:55	33	12:15	12:45	30
17:45	18:15	30	13:12	13:34	22
18:01	18:34	33	13:45	14:09	24
18:34	18:53	19	14:22	14:58	36
19:04	19:20	16	14:55	15:30	35
20:20	20:45	25	15:04	15:43	39
08:15	08:30	15	15:45	16:33	48
09:12	09:32	20	16:06	16:25	19
10:10	10:45	35	16:15	16:42	27
10:25	10:54	29	17:22	17:54	22
11:00	11:45	45	17:34	18:08	34
12:05	12:28	23	22:06	22:35	31
12:55	13:13	18	22:20	22:55	35
13:12	13:45	33	22:25	22:59	34
13:52	14:22	30	22:40	23:15	35
14:15	15:01	46	22:50	23:10	20
14:33	15:05	32	23:10	23:58	48
15:00	15:25	25	00.12	00:25	13
14:05	14:35	30	05:13	05:50	37
14:23	14:53	30	22:34	23.10	34
15:12	15:22	10	23:30	23:17	32
15:25	15:48	23	23:52	00:20	28
15:42	16:22	40	00:19	00:30	11
			01:24	01:45	21
			03:00	03:30	30
			03:17	03:40	23
			04:15	04:45	30

Anexo 3. Tiempos entre llegadas.

Llegada	**minutos**	**llegadas**	**minutos**	**llegadas**	**Minutos**
13:34	11	22:50	24	13:45	15
13:36	2	23:04	14	13:46	1
13:49	13	23:11	7	13:47	1
14:16	27	00:52	101	14:15	28
14:18	2	02:41	109	14:24	9
14:25	7	02:41	0	14:43	19
14:50	25	03:15	34	14:50	7
14:55	5	03:30	15	15:10	20
15:56	61	03:30	0	15:16	6
16:10	14	04:25	55	15:21:00	5
16:15	5	04:33	8	15:21	0
16:24	9	07:14	161	15:51	30
16:35	11	07:25	11	16:00	9
16:36	1	07:52	27	17:12	72
17:20	44	07:59	7	17:13	1
17:28	8	08:04	5	18:06	53
17:34	6	08:20	16	18:30	24
18:28	54	08:24	4	18:30	0
18:38	10	09:15	51	18:40	10
18:40	2	09:31	16	18:50	10
19:13	33	09:41	10	19:20	30
19:15	2	09:59	18	20:39	79
19:18	3	10:06	7	20:41	2
19:35	17	10:18	12	20:47	6
19:37	2	10:25	7	21:04	17
19:54	17	10:25	0	21:19	15
20:03	9	10:30	5	21:21	2
20:08	5	10:37	7	21:32	11
20:33	25	11:18	41	21:32	0
20:33	0	11:22	4	21:55	23
20:44	11	11:26	4	22:20	25
21:17	33	11:33	7	22:28	8
21:20	3	12:05	32	22:29	1
21:23	3	12:05	0	23:20	51

21:33	10	12:12	7	23:20	0
21:33	0	12:14	2	23:30	10
22:16	43	12:32	18	23:30	0
22:17	1	12:39	7	00:40	70
22:23	6	12:39	0	00:55	15
22:46	23	12:41	2	00:55	0
22:57	11	12:42	1	01:15	20
22:59	2	12:43	1	01:30	15
22:59	0	12:55	12	01:30	0
0:19:00	20	12:56	1	01:32	2
01:13	54	13:20	24	02:15	43
02:00	47	13:31	11	02:55	40
02:00	0	13:56	25	03:04	9
05:43	223	15:04	68	03:24	20
05:58	15	15:35	31	03:24	0
06:20	22	16:20	45	04:09	45
06:45	25	16:26	6	06:00	111
06:48	3	16:58	32	06:05	5
07:35	47	17:00	2	06:20	15
08:16	41	17:01	1	06:48	28
08:35	19	17:17	16	07:18	30
08:40	5	17:22	5	08:03	45
08:52	12	17:23	1	08:14	11
09:11	19	17:36	13	08:27	13
09:24	13	17:37	1	08:47	20
09:53	29	17:40	3	08:49	2
09:55	2	17:40	0	08:55	6
09:59	4	17:41	1	09:00	5
10:03	4	17:54	13	09:00	0
10:15	12	18:01	7	09:03	3
10:33	18	18:02	1	09:30	27
11:00	27	18:08	6	09:32	2
11:03	3	18:10	2	09:35	3
11:03	0	18:10	0	09:35	0
11:18	15	18:52	42	10:23	48
11:24	6	18:55	3	10:25	2

11:25	1	19:15	20	10:37	12
11:36	11	19:15	0	10:55	18
11:39	3	19:20	5	10:59	4
11:39	0	19:48	28	11:12	13
11:41	2	19:50	2	11:26	14
11:41	0	20:12	22	12:00	34
11:49	8	20:14	2	12:04	4
11:52	3	20:28	14	12:06	2
12:09	17	20:30	2	12:20	14
12:28	19	20:38	8	12:23	3
12:47	19	20:54	16	13:00	37
12:48	1	20:54	0	13:02	2
13:35	47	21:13	19	13:10	8
13:40	5	21:39	26	13:30	20
13:50	10	21:40	1	13:49	19
13:58	8	22:03	23	13:58	9
14:21	23	22:25	22	14:03	5
14:40	19	22:32	7	14:09	6
15:00	20	23:04	32	14:30	21
15:15	15	00:06	62	14:40	10
15:22	7	00:15	9	14:45	5
15:47	25	00:15	0	15:04	19
15:55	8	00:58	43	15:22	18
15:59	4	01:03	5	15:25	3
16:01	2	01:26	23	15:46	21
16:08	7	01:47	21	15:48	2
16:51	43	01:47	0	15:57	9
16:56	5	04:07	140	15:57	0
17:04	8	04:07	0	16:38	41
17:26	22	04:22	15	16:40	2
17:26	0	04:35	13	16:42	2
17:42	16	04:47	12	17:00	18
17:44	2	05:32	45	17:02	2
17:53	9	06:44	72	17:05	3
18:03	10	07:47	63	17:12	7
18:15	12	07:51	4	17:43	31

19:04	49	07:58	7	17:52	9
19:19	15	09:20	82	18:35	43
19:31	12	09:21	1	18:39	4
20:00	29	10:34	73	18:40	1
20:19	19	10:43	9	18:49	9
20:21	2	11:13	30	18:50	1
20:22	1	11:14	1	18:50	0
20:44	22	11:29	15	19:13	23
20:45	1	11:40	11	19:14	1
21:05	20	11:42	2		
21:15	10	12:00	18		
21:50	35	12:40	40		
22:10	20	13:13	33		
22:25	15	13:30	17		
22:26	1				

Anexo 4. Corridas para establecer validación del modelo de simulación.

DATOS DE PREMUESTRA	
Réplica	Oportunidad de atención (min)
1	37,86
2	36,32
3	35,06
4	45,82
5	44,41
6	35,73
7	35,35
8	32,5
9	42,5
10	34,83
SUMA	380,38
PROMEDIO	38,04
DESV_ST	4,55
n'	21

DATOS DE PREMUESTRA - ESCENARIO 1: DOCTOR EN HORARIO REEMPLAZO	
Réplica	Oportunidad de atención (min)
1	29,59
2	23,42
3	33,47
4	26,53
5	29,29
6	35,36
7	34,22
8	28,76
9	37,06
10	33,1
SUMA	310,8
PROMEDIO	31,08
DESV_ST	4,27
n'	28

Anexo 5. Tiempo de estancia y destino de los pacientes.

Tiempo de Estancia	**Destino**	**T. de estancia**	**destino**	**T. de estancia**	**Destino**
185	Salida	**148**	Quirófano	**857**	Quirófano
239	Salida	**64**	Uci	**131**	Uci
78	Uci	**367**	Salida	**110**	Quirófano
435	Salida	**248**	Salida	**65**	Uci
217	Salida	**898**	Quirófano	**48**	Uci
148	Salida	**338**	Salida	**80**	Quirófano
145	Hospitalización	**183**	Salida	**80**	Hospitalización
120	Salida	**190**	Salida	**200**	Salida
105	Quirófano	**269**	Salida	**149**	Hospitalización
455	Salida	**272**	Salida	**50**	Uci
225	Salida	**129**	Quirófano	**308**	Salida
230	Hospitalización	**78**	Quirófano	**68**	Quirófano
235	salida	**121**	Hospitalización	**219**	Salida
380	salida	**170**	Salida	**89**	Quirófano
233	salida	**238**	Salida	**120**	Hospitalización
292	salida	**108**	Hospitalización	**100**	Quirófano
46	Uci	**163**	Hospitalización	**93**	Hospitalización
55	Uci	**239**	Salida	**97**	Uci
455	salida	**252**	Salida	**95**	Uci
200	salida	**337**	Salida	**252**	Salida
255	salida	**373**	Salida	**359**	Salida
250	salida	**168**	Hospitalización	**166**	Salida
245	salida	**138**	Hospitalización	**133**	Hospitalización
125	Hospitalización	**890**	Quirófano	**149**	Salida
187	salida	**313**	salida	**825**	Quirófano
220	salida	**325**	Salida	**216**	Salida
245	salida	**255**	Salida	**204**	Hospitalización
263	salida	**307**	Salida	**66**	Uci
255	salida	**360**	Salida	**141**	Quirófano
265	salida	**226**	Salida	**78**	Quirófano
70	Hospitalización	**243**	Salida	**123**	Hospitalización
93	Hospitalización	**117**	Salida	**108**	Quirófano
782	Quirófano	**319**	Salida	**223**	Hospitalización

800	Quirófano	**238**	Salida	**207**	Hospitalización
67	Uci	**163**	Quirófano	**179**	Salida
753	Quirófano	**100**	Uci	**175**	Hospitalización
75	Uci	**205**	Quirófano	**163**	Salida
162	salida	**234**	Salida	**92**	Uci
161	salida	**287**	Salida	**143**	Hospitalización
185	salida	**93**	Salida	**663**	Quirófano
130	salida	**135**	Hospitalización	**626**	Quirófano
130	Salida	**121**	Quirófano	**617**	Hospitalización
145	Salida	**90**	Quirófano	**118**	Salida
200	Quirófano	**231**	Salida	**57**	Quirófano
130	Hospitalización	**266**	Salida	**59**	Quirófano
150	Quirófano	**34**	Uci	**123**	Uci
200	Salida	**61**	Uci	**1005**	Quirófano
61	Uci	**115**	Quirófano	**245**	Salida
150	Hospitalización	**287**	Salida	**169**	Salida
182	salida	**91**	Quirófano	**293**	Hospitalización
185	salida	**137**	Hospitalización	**120**	Uci
1210	Quirófano	**75**	Hospitalización	**231**	Hospitalización
125	salida	**65**	Quirófano	**423**	Salida
155	salida	**170**	Salida	**221**	Hospitalización
180	Hospitalización	**204**	Salida	**243**	Hospitalización
200	Quirófano	**49**	Uci	**220**	Salida
70	Uci	**107**	Quirófano	**146**	Uci
240	Salida	**160**	Salida	**209**	Salida
380	Salida	**108**	Salida	**245**	Salida
420	Hospitalización	**175**	Salida	**104**	Hospitalización
288	salida	**35**	Uci	**145**	Quirófano
45	Uci	**193**	Salida	**150**	Quirófano
340	Quirófano	**195**	Quirófano	**189**	Hospitalización
240	salida	**378**	Salida	**261**	Hospitalización
220	salida	**319**	Salida	**231**	Salida
150	salida	**259**	Quirófano	**323**	Salida
38	Uci	**254**	Hospitalización	**452**	Salida
125	Hospitalización	**70**	Uci	**260**	Salida
281	Quirófano	**140**	Salida	**441**	Salida

125	salida	**135**	Quirófano	**402**	Salida
153	salida	**145**	Hospitalización	**384**	Salida
215	Quirófano	**245**	Salida	**186**	Uci
94	Uci	**403**	Salida	**105**	Uci
173	Hospitalización	**287**	Salida	**357**	Hospitalización
211	salida	**201**	Salida	**905**	Quirófano
315	Quirófano	**202**	Salida	**69**	Uci
210	Salida	**252**	Salida	**155**	Uci
202	Salida	**75**	Uci	**161**	Hospitalización
302	salida	**205**	Hospitalización	**165**	Quirófano
190	salida	**80**	Hospitalización	**180**	Quirófano
198	salida	**187**	Salida	**195**	Salida
65	Morgue	**292**	Salida	**269**	Salida
170	salida	**305**	Salida	**354**	Salida
202	salida	**263**	Salida	**201**	Hospitalización
242	salida	**150**	Hospitalización	**197**	Hospitalización
270	salida	**250**	Salida	**76**	Uci
256	salida	**77**	Uci	**102**	Uci
182	salida	**200**	Salida	**85**	Hospitalización
80	Uci	**219**	Salida	**108**	Uci
176	salida	**55**	Salida	**199**	Hospitalización
293	salida	**67**	Quirófano	**104**	Uci
145	salida	**74**	Quirófano	**100**	Hospitalización
79	Hospitalización	**125**	Salida	**104**	Hospitalización
129	Hospitalización	**80**	Uci	**76**	Quirófano
129	salida	**109**	Uci	**85**	Salida
67	Uci	**90**	Hospitalización	**138**	Salida
825	Quirófano	**111**	Hospitalización	**197**	Salida
845	Hospitalización	**106**	Salida	**183**	Hospitalización
800	Quirófano	**213**	Salida	**117**	Uci
46	Uci	**75**	Hospitalización	**205**	Hospitalización
65	Hospitalización	**83**	Quirófano	**224**	Salida
77	Uci	**127**	Uci	**138**	Hospitalización
820	Hospitalización	**151**	Hospitalización	**194**	Salida
768	Hospitalización	**118**	Uci	**334**	Salida
128	salida	**173**	Salida	**117**	Uci

165	salida	**239**	Salida	**170**	Quirófano
136	Salida	**253**	Salida	**143**	Hospitalización
187	Salida	**272**	Salida	**98**	Hospitalización
635	Salida	**107**	Hospitalización	**534**	Quirófano
183	Quirófano	**110**	Salida	**114**	Salida
229	Hospitalización	**149**	Salida	**170**	Salida
166	Hospitalización	**382**	Salida	**205**	Salida
262	salida	**921**	Quirófano	**500**	Quirófano
148	Quirófano	**178**	Salida	**195**	Salida
64	Uci	**128**	Hospitalización	**130**	Uci
367	Salida	**171**	Salida	**190**	Salida
248	Salida	**77**	Uci	**158**	Salida
898	Quirófano	**143**	Hospitalización	**470**	Salida
338	Salida	**75**	Quirófano	**428**	Quirófano
183	salida	**914**	Quirófano	**101**	Uci
190	salida			**366**	Quirófano
269	salida			**300**	Salida
272	salida			**237**	Hospitalización
129	Quirófano			**100**	Salida