DISEÑO DE UN MODELO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LA SALA DE URGENCIAS DE UN HOSPITAL DE NIVEL II UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

MARIA TERESA GIRALDO RENDÓN Cod. 201053964
ARMANDO ORTEGA MAZO Cod. 201053948

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROG. ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ZARZAL - VALLE
2013

DISEÑO DE UN MODELO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LA SALA DE URGENCIAS DE UN HOSPITAL DE NIVEL II UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

MARIA TERESA GIRALDO RENDÓN
ARMANDO ORTEGA MAZO

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Director
Mauricio Alejandro Buitrago Soto

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROG. ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ZARZAL - VALLE
2013

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
Presidente del Jurado

_____
Jurado

_____
Jurado

Zarzal; Valle, 22 de Mayo del 2014

DEDICATORIA

A Dios primordialmente, por darnos la salud, fortaleza, tranquilidad y serenidad en cada momento para poder culminar exitosamente esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros padres (José Armando y José Alberto que en paz descanse) y nuestras madres (Consuelo y María Melba) que nos dieron la oportunidad de ser sus hijos, mostrarnos el buen camino y enseñarnos que con dedicación y valores se pueden alcanzar las metas.

A nuestros abuelos que en paz descansen y que en su momento siempre soñaron por presenciar este momento de nuestras vidas, y que desde el cielo nos iluminaron siempre.

A nuestras familias que de una u otra manera siempre estuvieron presentes en el proceso, convirtiéndose en el combustible que siempre nos impulsó a no desfallecer y sobreponer las metas por encima de las dificultades.

"…se requiere de muchos estudios para ser profesional, pero se requiere de toda una vida para aprender a ser persona"

Julio C. Dávila S.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Universidad del Valle del Cauca sede Zarzal, en especial a la Facultad de Ingenierías, ya que a través del tiempo han proporcionado los medios necesarios, los docentes quienes con su profesionalismo nos guiaron de manera eficiente en cada una de las etapas de nuestra carrera, para lograr nuestra meta de obtener el título de Ingenieros Industriales.

A los compañeros que hicieron parte del equipo conformado para el desarrollo de actividades prácticas y educativas, a los profesores en especial a nuestro coordinador de Plan Julián González, a nuestro director de tesis docente Mauricio Alejandro Buitrago, a Julián Hernández, asesor jurídico y Juan Carlos Buitrago, jefe de facturación del HDSRZ, al doctor Julián Vélez, al jefe Miller Motato, quienes con su colaboración, orientación y conocimientos nos apoyaron en el proceso de culminación de nuestro proyecto de grado.

Por ultimo al Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle, por abrirnos sus puertas y darnos la oportunidad de realizar este proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN 14

1. TÍTULO 15

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 16
   2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16
   2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 16
   2.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA 17
   2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 19

3. JUSTIFICACIÓN 20

4. OBJETIVOS 22
   4.1 OBJETIVO GENERAL 22
   4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 22

5. MARCO REFERENCIAL 23
   5.1 MARCO DE ANTECEDENTES 23
   5.2 ESTADO DEL ARTE 24
   5.3 MARCO TEÓRICO 32
      5.3.1 Teoría de Colas. 32
      5.3.2 Simulación de Procesos. 34
      5.3.2.1 Simulación en servicios de salud caso unidades de emergencia. 35
      5.3.2.2 Simulación por eventos discretos. 35
      5.3.3 Tamaño de la Muestra. 37
      5.3.4 Cálculo del número de réplicas. 38
      5.3.5 Validación. 39
      5.3.6 Análisis Beneficio/Costo. 40
   5.4 MARCO CONCEPTUAL 40
   5.5 MARCO LEGAL 43
      5.5.1 Sistema de Salud. 43

5.5.2 La Superintendencia Nacional de Salud. 44
5.5.3 Instituciones Prestadoras de Salud. 44

6. DISEÑO METODOLÓGICO 45
6.1 CLASE DE INVESTIGACIÓN 46
6.2 SEGMENTACIÓN 46
6.3 FUENTES DE INFORMACIÓN 46
6.3.1 Fuentes de información primaria. 46
6.3.2 Fuente de información secundaria. 47
6.4 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA 47

7. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROCESO DE ATENCIÓN AL USUARIO EN EL ÁREA DE URGENCIAS DEL HDSRZ 49

8. DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL SISTEMA DE URGENCIAS DEL HDSRZ 58
8.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL SISTEMA 58
8.2 COMPORTAMIENTO DE LOS DATOS 61
8.3 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL SISTEMA DE URGENCIAS DEL HDSRZ 62
8.3.1 Descripción de los componentes (Bloques) del modelo de simulación del área de Urgencias. 62
8.3.2 Descripción de los componentes (Elementos) del experimento de simulación del área de Urgencias. 69
8.3.3 Animación del modelo de simulación del sistema de Urgencias del HDSRZ. 71
8.4 NÚMERO DE CORRIDAS NECESARIAS PARA LA GENERACIÓN DE RESULTADOS CONFIABLES 72
8.5 VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN 75
8.6 RESULTADOS GENERADOS POR EL MODELO DE SIMULACIÓN 79
8.7 PROPUESTAS DE MEJORA 82
8.7.1 Escenario propuesto #1. 83
8.7.2 Escenario propuesto #2. 88
8.7.3 Escenario propuesto #3. 93

9. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LOS ESCENARIOS PROPUESTOS 99
9.1 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO - SISTEMA ACTUAL 100

9.1.1 Beneficios económicos 100
9.1.2 Egresos o costos operacionales. 101
9.1.3 Relación Costo Beneficio. 103
9.2 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO - ESCENARIO PROPUESTO #1 104
9.2.1 Beneficios económicos 104
9.2.2 Egresos o costos operacionales. 105
9.2.3 Relación Costo Beneficio. 107
9.3 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO - ESCENARIO PROPUESTO #2 108
9.3.1 Beneficios económicos 108
9.3.2 Egresos o costos operacionales. 109
9.3.3 Relación Costo Beneficio. 110
9.4 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO - ESCENARIO PROPUESTO #3 111
9.4.1 Beneficios económicos 111
9.4.2 Egresos o costos operacionales. 112
9.4.3 Relación Costo Beneficio. 113
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 116
BIBLIOGRAFÍA 118
ANEXOS 121

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1. Diseño metodológico del estudio……. 45

Cuadro 2. Caracterización de la sala de urgencias del HDSRZ……... 51

Cuadro 3. Requisitos normativos para el proceso de Urgencias…….. 56

Cuadro 4. Recursos con los que cuenta actualmente el HDSRZ ……... 57

Cuadro 5. Bloques utilizados en el modelo de simulación……. 62

Cuadro 6. Elementos utilizados en el experimento del modelo de simulación….. 69

Cuadro 7. Resultados técnicos y económicos de los escenarios de mejora…… 114

Cuadro 8. Error cuadrático - Tiempos de entre llegadas – Horario Diurno…….. 122

Cuadro 9. Error cuadrático - Tiempos de entre llegadas – Horario Nocturno….. 123

Cuadro 10. Error cuadrático - Tiempos de registro. ……125

Cuadro 11. Error cuadrático - Tiempos de facturación. ……...……126

Cuadro 12. Error cuadrático - Tiempos del Triage…… 128

Cuadro 13. Error cuadrático - Tiempos del Medico #1. ……129

Cuadro 14. Error cuadrático - Tiempos del Medico #2. ……130

Cuadro 15. Error cuadrático - Tiempos de enfermería ……132

Cuadro 16. Error cuadrático - Tiempos de enfermería (HC y RIPS)……. 133

LISTA DE ILUSTRACIONES

pág.

Ilustración 1. Diagrama de flujo del proceso de Urgencia del HDSRZ…….18

Ilustración 2. Proceso básico de colas…….. 33

Ilustración 3. Medidas de efectividad de un sistema de colas…….. 34

Ilustración 4. Demanda de usuarios en el HDSRZ……. 50

Ilustración 5. Flujograma del proceso de Urgencias……... 54

Ilustración 6. Conceptualización o diagrama del sistema…….. 58

Ilustración 7. Estación de Entrada……. 63

Ilustración 8. Estación de Portería……. 64

Ilustración 9. Estación de Triage…… 65

Ilustración 10. Estación de Médico #1 y Médico #2…… 66

Ilustración 11. Estación Enfermería y Observación…… 67

Ilustración 12. Estación Caja o Facturación……. 68

Ilustración 13. Estación Salida…… 69

Ilustración 14. Experimento del Modelo de simulación…….. 70

Ilustración 15. Animación del proceso de Urgencias del HDSRZ……. 71

Ilustración 16. Comportamiento de los datos según las réplicas necesarias……. 74

Ilustración 17. Variables evaluadas en cada réplica……... 79

Ilustración 18. Resultados arrojados por el modelo de simulación…….. 80

Ilustración 19. Escenario Propuesto #1…… 84

Ilustración 20. Animación Escenario Propuesta #1……. 85

Ilustración 21. Resultados arrojados - Modelo de simulación propuesto #1…….. 86

Ilustración 22. Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #1……. 88

Ilustración 23. Escenario Propuesto #2……..… 89

Ilustración 24. Animación Escenario Propuesta #2…….. 90

Ilustración 25. Resultados arrojados - Modelo de simulación propuesto #2…… 91

Ilustración 26. Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #2….. 93

Ilustración 27. Escenario Propuesto #3……..… 94

Ilustración 28. Animación Escenario Propuesta #3…….. 95

Ilustración 29. Resultados arrojados - Modelo de simulación propuesto #3…… 96

Ilustración 30. Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #3….. 98

Ilustración 31. Comportamiento - Tiempos entre llegadas – Horario Diurno…… 121

Ilustración 32. Comportamiento - Tiempos entre llegadas – Hor. Nocturno……. 122

Ilustración 33. Comportamiento de los Tiempos de registro……... 124

Ilustración 34. Comportamiento de los Tiempos de facturación……. 125

Ilustración 35. Comportamiento de los Tiempos del triage……. 127

Ilustración 36. Comportamiento de los Tiempos del Medico #1……. 128

Ilustración 37. Comportamiento de los Tiempos del Medico #2……. 129

Ilustración 38. Comportamiento de los Tiempos de enfermería……. 131

Ilustración 39. Comportamiento de los Tiempos de enfermería (HC y RIPS)….. 132

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Análisis del Comportamiento de los datos - Input Analyzer…….. 121

Anexo B. Acta de validación de los modelos y los resultados……...134

Anexo C. Proyección de la demanda y precios de las consultas……...135

Anexo D. Proyección del costo del kWh…….137

Anexo E. Proyección de los costos de los medicamentos y papelería……. 138

GLOSARIO

Atributos: Son variables locales que cambian para cada entidad que llega al sistema.

Entidades: Personas que entrarán al sistema para recibir algún tipo de servicio.

Escenarios propuestos: Alternativas que se proponen, mejorando las características de la situación actual, con el fin de observar su comportamiento sin necesidad de alterarlo en la vida real.

Eventos: Son las actividades o procesos que se llevan a cabo en un sistema y que toman un tiempo determinado.

Medidas de desempeño: Métricas que definen el estado actual de un sistema, evaluando factores de importancia que al tener un conocimiento continuo de sus cambios, genera en el mayor control de sus actividades y procesos que se llevan a cabo en el sistema.

Modelo de simulación: Herramienta que permite la representación del sistema (objeto o proceso) real, imitando su comportamiento para realizar la evaluación de los procesos y/o actividades sin necesidad de llevarlos a cabo en la realidad.

Tiempo estándar: Cantidad de tiempo que se requiere para ejecutar una tarea o actividad cuando un operador capacitado trabaja a un paso normal con un método preestablecido.

Tiempo entre llegadas: Se define como el tiempo que transcurre entre el arribo de un usuario y otro al sistema.

Tiempo de servicio: Tiempo que toma el proceso o actividad de atención de un usuario o cliente.

Usuarios: Personas que utilizan los servicios de la entidad sin ser parte de ella.

Variables de estado: Son aquellas que pertenecen a cada entidad y recurso, estas son las que especifican el estado en que se encuentran en un momento determinado (recursos: ocupado-desocupado) (entidades: entrando al banco, en fila, atendidas).

INTRODUCCIÓN

La capacidad de respuesta y atención inmediata a las necesidades humanas de carácter urgente, son aquellas actividades donde deben estar concatenados una serie de elementos que permiten brindar soluciones oportunas. Para ello es importante que las entidades de salud cuenten con adecuadas infraestructuras y personal altamente capacitado para generar un impacto positivo en la comunidad demandante de los servicios de salud.

"La salud en Colombia ha sido una de las grandes preocupaciones debido a las inconsistencias generadas desde los altos mandos jerárquicos, las irregularidades en el sistema, el poco control y vigilancia que ha ejercido la Superintendencia de Salud, entre otras situaciones que han venido debilitando al sistema de salud colombiano"[1].

El Hospital Departamental San Rafael de Zarzal (HDSRZ), es una Institución promotora de salud (IPS) la cual presta sus servicios de atención médica a la población zarzaleña y a sus municipios vecinos, donde este alcanza una cobertura de atención aproximada de 3.000 usuarios semanales, los cuales son atendidos por diversas consultas. El hospital presta los servicios de nivel I y II de atención, y abarca una alta participación en la zona norte del Valle del Cauca.

La atención urgente o área de Urgencias, se ha convertido en la unidad primordial para la prestación de los servicios, ya que es allí donde se dictamina el estado prioritario de atención al usuario, bien sea por un accidente o enfermedad repentina donde se ponga en riesgo la vida.

Para alcanzar niveles óptimos de atención es necesario evaluar las condiciones bajo el cual se prestan los servicio de salud, de allí nace la alternativa de realizar un diagnóstico mediante la aplicación de un modelo de simulación para el flujo de usuarios al área de urgencias del Hospital San Rafael del Municipio de Zarzal, lo que determinará la adecuada estructura funcional para el desempeño oportuno en el área de urgencias.

[1] www.minsalud.gov.co/Paginas/Enlaces - Ver Norma para referencia.

1. TÍTULO

Diseño de un modelo para el mejoramiento del servicio de la sala de Urgencias de un Hospital de nivel II utilizando herramientas de simulación.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sala de Urgencias del HDSRZ, actualmente tiene tiempos de atención demasiado prolongados en sus procesos, evidenciándose con los usuarios que ingresan a solicitar un servicio de urgencia, ya que son atendidos en el triage con un tiempo promedio de 50.23 minutos durante el último trimestre de 2013, según datos reportados por el departamento de estadísticas del HSDRZ, siendo este un valor superior al tiempo estandarizado por las normas que regulan los servicios de urgencia en el país, ley 100 de 1993, que establecen que el tiempo máximo para ser atendido por el personal médico en el área de urgencias es de 30 minutos. En este orden de ideas, el hospital estaría faltando a la ley y a la calidad en la prestación de sus servicios, ya que solo en el triage los usuarios deben esperar mucho más del tiempo permitido para ser atendido, situación que se agrava con el tiempo que debe transcurrir después de su paso por este mecanismo de selección y lograr finalmente la consulta con el personal médico y su respectiva intervención.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los servicios de mayor concurrencia en los centros de salud, son las salas de espera del área de urgencias, estos espacios son dinámicos y complejos en cuanto al manejo y distribución de la planta, ya que funcionan 24 horas al día, los 7 días de la semana atendiendo grandes volúmenes de usuarios, y por ende numerosas las visitas de acompañantes, que presentan de manera espontánea y no controlada, provocando una congestión poco funcional de esta área que requiere extrema diligencia.

Las salas de urgencias brindan atención primera e inmediata al usuario, es allí donde se valora el usuario, se evalúa su estado de salud, y se toman decisiones respecto a su estado, lo que conduce a procesos como: valoración, diagnóstico hospitalización, cuidados intensivos, o simplemente dar de alta al usuario.

El rol visible e indispensable de las salas de urgencias para la comunidad, es el de brindar atención a usuarios que se encuentren en una situación de riesgo. El manejo de usuarios (Pacientes) críticos es una tarea multidisciplinaria que involucra a médicos, especialistas, enfermeras, profesionales de otras unidades, requiriendo de adecuadas infraestructuras y abastecimiento de insumos que facilite el desempeño de los profesionales permitiendo anteponer la vida del usuario y generar valor a la atención urgente.

Para estandarizar y cumplir con los parámetros de calidad de los servicios de salud y orientar hacia este contexto a la sala de urgencias del HDSR Z que se encuentra certificado en nivel tipo II con cobertura para una población de 49.760 usuarios de la zona rural y urbana del municipio y zonas aledañas, con un promedio mensual de 2.000 usuarios atendidos en el área de urgencias, que cuenta con capacidad para atender a 120 usuarios diarios y que actualmente presenta debilidades respecto a los tiempos de espera, largas filas para la autorización y realización de procesos, frecuentes congestiones como resultado del flujo de usuarios y sus acompañantes, disposición de espacios físicos en la sala de espera y el triage, entre otros, estos hechos dificultan la movilidad y dinamismo de esta área que debe ser altamente diligente y competente ya que se trabaja con personas en situación de atención médica prioritaria dado que su salud e incluso la vida se encuentra en riesgo.

A partir de esta problemática, surge la necesidad de realizar un estudio mediante la aplicación de un diseño que revele las condiciones óptimas de trabajo y permita la organización, adecuación, dotación, optimización de recursos y/o construcción de nuevos parámetros laborales, que conlleven a la calidad en la prestación de los servicios de salud de carácter urgente.

2.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

"El Municipio de Zarzal se encuentra ubicado al Norte del Valle del Cauca, cuenta aproximadamente con una población de 49,760 habitantes"[2]. El municipio presenta una posición geográfica de fácil acceso lo que lo convierte en un corredor vial de amplia circulación.

La comunidad zarzaleña ha sido forjadora del crecimiento y desarrollo del municipio, el aumento de su población y la necesidad de expansión ha convertido de este en uno de los municipios más grandes de la región. Las alternativas en cuanto a sus avances e infraestructura se presentan sostenibles y en capacidad de acoger a la población demandante de las necesidades básicas como salud, educación, alimentación, comercio, recreación, entre otros.

EL HDSRZ se convirtió para la población en la principal fuente de atención médica; la oportunidad de contar con una entidad de salud permanente, lo convirtió en el principal actor, responsable de prestar servicios de salud a la población.

[2] Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2010.

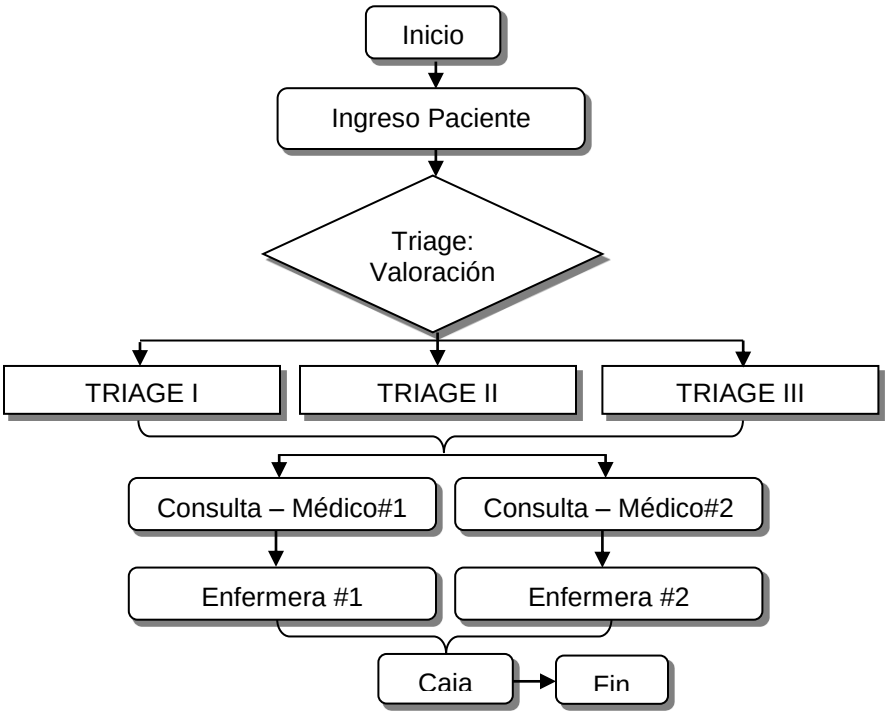
Los servicios hospitalarios se presentan como consecuencia de una recurrencia de factores de la salud humana que buscan alternativas de prolongación de la vida y calidad de la misma, es por ello que para la atención médica se observa la necesidad de priorizar la salud urgente de usuarios que necesitan atención de manera inmediata.

En este orden de ideas y teniendo en cuenta la complejidad que abarca cada uno de las áreas de los centros hospitalarios, se pretende orientar al HDSRZ hacia un sistema que permita mejorar el servicio de la sala de urgencias desde el punto de llegada del usuario y el desarrollo de todo el proceso en la atención de la urgencia vital y general.

El proceso de atención de la urgencia vital y general del HDSRZ está compuesto por tres estaciones consecutivas de atención al usuario. La primera estación llamada CAJA, donde se realiza el registro de ingreso del usuario, seguido de la valoración de su condición de ingreso en la estación TRIAGE; arrojando en esta tres posibles resultados: *Urgencia [1]*, *Consulta Prioritaria [2]*, *Consulta Externa [3]*, estableciendo así, la disciplina de la cola de los usuarios que serán atendidos por alguno de los dos médicos de turno, por último está la estación denominada ENFERMERÍA, donde se realiza el procedimiento al usuario.

A continuación se describen las actividades mediante un diagrama de flujo:

Ilustración 1. Diagrama de flujo del proceso de Urgencia del HDSRZ.



Fuente: Autores.

2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo determinar la capacidad operativa y de gestión de la sala de urgencias del Hospital Departamental San Rafael del Municipio de Zarzal Valle del Cauca?

3. JUSTIFICACIÓN

Las instituciones de salud pública y privada deben orientar sus procesos a los sistemas de gestión de calidad; los usuarios son la razón de ser de todo proceso de servicio y la calidad es su objetivo fundamental.

Resulta entonces imposible mejorar la calidad en las instituciones sin antes pasar por una evaluación, estos procesos se deben estandarizar, analizar y organizar para dar como salida un producto o servicio de calidad. Estos estándares documentados hacen que los procesos se mejoren, minimicen los tiempos y garanticen la calidad al usuario.

La ingeniería industrial aporta sentido a la investigación mediante la aplicación de sus teorías de conocimiento las cuales ejecutadas en el campo real estructuran la planta y orientan a las organizaciones al trabajo eficiente. La simulación es una herramienta computacional de avanzada para el análisis de procesos, que permite estudiar una gran variedad de modelos de sistemas del mundo real logrando evaluar y analizar nuevos diseños, modificaciones a sistemas existentes y proponer cambios a sistemas de control y/o reglas de operación, es por ello que realizar una simulación de diseño para el flujo de usuarios del HSRZ, se convierte en la posibilidad de mejorar las labores en la sala de urgencias y prestar servicios de calidad, dada la inminente necesidad de mejoramiento evidenciada en las continuas dificultades que presenta esta área con respecto a la atención al cliente denotado en los tiempos de espera, organización, diligencia de procesos y acumulación de tareas por cuenta de una deficiente gestión de los recursos.

En esta investigación se pretende entonces, realizar un modelo de simulación del flujo de usuarios en el área de urgencias del HSDRZ, con el ánimo de proponer estrategias que mejoren el flujo de usuarios y su atención oportuna logrando una disminución de las incomodidades actuales y mejorar la atención a la población.

El modelo de simulación buscará proponer y aplicar distintas estrategias que permitan atender en un tiempo no mayor a 30 minutos cada usuario, siendo este el tiempo estandarizado por las normas que regulan los servicios de urgencia en el país, ya que actualmente este tiempo para el HDSRZ es de 50.23 minutos en triage, sobrepasando notablemente los estándares admitidos y que se consideran justos para la prestación de este servicio. Todo esto enmarcado en la ley 100 de 1993, decreto 1011 de 2006, resolución 1448 de mayo 8 de 2006.[3]

[3] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 100. (23, diciembre, 1993). Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1993. no. 41148. p. 1-168.

Mediante este mecanismo se proponen y aplican de manera teórica las soluciones, admitiendo ajustes, cambios y mejoras anticipadas a su funcionamiento en campo, es decir a su aplicación en el área de urgencias. De este modo se minimizan los riesgos de fracaso de las estrategias a implementar y se logra un mayor acercamiento a la eficiencia del sistema, ya que una vez construido, el modelo puede ser modificado de manera rápida con el fin de analizar distintos escenarios. Es válido anotar que, el mejoramiento del sistema de urgencias o cualquier otro sistema es más económico en la simulación que hacerlos directamente en el sistema real. Además, mediante modelos de simulación es posible analizar sistemas de mayor complejidad o con mayor detalle tanto que en algunos casos, la simulación es el único medio para lograr una solución.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo para el mejoramiento del servicio de la sala de urgencias para el Hospital San Rafael de Zarzal.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un diagnóstico situacional del proceso de atención al usuario en el área de urgencias del Hospital Departamental San Rafael de Zarzal.

- Diseñar un modelo de simulación que permita el análisis y la evaluación del sistema de urgencias del Hospital Departamental San Rafael de Zarzal.

- Elegir la mejor alternativa de desempeño para los procesos de atención del área de urgencias del Hospital Departamental San Rafael de Zarzal a partir de los modelos planteados.

- Evaluar la relación costo beneficio de la alternativa propuesta que cumpla con las políticas enmarcadas para el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Reseña Histórica. El HSRZ es una entidad del orden Departamental perteneciente al subsector oficial del sistema Nacional de Salud, prestador de servicios en los procesos de promoción, fomento, prevención, diagnóstico, control, tratamiento y rehabilitación en el nivel I y II de atención.

Con el aumento de población surgió la idea y la necesidad de mejorar la calidad y capacidad de atención en salud que se estaba prestando en el entonces puesto de salud, es así como en 1946 se empieza a moldear la posibilidad de que Zarzal tuviese su propio Hospital. En el año de 1947 es realizado el primer acuerdo que autoriza la propuesta de creación del Hospital, es así como la comunidad se une y conforma la junta pre-hospital mediante acuerdo Nº 006 de 1947 del Honorable Concejo Municipal con aportes oficiales y donaciones particulares

En el año 1957 se funda el HSRZ con el firme propósito de brindarle a la comunidad servicios de la salud con acciones integrales. Desde entonces la institución ha buscado aumentar su cobertura en atención médica general y especializada, en todo lo relacionado en la prestación de servicios, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad zarzaleña[4].

El HSRZ ofrece servicios de nivel I (promoción, prevención y actividades finales como son consulta médica, odontológica, atención por promotora, control de enfermería, programa ampliado de inmunizaciones PAI, acción preventiva odontológica, urgencias en el nivel II (Cirugía, gineco-obstetricia, anestesiología, y traumatología).

El Municipio cuenta con un puesto de salud con infraestructura de centro hospitalario de nivel I situado en el área rural (corregimiento la Paila), que centraliza la atención de la población del sector y su entorno, descongestionando el servicio de Nivel II prestado por el HDSRZ.

“Cinco centros de salud de nivel I dispuestos en los corregimientos de Limones, Alizal, Guasimal, Quebrada nueva y Vallejuelo, que atienden la población de cada sector”[5].

[4] La reseña histórica del HDSRZ vista en el Marco de Antecedentes, es tomada de la Página Web del Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal - Valle: www.hospitalsanrafaelzarzal.gov.co [Citado 2013-07-06].
[5] P.B.O.T. Municipio de Zarzal año 2000, Unidad Extramural Hospital Departamental San Rafael Estadística Unidad Ejecutora de Saneamiento Asesoría en Salud y Vivienda del Municipio de Zarzal.

5.2 ESTADO DEL ARTE

A continuación se enmarca un resumen de los artículos afines al estudio de investigación incluidos en el estado del arte:

1) **Título.** Simulación y análisis de modelos estocásticos.

Autores: Azarang, Mohammad R. Garcia Dunna, Eduardo.

ISBN: 970-10-1173-2.

Año: México, 1996.

Comentario: El escrito identifica la simulación como una herramienta de análisis ofreciendo alternativas de mejora según el estudio a realizar. Demuestra la intención del diseño y la experimentación de modelos considerando los detalles de la realidad sustituyéndolas en el modelo plasmando la simplicidad del sistema real.

2) **Título.** Introduction to modeling and simulation.

Autores: Anu Maria**.**

Lugar. State University of New York, Binghamton.

Año: Binghamton, NY, 1997.

Comentario: La autora nos permite evidenciar una visión o panorámica del uso de la simulación, los beneficios y los objetivos que se pueden obtener a través de su aplicación, así mismo, abre las puertas al desarrollo y experimentación con los modelos. La investigación abarca la comprensión y el análisis de los elementos modelados como fuente para estimular a encontrar puntos de mejora.

3) **Título.** Uso de simulación en el análisis del flujo de pacientes en sistemas de salud.

Autores: Felipe Baesler A., José Sepúlveda, Rodrigo García A., Mauricio Pezo B.

Lugar. University of Central Florida, Orlando.

Año: Septiembre, 2001.

Comentario: El estudio consistió en representar el sistema a través de modelos de simulación mostrando el flujo de usuarios dentro del sistema hospitalario. Evaluando y proponiendo alternativas de mejoramiento del flujo de usuarios a través de una mejor utilización de los recursos del hospital o de transformaciones físicas.

4) **Título.** Simulating six sigma improvement ideas for a hospital emergency department.

Autores: Miller, M., Ferrin, D. y Szymanski.

Lugar. Southeast United States.

Año: 2003.

Comentario: La investigación aplicada a una sala de emergencias para propiciar mejoras significativas, ayudo a comprender la experiencia de los usuarios, los procesos y la interrelación existente entre los recursos y los entes dinámicos de los sistemas. Se evidenció que las herramientas informáticas como la simulación pueden utilizarse periódicamente para proporcionar bases y elementos para la toma de decisiones.

5) **Título.** Simulación de la sala de urgencias en el Hospital El Tunal para caracterizar los problemas de flujo en los procesos.

Autores: F. Venegas, C.A. Amaya, N. Velasco.

Lugar. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Año: 2007.

Comentario: La observación y la caracterización como fuente primaria del estudio demostró los problemas de congestión que presenta la unidad emergencia; planteado el problema se utiliza la simulación como herramienta de análisis y de representación del sistema en busca de la solución, así mismo se especifican criterios en los cuales establecer solución partiendo de unos criterios, como la distribución de planta, reasignación de horarios y los recursos de la entidad.

6) **Título.** Flujo del Paciente en Sala de Emergencia.

Autores: Juan A. González Sánchez.

Lugar. Escuela de Medicina, Universidad de Puerto Rico.

Año: 2007.

Comentario: El autor asume su estudio bajo tres pilares, estableciendo en ellos la descripción del flujo de usuarios, los aspectos que influyen en el sistema, el modelado y las acciones de mejora, planteándose una secuencia organizada y descriptiva del sistema con el fin de establecer oportunidades de mejora en el área asistencial. Se refleja en el estudio la idoneidad de establecer el flujo de usuarios

como punto de partido a estudios que requieren una buena alimentación de información como lo son la simulación.

7) **Título.** Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de atención a pacientes de emergencia adultos de un hospital público utilizando simulación discreta.

Autores: Delgado Encinas, Karem Cecilia.

Lugar. Pontificia Universitaria Católica del Perú, Lima. Perú.

Año: 2007.

Comentario: Con la premisa de reducir el tiempo total de permanencia del usuario en el sistema, la investigación utiliza la simulación de eventos discretos, permitiendo la representación de los comportamientos y las variables, enfocándose en las entidades dinámicas del sistema se plantea la clasificación de los usuarios y el flujo que van a tener estos en las instalación en las unidades de emergencia, dando así la disciplina de la cola que tienen las entidades dentro de la entidad.

8) **Título.** Optimización del flujo de pacientes en un servicio de urgencia.

Autores: Pérez, Adad S, Troncoso Poblete C, Olavarría K, Pugh.

Año: 2008.

Comentario: Los autores se enfocan principalmente en la observación e investigación de Unidades de Emergencia basándose en la identificación y caracterización de los elementos y comportamientos que tienen los sistemas, plantean una fuerte relación entre las unidades de emergencia y los usuarios, para asimilar el flujo de usuarios y la atención en el sistema real y los modelos de simulación.

9) **Título.** Simulación del funcionamiento de un hospital como aplicación de una Cola de Prioridad.

Autores: Escuela Técnica Superior de Informática Aplicada.

Lugar. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Año: 2010.

Comentario: La aplicación de la simulación de eventos discretos es una herramienta muy importante para la validación de modelos y es un claro ejemplo en la aplicación de modelos de sistemas de cola de prioridad en los problemas reales, tal como se ve en las unidades de emergencia. La disciplina de la cola se establece por prioridad de los usuarios basándose en el estado del mismo y es así como se diseña un modelo muy simplificado que permite experimentar con este y comprobar el funcionamiento adecuado del sistema simulado antes de poner en funcionamiento el sistema real.

10) **Título.** Metodologías cuantitativas para la optimización del servicio de urgencias.

Autores: Velásquez, Paula Andrea. Rodríguez, Alma Karina. Jaén, Juan Sebastián

Lugar. Universidad de Antioquia**,** Bogotá, Colombia.

Año: 2011.

Comentario: La investigación se enfoca en los problemas más comunes encontrados en las salas o unidades de emergencia y las metodologías de investigación aplicadas para su estudio y solución. Mediante esta metodología se identificaron problemas que son inminentes en la mayoría de las unidades de emergencia, tales como la ineficiencia en el flujo de usuarios, los largos tiempos de espera y la oportunidad de atención. Se evidenció la utilización de la simulación de eventos discretos como punto de partida en la búsqueda de soluciones y bases para la toma de decisiones.

Síntesis

La Ingeniería Industrial está construida sobre principios, métodos de análisis y síntesis de la ingeniería que permiten especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de los sistemas estudiados. Algunos ejemplos de las aplicaciones de la ingeniería industrial se evidencian en diseños de nuevos sistemas de trabajo en bancos, mejoras de operaciones y emergencias en hospitales, la distribución global de productos, la reducción y mejora de líneas de espera, etc. La aplicabilidad de la ingeniería industrial ha permitido realizar investigaciones que conducen al mejoramiento de procesos, utilizando mecanismos estadísticos y simuladores informáticos.

“La alta complejidad de los procesos en el ámbito de la salud hace necesario que su estudio tenga un fuerte carácter interdisciplinario. Permitiendo de esta manera que en la última década técnicas de la Ingeniería Industrial, probadas con éxito en organizaciones manufactureras y de servicio gradualmente se hayan ido introduciendo en el campo de la salud”[6].

Uno de los aspectos críticos de muchas entidades y que tiende agudizarse, aún más en la entidades del estado, ya sea por falta de los recursos necesarios para realizar sus actividades (Físicos, tecnológicos, humanos, infraestructura) o por falta de interés por parte de los empleados, es la espera de los usuarios, que deriva en un resultado adverso, como lo son las quejas, reclamos y evidente ineficiencia del sistema. Este hecho es cada vez más crítico, dada la necesidad de diligencia de la sociedad actual ya que la espera no es algo que la mayoría de personas tolere con agrado. Factores como el tiempo y la oportunidad de atención, son críticos en organizaciones o entidades como los Hospitales o los centros de salud, pues de allí se configura la satisfacción y la calidad del servicio.

“La cambiante normatividad, la dinamización de los procesos, las exigencia a nivel nacional, departamental y municipal, la competitividad del mercado, y la inequidad del sistema, son entre otros muchos de los factores que han obligado a los Hospitales de la red pública a encaminar sus esfuerzos y recursos en la búsqueda de la calidad en la prestación de sus servicios de salud”[7].

Sin embrago, al hablar de unidades de urgencias, no solo se considera la satisfacción del usuario de acuerdo a su apreciación sino al logro de la salud, dado que los usuario en este caso pacientes, se cuentan en condiciones de necesidad urgente de atención por lo tanto, es imperativo de dar atención a usuarios que se encuentren en una situación de riesgo debido a enfermedades o heridas de consideración que ponen en riesgo la vida del usuario. “El manejo del paciente crítico es multidisciplinario y típicamente involucra a médicos especialistas, enfermeras y de profesionales de otras unidades, cumpliendo un papel de pivote en entregar atención al paciente crítico desde el entorno prehospitalario hasta su traslado a una unidad de cuidados intensivos al igual que las otras admisiones en que ponen un importante esfuerzo en su tratamiento y diagnóstico”[8].

Generalmente las unidades o áreas de urgencias, tienen la habilidad de acceder a la gran mayoría de los recursos de los hospitales que las residen, como servicios de imagenología, laboratorio y otros medios diagnósticos, además de acceso a medicamentos, (Anantharaman, 2008; Asplin et al., 2003). La misión tradicional de las área de urgencias como ya se mencionó, es dar atención y cuidado para pacientes con lesiones o enfermedades que requieren de atención urgente, sin

---

[6] MUÑOZ ARIAS, Álvaro D. Enrique. Desarrollo de una metodología para la construcción de modelos de simulación de Unidades de Emergencia. Magíster en Ingeniería Industrial. Concepción: Universidad del Bío-Bío, 2011. 5 p.
[7] HOSPITAL DEPARTAMENTAL SAN RAFAEL E.S.E. DE ZARZAL – VALLE. Sistema y proceso de gestión de calidad. Manual de calidad. Zarzal – Valle, 2009. 21 p.
[8] SIMPSON et al., 2005; Canadian Institute for Health Information [CIHI], 2007; Sinreich y Jabali, 2007.

embargo, este papel con el paso de los años se ha ido ampliando hasta llegar a atender las crecientes necesidades de la comunidad, incluso proporcionando de manera frecuente atención primaria, (Tan Soon, 2007). Lo que puede llevar a producir una mayor demanda de paciente por los servicios que los recursos que se disponen para su atención. Desde la perspectiva hospitalaria y de los servicios médicos, los pacientes de emergencia que llegan en hospitales deben ser atendidos de manera oportuna, desafortunadamente, la presencia de una gran cantidad de pacientes que no requieren una atención de emergencia, se convierten en una distracción al proceso normal de atención. (Anantharaman, 2008). Esta situación identificada como un desbalance en la necesidad servicios de atención de emergencia y los recursos disponibles de las áreas de urgencias, es descrita por el American College of Emergency Physicians [ACEP] como overcrowding, en castellano saturación, ocurre en las unidades de urgencias cuando hay más pacientes que camas disponibles de tratamiento y los tiempos de espera exceden un período razonable. Como resultado se ve afectada la calidad y seguridad de la atención. El impacto en seguridad se puede medir por demoras en del tratamiento, tasas de errores más altas, aumentos en mortalidad y resultados clínicos negativos, pacientes que se van sin el tratamiento, y un porcentaje importante de pacientes que deben ser readmitidos. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, [JCAHO], (2004).

Un modelo es una representación de la construcción y del trabajo de un cierto sistema de interés siendo similar pero más simple que el sistema al cual representa. Su propósito es permitir al analista predecir el efecto de cambios en el sistema y encontrar maneras de mejorar su desempeño operacional o diseñarlo si no existe aún. El encargado del modelamiento determina qué aspectos del proceso real son de interés y cuales elementos serán modelados. Por una parte, debe ser una aproximación cercana al sistema verdadero e incorporar la mayor parte de las características significativas de éste sin ser tan complejo que haga imposible entender y experimentar con él. Un buen modelo es una compensación juiciosa entre el realismo y la simplicidad[9].

Del mismo modo, “la simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema; la observación de esta historia mediante la manipulación experimental, nos ayuda a inferir las características operacionales de tal sistema”[10].

“Los servicios de urgencias hospitalarios son en la actualidad uno de los servicios más concurridos dentro de los establecimientos de salud. Dichos servicios son unidades médico-quirúrgicas hospitalarias, destinadas a la atención rápida y eficiente de pacientes graves, víctimas de accidentes, intoxicaciones u otras situaciones clínicas urgentes”[11], esta afirmación ratifica la problemática abordada

[9] MILLER, M; FERRIN, D. y SZYMANSKI. Simulating six sigma improvement ideas for a hospital emergency department. En Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, ed. S. Chick, P. Sanchez, D. Ferrin. (2003).
[10] AZARANG, Mohammad R. GARCIA, Eduardo. Simulación y análisis de modelos estocásticos. McGraw-Hill, 1996. 282 p.
[11] PÉREZ, Adad S, TRONCOSO Poblete C, OLAVARRÍA K, Pugh. Optimización del flujo de pacientes en un servicio de urgencia. 2008.

en esta investigación y la necesidad de solución a la misma en un entorno local con necesidades de mejoramiento.

Los servicios de urgencia presentan cuellos de botella dentro de su funcionamiento y entran en colapso no sólo por la demanda creciente de pacientes, sino también por la interacción de este servicio con otras dependencias del hospital tales como cirugía, ortopedia, hospitalización y las unidades de cuidado intensivo (UCI). Los estudios muestran que las mayores causas de colapsos en las urgencias hospitalarias son el ingreso y la priorización de pacientes, el flujo de pacientes por las etapas de la atención y los tiempos de estancia hospitalaria[12]. Este estudio otorga herramientas de medición cuantitativas aplicables para el abordaje de la presente investigación que surge a raíz de una problemática similar. También en Colombia se encuentran investigaciones recientes donde se evidencia la aplicación de simulaciones mediante diseños en áreas de la salud, la Universidad de los Andes en el año 2007, realizo una investigación de la sala de urgencias del Hospital El Tunal en Bogotá, para resolver adecuadamente la situación en urgencias, realizo el procedimiento propuesto por Frank McGwire y Jerry Banks (1998). Esta metodología identifica 10 pasos a realizar. "La aplicación teórica e investigativa en la recolección de datos, identifica las variables en la sala de urgencias y se obtiene que presenta problemas de congestión en el departamento de urgencias. Para abarcar esto, se plantea posibles soluciones como; redistribución de la planta, reasignación de turnos, reasignación de recursos"[13].

Países como Chile y Puerto Rico también han realizado estudios hacia la creación de modelos de simulación para unidades de emergencia, donde se realizó la aplicación de la simulación de procesos orientados a las unidades de salud manifestando la utilidad y aplicabilidad de la ingeniería en diversos campos. "La teoría de Colas, la simulación de eventos discretos y la técnica de Montecarlo de simulación entre otras, han permitido crear visualizar diversos panoramas que subyacen de la realidad y permiten identificar problemáticas y aportar posibles soluciones para orientar hacia el mejoramiento de resultados"[14], aportes que pueden ser aplicados en este caso que también trata de solucionar problemas de flujo de personas y diligencia de atención.

Se realizaron prácticas de Simulación del funcionamiento de un hospital como aplicación de una Cola de Prioridad, reconociendo que la simulación por eventos discretos es una herramienta muy importante para la validación de modelos y es un claro ejemplo de aplicación del modelo Cola de Prioridad en problemas reales como es el caso de nuestra entidad objeto de estudio.

---

[12] VELÁSQUEZ, Paula Andrea. RODRÍGUEZ, Alma Karina. JAÉN, Juan Sebastián. Metodologías cuantitativas para la optimización del servicio de urgencias: una revisión de la literatura. Bogotá Col. 2011.
[13] VENEGAS, F; AMAYA, C.A y VELASCO, N. Simulación de la sala de urgencias en el Hospital El Tunal para caracterizar los problemas de flujo en los procesos. Universidad de los Andes. Bogotá Col. 2007.
[14] GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Juan A. Flujo del Paciente en Sala de Emergencia. Escuela de Medicina, Universidad de Puerto Rico. 2007.

Para esta práctica se diseñó un modelo simplificado de un hospital, permitiendo experimentar con él y comprobar si su funcionamiento es adecuado antes de poner en funcionamiento el sistema real[15], esta herramienta sirve para evidenciar la viabilidad de la simulación para la implementación anticipada de estrategias y/o modelos de mejoramiento.

Diversos autores demuestran la necesidad de utilizar herramientas informáticas como fuente de análisis y soporte para fundamentar propuestas de mejora a sistemas complejos como lo son los hospitalarios. Realizar un enfoque exhaustivo a las entidades dinámicas del sistema de tal manera que las alternativas de mejora sean acordes a la necesidad y objetivo del estudio. Dando unos lineamientos y criterios a la hora de definir mejoras efectivas al sistema. "Con el objetivo de brindar propuestas de mejora que permitan reducir el tiempo total de permanencia del paciente en el sistema"[16].

"La simulación es una técnica computacional que permite representar sistemas en forma dinámica y estocástica"[17]. Es así, como la simulación representa sistemas, analiza y propone alternativas que conlleven a mejorar la utilización de los recursos.

A partir de las investigaciones y experiencias expuestas queda en evidencia la necesidad de utilizar la simulación como herramienta de diseño para el flujo de usuarios del servicio prestado en el área de Urgencias del Hospital San Rafael de Zarzal, con el fin de establecer oportunidades de mejora en el área asistencial.

El enfoque primario de la observación e investigación de unidades de emergencia, buscando una descripción y diagnóstico, basándose en la caracterización de los elementos, comportamientos y representación de procesos ayudan a realizar un planteamiento en el cual el modelo y las acciones de mejora se fundamenten.

La utilización de una simulación de eventos discretos permite un seguimiento a la ocurrencia de eventos y sus interrelaciones, enfocándose en las entidades dinámicas de los sistemas. Se consideran las Unidades de Emergencia sistemas complejos por los atributos que tienen las entidades dinámicas que requieren del servicio, siendo así, es necesario establecer la disciplina de la cola de acuerdo a la prioridad tal y como lo exponen algunos autores en los estudios antes mencionados.

---

[15] ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INFORMÁTICA APLICADA. Simulación del funcionamiento de un hospital como aplicación de una Cola de Prioridad. Universidad Politécnica de Valencia, España. 2010.

[16] DELGADO ENCINAS, Karem Cecilia. Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de atención a pacientes de emergencia adultos de un hospital público utilizando simulación discreta. Trabajo de grado de Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universitaria Católica del Perú, 2007. 2 p.

[17] BAESLER, Felipe; SEPÚLVEDA, José; GARCÍA A, Rodrigo; PEZO, Mauricio y RODRÍGUEZ, Pedro. Uso de simulación en el análisis del flujo de pacientes en sistemas de salud. En: Actas del 5 º Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Septiembre de 2001. p 86-88.

La mejora de los sistemas modelados parte de la estimulación de las variables a través de las medidas de efectividad o desempeño que contempla el sistema, la experimentación de los modelos permite evidenciar cambios significativos sin implicar el sistema real, de allí que se llame a la simulación un estudio o investigación de prueba y error hasta encontrar ese comportamiento y elementos adecuados y afines al objetivo.

La búsqueda de una representación o imitación del sistema real a través de modelos de simulación, el razonamiento lógico y programado del modelado, permite el análisis de errores y la comparación de estrategias con la finalidad de encontrar una alternativa optima, que guarde relación entre los recursos, el funcionamiento y el diseño de los procesos para la toma de decisiones.

5.3 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se relaciona las herramientas y teorías que sirven como punto de partida y fundamentación para el desarrollo del proyecto.

5.3.1 Teoría de Colas. La teoría de colas es el estudio matemático del comportamiento de líneas de espera. Esta se presenta, cuando los "clientes" llegan a un "lugar" demandando un servicio a un "servidor", el cual tiene una cierta capacidad de atención. Si el servidor no está disponible inmediatamente y el cliente decide esperar, entonces se forma la línea de espera.

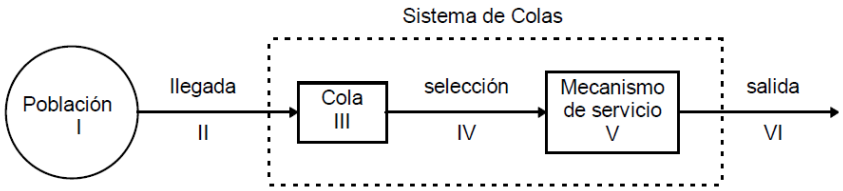
En todas las aplicaciones de la teoría de colas existen ciertas características básicas. Los clientes llegan con cierto ritmo que tiene una distribución particular. Luego, los clientes tienen que formar una línea de espera, o cola, en la instalación de servicio. La rapidez con la que sean servidos depende de la tasa de servicio y de la distribución del tiempo de servicios. Lo que los clientes tengan que esperar en la línea de espera para obtener el servicio depende de muchas cosas. Uno de los factores importantes es el número de instalaciones de servicio, o de canales, y de su secuencia; este factor es de especial interés en el análisis del arreglo de la planta[18].

[18] HOPEMAN, Richard J. Administración de Producción y Operaciones, planeación, análisis y control. 7 ed. México. D.F: Compañía Editorial Continental, 1986. 662 p. ISBN: 9682606292.

5.3.1.1 Proceso básico de colas. El proceso básico de las colas en la mayoría de los modelos tiene el siguiente comportamiento: la necesidad de la entidad que se transforma en la fuente de entrada del sistema, el conjunto de entidades que se unen y conforman la cola, y el proceso de selección determinado por una regla o disciplina de colas en el cual las entidades van a ser procesadas o se les va a brindar el servicio.

En la siguiente ilustración se recrea las situaciones antes mencionadas:

Ilustración 2. Proceso básico de colas.



Fuente: Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Líneas de espera. Teoría de colas. [Transparencias]. Gijón, 2010. 37 transparencias, blanco y negro.

5.3.1.2 Características y componentes de un sistema de colas. Los componentes generales que hacen parte de un sistema de colas, son la fuente de entrada, la cola, el proceso de servicio y la salida del sistema, relacionados estos componentes se puede obtener una combinación o tipos de colas, tales como:

- Una cola, un servidor.
- Una cola, varios servidores en paralelo.
- Colas en serie.

El método con el cual se van a ir procesando o atendiendo las entidades se define como disciplina de la cola, existen muchos tipos de disciplinas, a continuación se nombraran las más utilizadas en los sistemas:

- ✓ **FIFO (First in, First out).** Es la disciplina en la que la entidad que primero ingrese al sistema es la primera en ser atendida por el servidor.
- ✓ **LIFO (Last in, First out).** Es la disciplina en la que la última entidad en ingresar al sistema va a ser la primera en ser atendida por el servidor.
- ✓ **Selección de prioridad.** Los clientes son atendidos por prioridades.

Medidas de efectividad. Métricas que se utilizan en la evaluación y comparación de alternativas.

Las medidas de efectividad en un sistema de colas están dadas por los siguientes símbolos y conceptos:

Ilustración 3. Medidas de efectividad de un sistema de colas.

λ_n = Tasa media de llegadas
μ_n = Tasa media de servicio para todo el sistema
P_n = Probabilidad de que exactamente n clientes se encuentren en el sistema.
L = Número esperado de clientes en el sistema.
L_q = Longitud esperada de la cola (excluye los clientes que estén en servicio).
W = Tiempo de espera en el sistema (incluido el tiempo de servicio), para cada cliente.
W_q = Tiempo de espera en la cola (se excluye el tiempo de servicio), para cada cliente.

Fuente: Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Líneas de espera. Teoría de colas. [Transparencias]. Gijón, 2010. 37 transparencias, blanco y negro.

5.3.2 Simulación de Procesos. Es un método de análisis eficaz, formal y predictivo, que facilita el análisis de cambios de proceso antes de su puesta en marcha y muestra sus potenciales impactos. Las ventajas incluyen una capacidad de predecir de manera cercana el funcionamiento de un sistema, identificando recursos necesarios y restricciones, identificando nuevos puntos no percibidos de riesgo generados por el ajuste a realizar. Plantear y analizar líneas de acción alternativas al hacer correr el modelo, tomando decisiones operacionales.

La simulación con computador es por lo tanto una técnica que realiza experimentos en un computador con un modelo de un sistema dado. El modelo es el vehículo utilizado para la experimentación en sustitución del sistema real. Los experimentos pueden llegar a tener un alto grado de sofisticación que requiera la utilización de técnicas estadísticas de diseño de experimentos. El objetivo suele ser evaluar el impacto de una posible alternativa que sirva de soporte a un proceso de toma de decisiones sobre un sistema[19].

[19] BARCELÓ, Jaime. Simulaciones de Sistemas Discretos - Publicaciones de ingeniería de sistemas. Madrid: Isdefe, 1996. 490 p. Volumen 12. ISBN: 8489338124.

5.3.2.1 Simulación en servicios de salud caso unidades de emergencia. La simulación es una metodología de modelado y análisis de la investigación de operaciones que permite a quienes lideran organizaciones que entregan salud a la población, evaluar la eficacia de cómo sus instituciones, servicios o unidades entrega la atención de salud, respondiendo a la pregunta "¿qué pasa si?", y así probar nuevos diseños para su operación, Si bien existen algunas diferencias entre la simulación en salud y en otros ámbitos, es un método muy apropiado para examinar sus operaciones y puede ser utilizada eficazmente como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. Permite tomar en cuenta la complejidad y la naturaleza de los sistemas de salud.

5.3.2.2 Simulación por eventos discretos. En las simulaciones discretas, el estado del sistema no cambia continuamente con el tiempo, sino en determinados instantes en los que sucede un hecho determinado, denominado evento.

"Dado que un modelo de evento discreto es un conjunto de colas, la recolección de medidas estadísticas de simulación (como longitud de la cola y estado de la instalación de servicio) solo necesita hacerse cuando un cliente llega o sale del sistema. Esto quiere decir que hay dos eventos principales que controlan el modelo de simulación: las llegadas y las salidas"[20].

Se puede asumir, por ejemplo, que el estado de la sala de urgencias no cambia excepto cuando ocurre un evento. Para la simulación se necesita determinar tres tipos de eventos:

- ✓ **Llegada de un nuevo usuario**: Ocurre cuando llega un nuevo usuario a urgencias.
- ✓ **Atender siguiente usuario**: Ocurre cuando el médico de la sala de urgencias sale a atender al siguiente usuario.
- ✓ **Curar usuario ingresado:** Sucede cuando un médico de planta del hospital aplica una cura a uno de los usuarios ingresados.

5.3.2.3 Pasos esenciales para llevar a cabo un estudio de simulación. Para el desarrollo de un estudio de simulación se deben de llevar a cabo las siguientes etapas:

- ✓ **Definición del sistema.** Se debe hacer un análisis preliminar del sistema a estudiar con el fin de identificar los comportamientos del proceso, las medidas de efectividad y los resultados que se esperan obtener del estudio.

[20] HAMDY A. Taha. Investigación de Operaciones. 7 ed. México: Pearson, 2004. 848 p. ISBN: 970-26-0498-2.

- ✓ **Formulación del modelo.** Se definen todas las variables del sistema sus relaciones lógicas de tal forma que se estructure una descripción completa del sistema.

- ✓ **Recopilación de datos.** Se definen los datos que requiere el modelo, este proceso se puede realizar a través de muestreos sistemáticos, datos históricos, etc.

- ✓ **Desarrollo o construcción del modelo.** Programación del modelo en el lenguaje o software de interés.

- ✓ **Verificación.** Se verifica la idoneidad del modelo buscando que no tenga errores de codificación o lógica.

- ✓ **Validación del modelo.** Se compara el modelo construido con el sistema real, utilizando bases estadísticas como la prueba de hipótesis.

- ✓ **Experimentación.** Esta etapa consiste en generar datos deseados y realizar análisis de sensibilidad.

- ✓ **Interpretación y documentación.** Se deben de interpretar los datos arrojados por la simulación y presentar resultados.

5.3.2.4 Componentes principales de un modelo de simulación.

- ✓ **Sistema:** Grupo de elementos interrelacionados para alcanzar un objetivo en común.

- ✓ **Entidades:** Es el ente dinámico que se mueve a través del sistema simulado. Las entidades pueden ser: usuarios, clientes, pacientes, correos, etc.

- ✓ **Atributos:** Los atributos son las características que pertenecen a cada entidad dentro del sistema.

- ✓ **Variables de estado:** Es la información o condiciones cuyos valores reflejan las situaciones que pasan en el sistema en un tiempo determinado.

- ✓ **Recursos:** Los recursos son las entidades que pertenecen al sistema y proveen el servicio a las entidades dinámicas.

- ✓ **Filas:** Son el conjunto de entidades que esperan por ser procesadas o atendidas, estas generan tiempos de espera de las entidades dentro del sistema.

- ✓ **Acumuladores estadísticos:** Son aquellos módulos por medio de los cuales se obtienen las estadísticas que arroja el modelo de simulación en su desarrollo.

- ✓ **Eventos:** Ocurrencia que cambia el estado del sistema. Ej. La llegada de un cliente y el terminar un proceso o servicio.

5.3.3 Tamaño de la Muestra. Es el número de eventos o personas que se deben observar en el caso de estudio, la muestra debe ser bastante representativa de la población, con la finalidad de que los resultados arrojados sean los más acertados y aproximados al contexto original.

Criterios de selección.

- ✓ La amplitud del universo o población infinita o no.

- ✓ El nivel de confianza adoptado.

- ✓ El error de estimación.

- ✓ La desviación estándar o típica (o varianza poblacional)

5.3.3.1 Muestreo. Es la herramienta que permite extraer de un grupo o población los elementos representativos.

En la utilización de esta herramienta se pueden cometer errores, a continuación se describen los más comunes:

- ✓ **Error de muestreo:** Cuando se quiere sacar conclusiones demasiados generales a partir de una muestra muy pequeña.

- ✓ **Error de inferencia:** Cuando se quiere sacar conclusiones de una población mucho más grande de la inicialmente se tomó la muestra.

5.3.3.2 Tipos de Muestreos. Hay diferentes tipos de muestreos, estos se clasifican según sus criterios en dos grandes grupos: muestreo probabilístico y no probabilístico.

En el grupo del muestreo probabilístico podemos encontrar el **muestreo aleatorio simple**, que tiene como fuente el azar para obtener la muestra.

El proceso empleado por este tipo de muestreo es el siguiente:

a) Tener definido la población a la cual se le realizara la muestra.

b) Describir de forma sistemática los elementos de la población.

c) Realizar una codificación a los elementos de la población.

d) Aplicar un criterio de selección, este punto se puede hacer mediante (balotas dentro de una bolsa, tablas de números aleatorios, números aleatorios generados con una calculadora u software, etc.)

5.3.4 Cálculo del número de réplicas. "Una vez que se ha corrido un sistema de simulación hasta llegar a la estabilización, existe el problema de que las observaciones obtenidas en el experimento de simulación, generalmente, no son independientes (auto-correlacionadas). Para obtener resultados independientes hay que repetir "r" veces la simulación de tamaño "n" con diferentes números aleatorios. Se aconseja que el número de réplicas o repeticiones sea de 3 a 10"[21].

Partiendo de los resultados de cada replica, se calculan unas métricas estadísticas como la media, la varianza y el intervalo de confianza, para obtener resultados estadísticos de las réplicas iniciales.
A continuación se ilustra la expresión del acho del intervalo:

$$h = t_{n-1,\ 1-\alpha/2} * S(x)$$

Dónde:

t_{n-1} = Al número de réplicas utilizadas inicialmente menos uno.

$1-\alpha/2$= Nivel de confianza hallado en la tabla t Student.

El intervalo en el que se deben encontrar los datos recolectados es el siguiente:

$$\mu = (\bar{x}-h\ ,\ \bar{x}+h)$$

Según Banks (2001), si al correr las n réplicas iniciales se determina que el intervalo es muy ancho, se reduce el mismo tomando más observaciones.

[21] AZARANG y GARCIA DUNNA. Op. cit., p. 92.

El número total de réplicas requeridas para reducir el ancho del intervalo es n*

$$n^* = (n(h/h^*)^2)$$

En la expresión matemática anterior n es el número de réplicas inicial escogido, h hace la función del ancho actual y h* es el ancho optimo (3).

5.3.5 Validación. Se debe buscar que el modelo diseñado sea representativo y aproximado a la realidad, es por ello que se realiza la validación, al diseñar los modelos se pueden cometer errores que conlleven a una mala representación del sistema real. Los errores que se cometen usualmente en el desarrollo del modelo son:

- ✓ Errores en el desarrollo del diseño.
- ✓ Errores de la programación.
- ✓ Errores en los datos y parámetros utilizados.
- ✓ Errores en el uso del modelo.
- ✓ Errores en la interpretación de los resultados arrojados por el modelo.

Para realizar la validación de un modelo de simulación se debe tener en cuenta una serie de métodos, a continuación se enumeran algunos de ellos:

- ✓ Comparación de los resultados de salida del modelo con los del sistema real.
- ✓ Método Delphi.
- ✓ Test de Turing.
- ✓ Comportamiento en casos extremos.

5.3.5.1 Método de Comparación de los resultados de salida del modelo con los del sistema real. Este método se puede aplicar cuando el sistema evaluado exista, pues requiere información o datos de salida del sistema original. Este método consiste en comparar los datos de salida del sistema real y el modelo mediante métricas estadísticas y pruebas de hipótesis.

5.3.6 Análisis Beneficio/Costo. La relación costo/beneficio, consiste en poner en valor presente neto todos los costos y los beneficios derivados del proyecto o estudio, utilizando una tasa determinada por quien lleve a cabo el ejercicio.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede plantear la siguiente expresión:

$$Relación\ B/C = \frac{Valor\ presente\ \ de\ los\ ingresos}{Valor\ presente\ de\ los\ costos}$$

Para decidir si se rechaza, acepta o es indiferente la realización del proyecto, se tiene en cuenta las siguientes relaciones:

- Si B/C < 1 no es aconsejable el proyecto, ya que sus costos son mayores a sus ingresos.
- Si B/C = 1 es indiferente ejecutar o no el proyecto, ya que sus ingresos y costos son iguales.
- Si B/C > 1 se acepta el proyecto, pues sus ingresos son mayores a los costos.

5.4 MARCO CONCEPTUAL

Para comprender de una mejor manera el enfoque del proyecto, es necesario conocer algunos conceptos relacionados con el diseño de un modelo de simulación en una entidad prestadora de salud. A continuación se describen estos conceptos:

Atención de urgencia: Es el conjunto de acciones realizadas por un equipo de salud debidamente capacitado y con los recursos materiales necesarios para satisfacer la demanda de atención generada por las urgencias.

Atención inicial de urgencia: 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.

Servicios de urgencias: Es el servicio destinado a la atención de 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 requieren atención, como consecuencia de un accidente o enfermedad repentina. La rapidez de respuesta que se le dé a la urgencia es importante para salvar una vida, la situación del paciente que ingresa a urgencias debe ser resuelta en un tiempo no mayor a 24 horas. El Servicio de Urgencias debe contar con los Servicios de apoyo y diagnostico como Laboratorio clínico, imagenología y farmacia.

Este servicio debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

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

Ingeniería industrial: "Es una rama de la ingeniería que se ocupa del desarrollo, mejora, implantación y evaluación de sistemas integrados de gente, dinero, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos. También trata con el diseño de nuevos prototipos para ahorrar dinero y hacerlos mejores"[22].

Mejoramiento Continuo: La mejora continua tiene sus raíces desde la revolución industrial y ha evolucionado este concepto hasta llegar a los principios del siglo XX: Taylor tenía idea que la administración era la responsable de encontrar la mejor manera de desempeñar el trabajo y capacitara los empleados en los métodos de trabajo, haciendo énfasis sólo, en la productividad, lo que ayudó a revolucionar la manufactura que convirtió a los Estados Unidos América en líder Industrial[23].

"Actualmente la mejora continua se define como todas aquellas actividades recurrentes, para elevar la capacidad de satisfacer los requerimientos"[24].

Administración de la calidad total: Por medio de la calidad total se busca la mejora continua en los productos, bienes y/o servicios, los sistemas y procesos de una empresa, con el fin de satisfacer a los clientes, también un modo de administrar está cimentado en el pensamiento sistémico, donde la principal función es optimizar los recursos de la empresa.

---

[22] Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales.
[23] EVANS, James y LINDSAY, William. Administración y Control de la Calidad. (7a ed). México. Editorial Cengage Learning, 2008. 857 p. ISBN: 978-607-481-366-1.
[24] CIANFRANI, Charles y WEST, John. Guía Práctica de ISO 9001:2000 para Servicios. México: Panorama, 2004. 196 p.

El término de Administración de Calidad Total (TOKI), se ha utilizado para hacer referencia al sistema de calidad total. Crosby[25] dice: "…que los absolutos de la Administración de Calidad incluyen los siguientes puntos:

- ✓ Calidad significa conformidad con la necesidad y no elegancia.
- ✓ No existe tal cosa en un problema de calidad.
- ✓ Siempre es más económico hacer el trabajo bien desde la primera vez.
- ✓ La única medición de desempeño es el costo de la calidad, es decir el desembolso por falta de conformidad.
- ✓ El único estándar de desempeño es el de cero defectos.

Estudio del trabajo: "Es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando"[26].

Estudio de tiempos: "El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida"[27].

Simulación de Sistemas: Se define como el proceso de imitar o diseñar un modelo representativo del sistema real con el fin de concebir experimentos de forma digital, siendo los experimentos la comprensión de las variables y comportamientos del sistema real. Buscando evaluar nuevas estrategias que permitan la resolución de problemas y el mejoramiento continúo de los sistemas.

Simulación con el Software Rockwell Arena®: Arena es una herramienta digital que provee un entorno de trabajo integrado para el diseño y construcción de modelos de simulación. La simulación a través del Software Arena® permite analizar datos de entrada y salida, animaciones y la verificación del modelo.

---

[25] CROSBY. P.B. Quality is Free, McGraw Hill. New York. (1979).
[26] INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO. Oficina Internacional del trabajo Ginebra (OIT). (Cuarta edición 1996) Capítulo 2: Estudio del trabajo y productividad pág. 9.
[27] Ibid., p. 273.

Distribución de probabilidad: La distribución de probabilidad se puede considerar como la gama de valores que definen el tipo de comportamiento que llevan los datos de algún experimento, es decir, es el valor de frecuencia con la que incide los datos de una variable.

Modelos: Un modelo se puede definir como la representación simplificada de un sistema real, en términos generales es una guía para llegar a la identificación, análisis y solución de un problema.

Pruebas Estadísticas. Las pruebas estadísticas se realizan con el fin de conocer el comportamiento de los datos y su similitud con el sistema real. Para ello existen las siguientes técnicas, como Prueba de medias, Prueba de Varianza, Prueba de Forma y Prueba de independencia.

Experimentación: Es el cambio que se le realiza al modelo inicial buscando el mejoramiento del sistema objeto de estudio. Para la consecución de la experimentación se debe tener definido con claridad las medidas de efectividad y las variables con las cuales se pretende obtener la mejora.

Optimización: La finalidad de un estudio de simulación es la mejora del sistema, el cual se logra mediante el cambio o el juego de las variables de decisión del sistema, este proceso se debe hacer mediante el método de prueba y error buscando la mejor combinación de variables que mejoren ostensiblemente el sistema objeto de estudio.

5.5 MARCO LEGAL

En el presente capítulo se tratan aspectos normativos y vigentes de la legislación Colombiana entre los cuales están, leyes, decretos, resoluciones entre otros, que son la base jurídica del desarrollo del Proyecto.

5.5.1 Sistema de Salud. El sistema de salud en el país está reglamentado en el segundo libro de la Ley 100 de 1993 expedida por el Congreso de Colombia, la cual estableció el Sistema de Seguridad Social en el país y que además se ocupa de regular el sistema de pensiones en el primer libro, de las condiciones de trabajo en el tercer libro, y dispone sobre servicios complementarios en el cuarto libro, aspectos que se deben prestar con sujeción a los principios de eficiencia, universalidad, solidaridad, integralidad, unidad y participación.

La reforma al sistema de salud tuvo como fin evitar el monopolio del estado sobre la salud y permitir el derecho de la competencia con la incorporación de empresas prestadoras de salud. También la creación de subsidios al sector salud para cubrir a la población con menos ingresos.

Además de los principios generales de la ley y de la constitución política, la ley establece reglas fundamentales para regir el servicio público de salud como son la equidad, la obligatoriedad, la protección integral, la libre escogencia, la autonomía de las instituciones, la descentralización administrativa, la participación social, la concertación y la calidad[28].

5.5.2 La Superintendencia Nacional de Salud. Es el organismo que formula, dirige y coordina la política de inspección, vigilancia y control del sector salud y del sistema general de seguridad social en salud, además liquida y recaudar la tasa que corresponde sufragar a las entidades sometidas a su vigilancia, autoriza la constitución o habilitación de EPS e IPS, y supervisa el monopolio rentístico de juegos de suerte y azar y de licores; así como a la oportuna, eficiente explotación, administración y aplicación del IVA cedido al sector salud entre otros.

Para poder acceder a los beneficios de la seguridad social colombiana es obligatorio vincularse a una empresa aseguradora de servicios de salud (EPS), de accidentes profesionales (ARP) y voluntariamente un fondo de pensiones (AFP) por medio de una afiliación.

5.5.3 Instituciones Prestadoras de Salud. Las Instituciones prestadoras de salud (IPS) son los hospitales, clínicas, laboratorios, consultorios, etc. que prestan el servicio de salud. Pueden ser públicas o privadas. Para efectos de clasificación en niveles de complejidad y de atención se caracterizan según el tipo de servicios que habiliten y acreditan, es decir su capacidad instalada, tecnología y personal y según los procedimientos e intervenciones que están en capacidad de realizar. Según estudio del Ministerio de la Protección Social, de las IPS re portantes, el 84,3% corresponden al primer nivel de atención, el 13,4% al segundo nivel y el 2,3% al tercer nivel de atención según sus características[29].

[28] La información vista o descrita se encuentra disponible en la página web del Ministerio de Protección Social: http://www.minproteccionsocial.gov.co [Citado 2013-02-06].
[29] Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales - Antecedentes del Sistema General de Seguridad Social en Salud.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el establecimiento de las posibles soluciones a la problemática encontrada en el Hospital Departamental San Rafael del Municipio de Zarzal, se tendrá en cuenta la siguiente metodología…Ver cuadro 1, en la cual se van a ir dando los pasos para la realización del estudio:

Cuadro 1. Diseño metodológico del estudio.

DISEÑO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO			
ETAPA	**PASOS**	**DESCRIPCIÓN**	**POSIBLES HERRAMIENTAS A UTILIZAR**
DIAGNÓSTICO	Diagnóstico del proceso de atención al usuario del área de urgencias	Identificar las etapas y tareas que hacen parte del proceso de Urgencias.	Manual de proceso y procedimientos y Microsoft (Word y Excel).
		Caracterizar el proceso de Urgencias, teniendo en cuenta todos los recursos y comportamientos que actúan en el.	Formatos de apoyo (Caracterizacion del sistema) y Microsoft (Word y Excel).
		Recopilar información estadística sobre la cantidad de pacientes atendidos en el Hospital y el área de estudio, con el fin de identificar y analizar variables.	Microsoft (Word y Excel), Datos estadisticos (Departamento de estadistica) y diagramas de barras e histogramas.
		Identificar los requisitos normativos y los recursos necesarios para cumplir el proceso de urgencias.	Marcos normativos y legales de la entidad (Area urgencias general) y Microsoft (Word y Excel).
CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	Definición del sistema	Identificar cada una de las variables (Recursos, entidades, demoras. Etc.) que interactúan en el sistema y sus interrelaciones.	Flujogramas, Formatos de apoyo (Diagrama del sistema).
		Analizar puntos críticos del proceso de Urgencias e indicar las medidas de efectividad.	Microsoft (Word y Excel), Metricas estadisticas y Analisis de pareto.
		Documentar los resultados que se esperan del estudio de simulación.	Herramientas Microsoft (Word y Excel).
	Formulación del modelo	Analizar información obtenida y definir todas las variables que forman parte del sistema a estudiar.	Microsoft (Word y Excel), Flujogramas y diagramas, Formatos de apoyo (Caracterizacion del sistema).
		Realizar flujogramas que permitan la descripción de forma completa el modelo.	
	Colección de datos	Tomar los datos (Tiempos) y organizarlos de acuerdo a su necesidad y uso.	Microsoft (Word y Excel), Formatos de apoyo para recolectar informacion, Datos estadisticos (Departament de estadistica).
	Construcción del modelo	Utilizar herramientas del Input Analyzer para determinar que distribución probabilístico se ajusta a los datos.	Input Analyzer del Software Arena® y Microsoft (Word y Excel).
		Verificar si los eventos están correctamente representados, de igual manera las medidas estadísticas formuladas en el punto anterior.	Formatos de apoyo (Datos) y Microsoft (Word y Excel).
		Construir el modelo de simulación de eventos discretos en el Software Arena®	Software Arena® y Microsoft (Word y Excel).
EXPERIMENTACIÓN CON EL MODELO	Verificación	Verificar si el modelo no tiene errores de codificación o lógica.	Software Arena® y Microsoft (Word y Excel).
		Usar la representación grafica (Animación) como verificación y ayuda a la detección de errores en el modelo.	Animación del sistema a través del Software Arena®.
		Chequear las relaciones lógicas que se deben mantener durante la ejecución del modelo.	Formatos de apoyo (Lista de chequeo) y Microsoft (Word y Excel).
	Validación	Realizar las debidas comparaciones del modelo real vs. Simulado.	Herramientas Microsoft (Word y Excel), Métricas estadísticas, Prueba de hipótesis y Software Arena®.
		Evaluar el comportamiento de las corridas y el sistema real según un parámetro con medidas estadísticas (Promedio, desviación, varianza).	
	Experimentación	Generar datos deseados y realizar análisis de sensibilidad.	
	Interpretación	Interpretar los resultados arrojados por la simulación.	Herramientas Microsoft (Word y Excel) y Software Arena®.
		Proponer a través de experimentos alternativas de mejora que solucione el proceso de atención del área de urgencias.	Software Arena®, Formatos de apoyo (Caracterización del sistema).
ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	Análisis Costo/Beneficio	Evaluar las distintas alternativas teniendo en cuenta el objetivo del estudio.	
		Identificar y cuantificar la proyección de los beneficios y costos, utilizando el método de regresión lineal.	Método de regresión lineal, datos estadísticos del HDSRZ.
		Realizar el análisis B/C dividiendo el valor presente neto de los beneficios entre los costos netos de las alternativas.	Herramientas Microsoft (Word y Excel).
		Interpretar los resultados generados por la relación B/C utilizando los criterios de decisión: B/C<1 Rechaza; B/C=1 Indiferente y B/C>1 Aceptable.	
		Establecer la alternativa acorde al objetivo del proyecto y a las políticas de la entidad (HDSRZ), buscando la rentabilidad económica y social.	
	Documentación	Realizar la documentación de tipo técnico del estudio.	Herramientas Microsoft (Word, Excel y Power point) y Software Arena®.
		Presentar resultados del estudio realizado.	

Fuente: Autores.

6.1 CLASE DE INVESTIGACIÓN

El proyecto tendrá una clase de investigación cuantitativa, ya que permite examinar y analizar datos numéricos, con asistencia de herramientas estadísticas. Adicionalmente, se aplicará una investigación descriptiva, con el fin de evidenciar o identificar el comportamiento y las interrelaciones de las variables actuales del sistema a estudiar.

Herramientas o instrumentos. La investigación se llevará a cabo mediante la aplicación de un estudio de **Simulación a través del Software Rockwell Arena®**, con el fin de revelar las condiciones óptimas de trabajo que permita la organización, adecuación, dotación, optimización de recursos y/o construcción de nuevos parámetros laborales, que conlleven a la calidad en la prestación de los servicios de salud de carácter urgente.

6.2 SEGMENTACIÓN

Específicamente el área que será analizada en el Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle, es el área de Urgencias General, allí se tendrán en cuenta el número de personas (Pacientes) que ingresan a solicitar este servicio y el personal que interviene en la realización (Recurso Humano).

6.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

El estudio que se llevará a cabo en el Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle, en el área asistencial de urgencias, contempla las siguientes fuentes de información:

6.3.1 Fuentes de información primaria. Actualmente, el Hospital a través del departamento de estadística y su sistema de registro y control Hospitalaria (SIHOS), tiene información veraz de la cantidad de pacientes que ingresan al área asistencial de Urgencias y datos a fines al estudio.

A partir de allí se realizará un diagnóstico del área, luego un muestreo sistemático de las variables del sistema para la recolección de datos de interés y posterior realización del estudio de simulación.

6.3.2 Fuente de información secundaria. La colección de este tipo de información, parte de la investigación o proyectos que se hayan realizado en el Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle y entidades a fines, para mejorar la atención de los usuarios. De igual manera se indaga en proyectos o documentos donde se hayan aplicado herramientas informáticas como lo es la simulación.

En conclusión se utilizarán recursos como: documentos, libros, presentaciones, revistas, artículos, trabajos de grado; afines al proyecto de investigación.

6.4 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra adecuado, se realizó un muestreo piloto de 30 observaciones de los tiempos de servicio de cada actividad del proceso de Urgencias. De acuerdo con el diagnóstico y los datos históricos de la dependencia, la información se recolectó en un periodo de dos meses, específicamente los fines de semana, abarcando (Viernes, sábados, domingos y lunes), ya que en dicho periodo se encuentra mayor flujo de usuarios, considerándose más representativo.

Con la prueba piloto se calculó la media y desviación estándar de cada uno de las actividades, se estimó un nivel de confianza del 95% a través de la tabla t Student a 29 grados de libertad (n-1), teniendo en cuenta el tamaño de la muestra piloto n=30, escogido de acuerdo a razones relacionadas con el alcance del proyecto, como el tiempo de desarrollo estimado y la disponibilidad de toma de los tiempos.

Para obtener el tamaño de la muestra necesaria se utilizó la siguiente expresión:

$$N = \left(\frac{t_{(n-1,\alpha/2)} S}{e} \right)^2$$

Dónde:

N = Número de muestras.
S = Desviación estándar de la muestra.
e = Cota de Error para los datos.
α = Nivel de significancia.

Para determinar la cota de error para los datos, se utilizó la siguiente fórmula, que permite medir la variabilidad en términos de la desviación estándar del estimador:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

$S_{\bar{x}}$ = Error estándar o cota de error.
S = Desviación estándar.
n = Número de muestras.

Partiendo de los criterios y datos antes mencionados se generó la siguiente tabla:

Tabla 1. Análisis de la Muestra Piloto.

ANÁLISIS DE LA MUESTRA PILOTO					
ACTIVIDAD	PROMEDIO O MEDIA	VARIANZA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTIMADO	(N) NÚMERO DE MUESTRAS
Tiempo entre llegadas - Horario Diurno	9,75	1,85	1,36	0,25	126
Tiempo entre llegadas - Horario Nocturno	55,18	6,88	2,62	0,48	
Registro - Vigilante	0,68	0,07	0,26	0,05	
Triage	6,30	2,58	1,61	0,29	
Medico #1 (consultorio#1)	12,62	9,84	3,14	0,57	
Medico #2 (consultorio#2)	11,82	6,21	2,49	0,45	
Enfermería	5,82	3,23	1,80	0,33	
Caja	1,21	0,06	0,25	0,04	

Fuente: Autores.

La tabla 1, determina el número de muestras que se deben tomar a los tiempos entre llegadas y a cada servidor del proceso de Urgencias de acuerdo con el nivel de confianza y porcentaje de error escogidos.

Teniendo en cuenta, que el sistema objeto de estudio (Área de Urgencias del HDSRZ) tiene variaciones significativas en los tiempos entre llegadas, dependiendo del horario de una jornada de trabajo, se realizaron dos distribuciones (Tiempo entre llegadas Horario Diurna y Tiempo entre llegadas Horario Nocturno), con el fin de representar o recrear el sistema con mejores argumentos estadísticos.

7. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROCESO DE ATENCIÓN AL USUARIO EN EL ÁREA DE URGENCIAS DEL HDSRZ

El HDSRZ, es una entidad de orden Departamental perteneciente al subsector oficial del sistema nacional de salud, de acuerdo a su razón de ser, el Hospital presta una serie de servicios representados en tres áreas asistenciales que son: Hospitalización, Consulta Externa y Urgencias; definida esta última, como el conjunto de acciones brindadas a una persona que presenta alguna patología de urgencia.

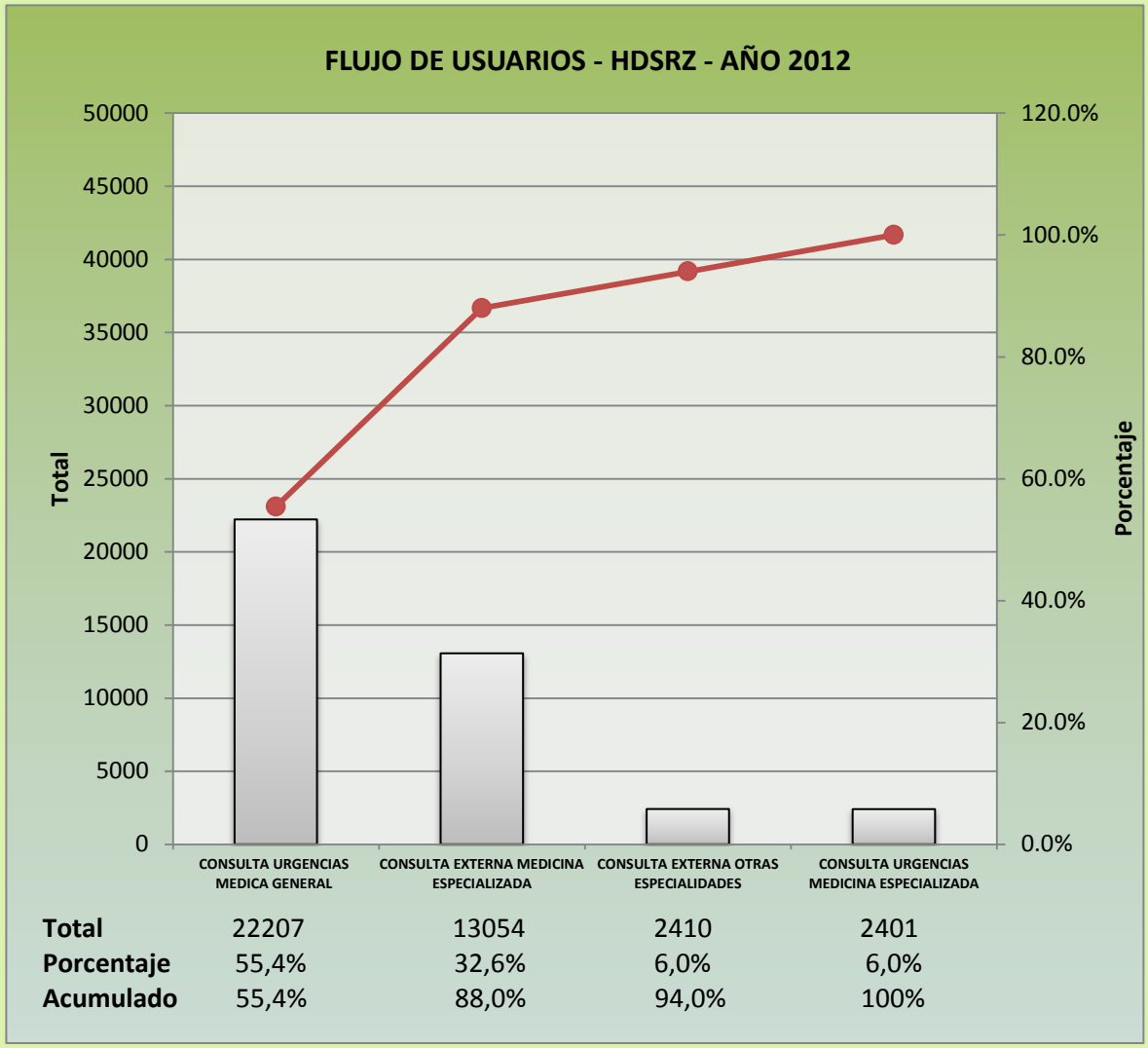
La entidad ha presentado una afluencia significativa de usuarios durante el segundo semestre del año 2012 y el primer semestre del año 2013, en la tabla 2 y la ilustración 4 se muestra el número de usuarios atendidos trimestralmente durante ese periodo:

Tabla 2. Flujo de usuarios en el HDSRZ durante el segundo semestre del año 2012 y el primer semestre del año 2013.

USUARIOS ATENDIDAS POR LAS AREAS ASISTENCIALES DEL HOSPITAL DEPARTAMENTAL SAN RAFAEL DE ZARZAL - VALLE									
Área asistencial	Trimestres del periodo comprendido entre el segundo semestre del año 2012 y el primer semestre del año 2013.								
	1º (Julio- Septiembre)	2º (Octubre - Diciembre)	3º (Enero - Marzo)	4º (Abril - Junio)	TOTAL	PROMEDIO	DESVIACIÓN	F. RELATIVA	F.R. ACUMULADA
CONSULTA URGENCIAS MEDICA GENERAL	5649	5081	5929	5548	**22207**	**5552**	**353**	**55,4%**	**55,4%**
CONSULTA EXTERNA MEDICINA ESPECIALIZADA	3296	3272	3343	3143	**13054**	**3264**	**86**	**32,6%**	**88,0%**
CONSULTA EXTERNA OTRAS ESPECIALIDADES	651	754	571	434	**2410**	**603**	**135**	**6,0%**	**94,0%**
CONSULTA URGENCIAS MEDICINA ESPECIALIZADA	508	483	489	921	**2401**	**600**	**214**	**6,0%**	**100%**

Fuente: Autores basados en información brindada por el HDSRZ.

Ilustración 4. Demanda de usuarios en el HDSRZ.



Fuente: Autores basados en información brindada por el HDSRZ.

A través del análisis de los datos históricos se llega a la conclusión, que el área asistencial que presenta mayor demanda de usuarios es la dependencia de Urgencias, debido al proceso y la prioridad en la atención medica dada, esta área representa el 55,4% de los usuarios atendidos en la entidad, con un promedio trimestral de 22207 y una desviación de 353 usuarios. Dentro del análisis anterior no se tiene en cuenta el área de Consulta General debido a que esta área fue analizada en un estudio reciente.

El área objeto de estudio (Urgencias), se encuentra situado en el organigrama en el área de prestación de servicios y hace parte de los procesos misionales; ubicado en el primer piso, en el ala derecha del Hospital Departamental; considerado es uno de los procesos misionales más demandados por la comunidad Zarzaleña, así como su área de influencia y municipios circunvecinos. En el cuadro 2 se muestra una caracterización del área de Urgencias del HDSRZ:

Cuadro 2. Caracterización de la sala de urgencias del HDSRZ.

CARACTERIZACIÓN DE LA SALA DE URGENCIAS DEL HOSPITAL SAN RAFAEL DE ZARZAL						
ORDEN DE ATENCIÓN	**SITIO**	**CARGOS**	**TURNOS**	**NÚMERO DE EMPLEADOS POR TURNO**	**TIPO DE CONTRATACIÓN**	**NÚMERO DE HORAS LABORADAS**
1	Portería	1	1- 7am - 1pm	1	Privado	6
			2- 1pm - 7pm			6
			3- 7pm - 7am			12
2	Triage	1	1- 7am - 1pm	1	Cooperativa	6
			2- 1pm - 7pm			6
			3- 7pm - 7am			12
3a	Consultorio 1	1	1- 7am - 1pm	1	Planta, Cooperativa	6
			2- 1pm - 7pm			6
			3- 7pm - 7am			12
3b	Consultorio 2	1	1- 7am - 1pm	1	Planta, Cooperativa	6
			2- 1pm - 7pm			6
			3- 7pm - 11pm			4
4	Procedimiento: Enfermera #1 y #2	2	1- 7am - 1pm	2	Planta, Cooperativa	6
			2- 1pm - 7pm			6
			3- 7pm - 7am			12
5	Caja	1	1- 7am - 1pm	1	Cooperativa	6
			2- 1pm - 7pm			6
			3- 7pm - 7am			12

Fuente: Autores.

En el cuadro 2, se evidencia el orden de atención al usuario que presenta el proceso de Urgencias, adicionalmente, se describe los turnos y la cantidad de empleados en ellos, teniendo en cuenta que el área de urgencias es un sistema no terminal, es decir, que tiene una atención continua las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Se enmarca el tipo de contratación de los empleados del área, porque el Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal Valle, tiene la mayoría del personal operativo bajo una vinculación contractual o por cooperativas; según la "Ley 1429 de 2010, se dio un tiempo perentorio para que los Hospitales procedieran a dar por terminado dentro de sus costumbres contractuales este tipo de intermediación laboral"[30], lo que obligaría a la entidad a realizar una vinculación directa del personal requerido.

[30] IBARGUEN, Cristian y MARULANDA, Katerine. Desarrollo de un estudio técnico de cargas laborales, bajo la metodología de la DAFP en el área de Consulta Externa del Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle, soportado a

Con el objetivo de Brindar atención asistencial - administrativa de manera oportuna, segura, continua, integral y pertinente al paciente que accede al servicio de urgencias, según nivel de complejidad, el área de urgencias desarrolla las siguientes actividades durante el proceso de atención:

- **Admisión del Usuario:** Con esta actividad se le da inicio al proceso de Urgencias, consiste en la entrada del usuario al servicio de urgencias y su posterior validación de derechos.

- **Valoración triage:** El paramédico clasifica al paciente según gravedad de la urgencia, se registra la hora de ingreso a la sala de espera y sus signos vitales.

- **Atención de Urgencias médicas:** Atención del paciente de urgencias (Consulta de urgencias), teniendo en cuenta los procedimientos, manuales o guías propios del servicio.

- Captura, Estandarización, Sistematización y Procesamiento de la información paralelamente con la ejecución de las actividades.

- **Observación y atención (Procedimientos):** Verificar evolución y condición de la salud del paciente.

- **Egreso del servicio de urgencias:** Una vez facturado los servicios de Urgencias el paciente puede ser remitido a otro nivel de atención, a hospitalización o a su casa donde sale con mejora en las condiciones de salud por las cuales ingresa el paciente.

Una de las tareas del personal de urgencias es la de distinguir con rapidez y precisión las situaciones urgentes de las que no la son; esta etapa se denomina clasificación de usuarios o TRIAGE, esta clasificación se realiza según la gravedad de la enfermedad o dolencia con la que arriba el usuario a la entidad. La clasificación de los usuarios en el HDSRZ se realiza bajo 4 criterios que priorizan las entidades mediante una disciplina, estos son:

- ✓ Urgencia Vital
- ✓ Triage I - Atención antes de los 10 minutos.
- ✓ Triage II - Atención puede esperar hasta 10 minutos.
- ✓ Triage III - Atención por Consulta Externa.

---

través del diseño de un modelo de simulación. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial. Tuluá: UCEVA. 2013. 204 p.

Luego de la evaluación en el TRIAGE, la probabilidad asociada a la asignación del usuario a un determinado tópico o criterio, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Probabilidad de que un paciente sea derivado a un tópico o criterio.

PROBABILIDAD PARA LA CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TRIAGE		
PRIORIDAD TRIAGE	NUMERO DE CONSULTAS	PORCENTAJE DEL TOTAL DE URGENCIAS
URGENCIA VITAL	3,398	15%
TRIAGE I	7,248	32%
TRIAGE II	9,513	42%
TRIAGE III	2,492	11%
TOTAL 2012	22,651	100%

Fuente: Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle

Estas probabilidades son resultados del levantamiento de información realizado en la Unidad de Emergencia del HDSRZ, durante el año 2012.

Para tener mayor claridad de las actividades que se llevan a cabo en el proceso de Urgencias, en la ilustración 5 se muestra un flujograma donde se evidencian las tareas de forma secuencial.

Ilustración 5. Flujograma del proceso de Urgencias.

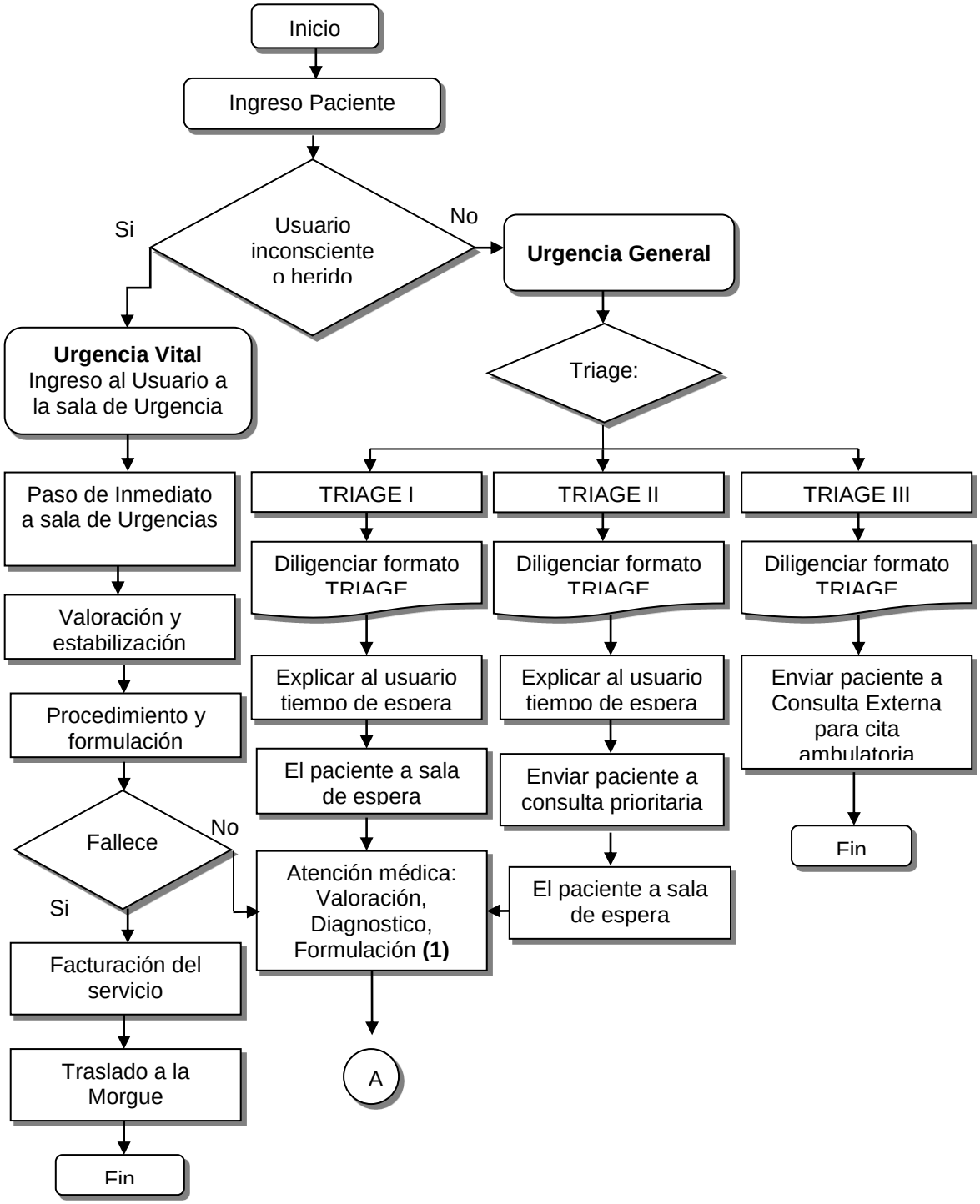
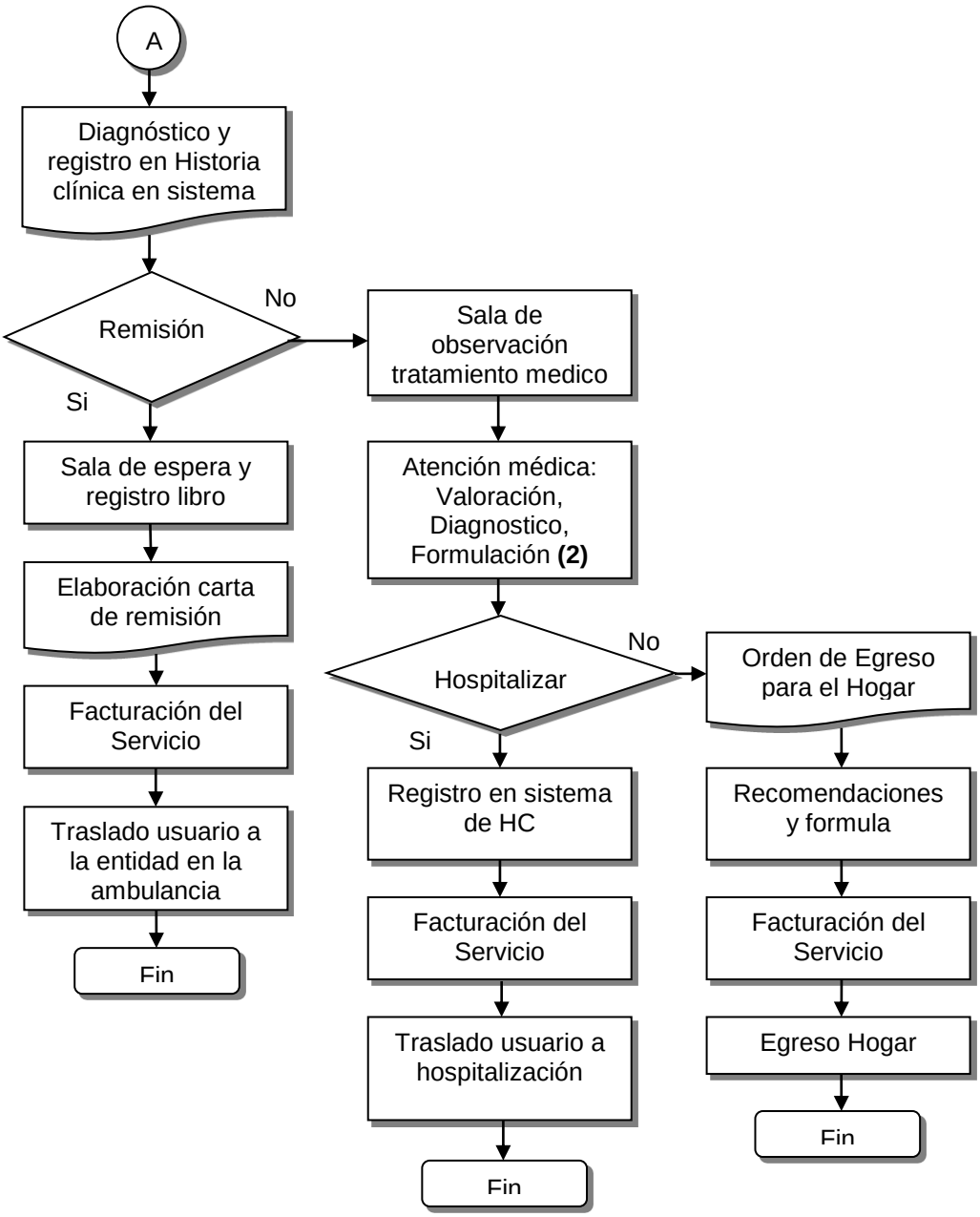


Ilustración 5. (Continuación)



Fuente: Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle.

Para llevar a cabo la ejecución de las actividades del proceso de urgencias es necesario que el Hospital cumpla con una serie de requisitos normativos que están basados en "Principios constitucionales aplicados a la función pública"[31]. En el cuadro 3 se describe la normatividad haciendo énfasis al proceso de Urgencias.

Cuadro 3. Requisitos normativos para el proceso de Urgencias.

REQUISITOS DEL PROCESO DE URGENCIAS	
TIPO DE REQUISITO	**DESCRIPCIÓN**
Cliente externo / interno	Usuario
	Facturación, EAPBS y SIAU
	Mejoramiento continuo/calidad, Epidemiologia y Direccionamiento estratégico
Legales o reglamentarios	Constitución Política de Colombia Art. 44, 48, 49 y 52.
	Ley 100 de 1993 Art 159 numeral 2.
	Resolución 5261 de 1994
	Resolución 9279 /1993 recurso humano, licencias sanitarias de funcionamiento.
	Ley 60 / 1993 Art. 3.
	Resolución 951 / 2002
	Ley 23 de 1981
	Cadena de custodia: Decreto 677 del 26 de abril de 1995
	Decreto 3075 de 1997, Decreto 3192 de 1983, Decreto 365 de 1994.
	Resolución 6980 de 1991, Resolución 1043 de 2006 y anexos.
	Circular 010 de 2006 Supersalud
	Acuerdo 2759 de 1954
Norma NTCGP 1000:2009	4.1 - 4.2 - 4.2.4 - 5.2 - 5.3 - 6 - 6.2 - 6.3 - 7.1 - 7.2 - 7.3 - 7.5 - 8
Normas y manuales de la entidad	Política Institucional
	Valores y principios corporativos
	Código de ética y buen gobierno
	Guías de Manejo y Protocolos de atención
	Manual de Vigilancia Epidemiológica
	Manual de Referencia y contrareferencia
	Manual y Normas de Bioseguridad
	Manual de Funciones
	Plan de residuos hospitalarios
	Plan de Mantenimiento
	Triage

Fuente: Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle.

[31] Artículo 209 de la Constitución Política de Colombia - igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad.

Basados en la normatividad, el Hospital como entidad promotora de salud de nivel II, debe tener recursos que soporten el proceso o funcionamiento de cada una de sus dependencias, para el área de Urgencias el hospital cuenta con los recursos descritos en el cuadro 4.

Cuadro 4. Recursos con los que cuenta actualmente el HDSRZ.

RECURSOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE URGENCIAS	
Humanos	Médico general, médico especialista en las cuatro especialidades básicas, enfermera, Auxiliar de enfermería, cajero, paramédico, guarda de seguridad.
Financieros	Presupuesto asignado por el HDSRZ.
Infraestructura	Infraestructura y Área de Urgencia dotadas, según criterios de habilitación
Tecnológicos	Equipos y elementos de cómputo, Software.
Físicos	Bienes muebles requeridos para el cumplimiento de las actividades.

Fuente: Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle.

Aunque el Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle, cuenta con los recursos antes mencionados, cabe decir, que estos ya han cumplido su vida útil, tal es el caso de los equipos de dotación y elementos de computo; debido a la creciente demanda del área y al poco espacio físico en las instalaciones se observa congestión y poco dinamismo en la sala de urgencias. En el caso del recurso humano, se pudo evidenciar que es escaso y poco capacitado para la labor que se lleva a cabo en el área de urgencias.

Mediante las observaciones, se pudo constatar que el proceso de urgencias es demasiado prolongado, en cuanto a los tiempos de espera y atención por parte de los servidores, lo que afecta considerablemente la calidad del servicio prestado.

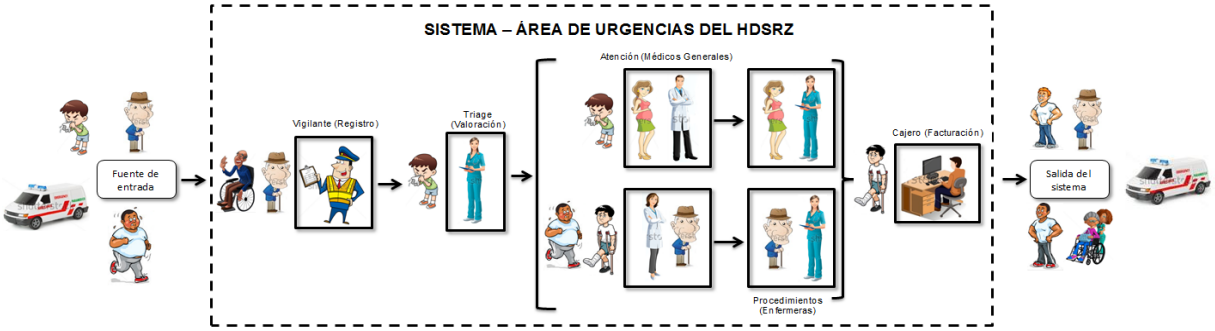
8. DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL SISTEMA DE URGENCIAS DEL HDSRZ

8.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL SISTEMA

En esta etapa se lleva a cabo la representación general del sistema, permitiendo identificar los componentes y elementos principales que darán forma y estructura al modelo de simulación.

Elementos del sistema. Para tener mayor claridad sobre el sistema objeto de estudio, a continuación se describe mediante una ilustración el proceso que se realiza en el área de Urgencias del HDSRZ:

Ilustración 6. Conceptualización o diagrama del sistema.



Fuente: Autores (*).

* Las imagines vistas en la ilustración anterior están disponibles en internet: http://www.shutterstock.com/ [Citado el 26 de septiembre del 2013].

El área de Urgencias es un sistema que cuenta con una cadena de eventos, atributos, entidades, variables y medidas de efectividad, que en su relación le dan forma al proceso.

A continuación, se describen los elementos que hacen parte del sistema de Urgencias del HDSRZ:

Eventos

- ✓ Llegada o entrada del usuario a Urgencias.
- ✓ Atención del usuario en la Caja.
- ✓ Atención del usuario en el Triage.
- ✓ Atención del usuario por los Médicos Generales (Consulta).
- ✓ Atención del usuario por las Enfermeras.
- ✓ Salida del usuario de Urgencias.

Entidades

- ✓ Usuarios.

Atributos

- ✓ Tiempo de llegada.
- ✓ Tiempo de servicio.
- ✓ Clasificación Triage.

Variables de estado del sistema

- ✓ Estado del Cajero (Ocupado/Desocupado).
- ✓ Estado del Triage (Ocupado/Desocupado).
- ✓ Estado del Médico General #1 y #2 (Ocupado/Desocupado).
- ✓ Estado de las Enfermeras #1 y #2 (Ocupado/Desocupado).

Medidas de efectividad

- ✓ Tiempo promedio que un usuario permanece en el sistema de Urgencias.
- ✓ Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Consulta Externa.
- ✓ Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Remisión.
- ✓ Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Hospitalización.
- ✓ Tiempo promedio en sistema usuarios Fallecidos.
- ✓ Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Casa.
- ✓ Número de usuarios que ingresaron a la Sala de Urgencias.
- ✓ Número de usuarios que salieron de la Sala de Urgencias.
- ✓ Utilización promedio del Portero.
- ✓ Utilización promedio del Triage.
- ✓ Utilización promedio del Médico General #1 y Médico General #2.
- ✓ Utilización promedio de las Enfermeras #1 y #2.
- ✓ Tiempo promedio en fila que pasan los usuarios para ser atendidos por el Portero.
- ✓ Tiempo promedio en fila que pasan los usuarios para ser atendidos por el Cajero.
- ✓ Tiempo promedio en fila que pasan los usuarios para ser atendidos por el Triage.
- ✓ Tiempo promedio en fila que pasan los usuarios para ser atendidos por el Médico General #1 y Médico General #2.
- ✓ Tiempo promedio en fila que pasan los usuarios para ser atendidos por los Enfermeras #1 y #2.

8.2 COMPORTAMIENTO DE LOS DATOS

Una vez obtenidos los datos requeridos para la construcción del modelo de simulación, se realiza un análisis de los tiempos entre llegadas y tiempos de servicio de cada actividad, evaluando el comportamiento de los datos e identificando el tipo de distribución a la que pertenecen.

Para evaluar el comportamiento y el tipo de distribución que se ajusta a los datos y obtener otras métricas estadísticas, se utiliza la herramienta de análisis Input Analyzer del Software Rockwell Arena®…Véase el (Anexo A).

En la tabla 4 se resume el análisis de los datos recolectados.

Tabla 4. Análisis de tiempos de servicio y tiempos entre llegadas.

COMPORTAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS			
DESCRIPCIÓN (TIEMPOS)	**DISTRIBUCIÓN**	**EXPRESIÓN**	**ERROR CUADRÁTICO**
Tiempo entre llegadas - Horario Diurno	Triangular	TRIA(8, 10.2, 12)	0.002753
Tiempo entre llegadas - Horario Nocturno	Beta	48 + 14 * BETA(2.21, 2.22)	0.009367
Registro - Vigilante	Lognormal	0.23 + LOGN(0.452, 0.206)	0.025770
Caja	Beta	0.28 + 2.31 * BETA(7.13, 10.8)	0.015521
Triage	Lognormal	2.16 + LOGN(2.9, 1.68)	0.010993
Medico #1 (Consultorio#1)	Triangular	TRIA(7, 10.7, 19)	0.010952
Medico #2 (Consultorio#2)	Triangular	TRIA(7, 10.1, 19)	0.011647
a) Enfermera	Beta	3 + 11 * BETA(1.33, 3.91)	0.009019
b) Enfermera (HC y RIPS)	Triangular	TRIA(4, 5.08, 6.64)	0.006799

Fuente: Autores.

La función que realiza la enfermera en la sala de Urgencias, está compuesta por dos fases, una de ellas es la atención o acción directa con el usuario (a), y otra diligenciando la Historia Clínica (HC) y el Sistema de Información de Prestaciones de Salud (RIPS) (b); con el fin de realizar una recreación efectiva del sistema se determina una distribución a cada una de las fases a través del Input Analyzer, tal y como se evidencia en la tabla anterior.

8.3 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL SISTEMA DE URGENCIAS DEL HDSRZ

Después de realizar la caracterización del sistema y haber efectuado un análisis de los diferentes tiempos de proceso y tiempos entre llegadas, es necesario seguir con el diseño o construcción del modelo de simulación, para tal motivo se hará uso del Software Rockwell Arena®, usando el lenguaje de programación llamado SIMAN.

El ambiente del modelamiento en SIMAN se enfoca en dos etapas esenciales para la construcción del modelo de simulación, una es el **Modelo**, en el cual se realiza la descripción, caracterización de los componentes y las interrelaciones lógicas; y en el segundo, denominado **Experimento**, se definen las condiciones iniciales del experimento, la longitud de las corridas, etc.

8.3.1 Descripción de los componentes (Bloques) del modelo de simulación del área de Urgencias. Los bloques utilizados para la construcción del modelo son:

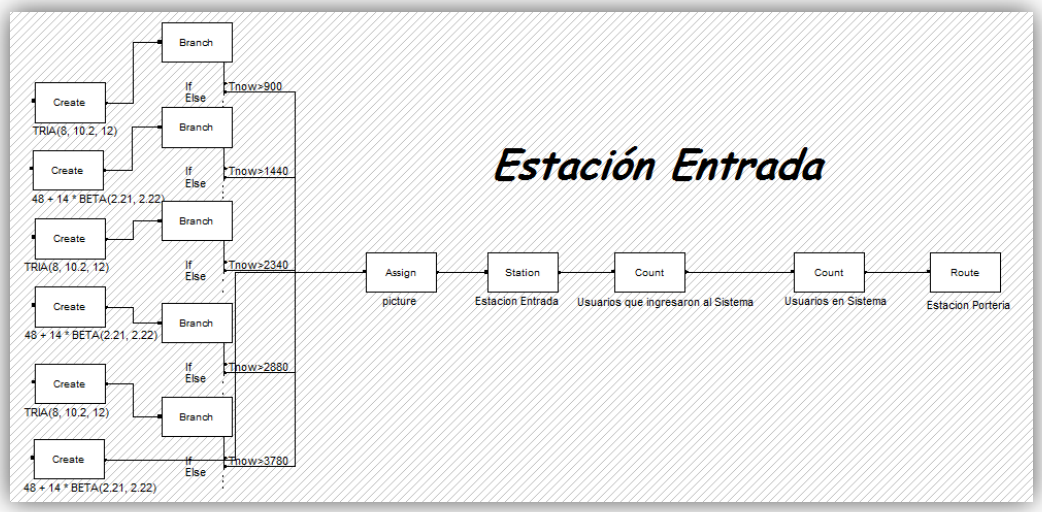
Cuadro 5. Bloques utilizados en el modelo de simulación.

BLOQUES UTILIZADOS EN EL MODELO DE SIMULACIÓN			
BLOQUE	**USO**	**BLOQUE**	**USO**
CREATE	El bloque CREAR genera llegando entidades a un modelo de proceso.	COUNT	El bloque COUNT incrementa el contador especificado por Contador ID por el valor del incremento del contador operando.
STATION	El bloque de la central representa un punto en el modelo para el que se transfieren las entidades.	BRANCH	Bloque para definir y controlar el flujo de una entidad a traves de probabilidad y condicion.
QUEUE	El bloque COLA se utiliza para modelar un espacio de espera.	DISPOSE	Realiza la misma función de eliminación de una entidad en el modelo como modificador DISPONGA.
SEIZE	El bloque SEIZE asigna unidades de un recurso definido por el ID de recurso operando a una entidad.	ASSIGN	El bloque ASSIGN permite la asignación de un valor a una variable SIMAN, atributo de entidad definida por el usuario
RELEASE	El bloque LIBERACIÓN libera unidades del recurso especificado.	ROUTE	El bloque RUTA transfiere la entidad en unidades de tiempo.
TALLY	El bloque TALLY registra el número de observaciones de cada entidad.	DELAY	El bloque DELAY retarda la entidad por las unidades de tiempo de duración.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Con el fin de proporcionar mayor entendimiento y descripción del modelo de simulación construido, a continuación se explica mediante el diagrama de flujo del Software Rockwell Arena®, el recorrido que realizan las entidades en el sistema de Urgencias del HDSRZ.

Ilustración 7. Estación de Entrada.

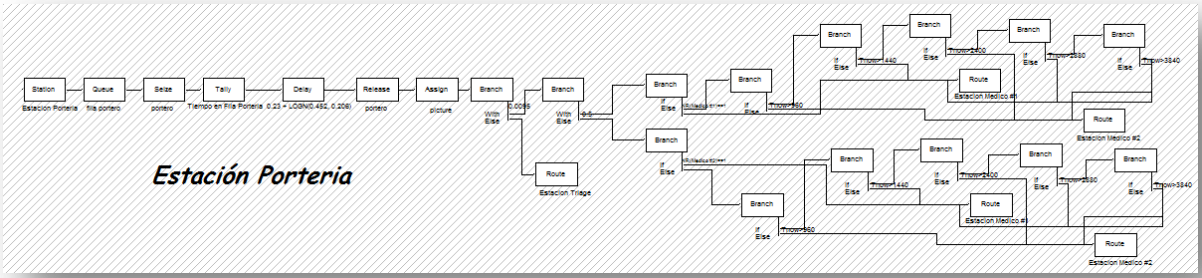


Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración anterior, se puede visualizar la primera secuencia de bloques en los cuales se da comienzo al modelo de simulación; se determina una serie de **Bloques Create (6)**, con el fin de representar la llegada de las entidades al modelo de simulación según el horario (Diurno o Nocturno) a lo largo de la réplica y registrar el tiempo de llegada de cada entidad al sistema, se establecen una serie de **Bloques Branch** que permiten desviar las entidades según el horario en que hagan su arribo al sistema, posteriormente se crea un **Bloque Assign**, con la finalidad de darle la animación a cada entidad (Picture).

Se establece el **Bloque Station (Estación Entrada)**, como un punto de inicio en el modelo para que se transfieren las entidades, de igual manera se incluye un **Bloque Count (Usuarios que ingresaron al sistema)**, con el fin de capturar o registrar la cantidad de entidades entraron al sistema; por último se agregó el **Bloque Route (Estación Portería)**, que define la ruta hacia la próxima estación.

Ilustración 8. Estación de Portería.



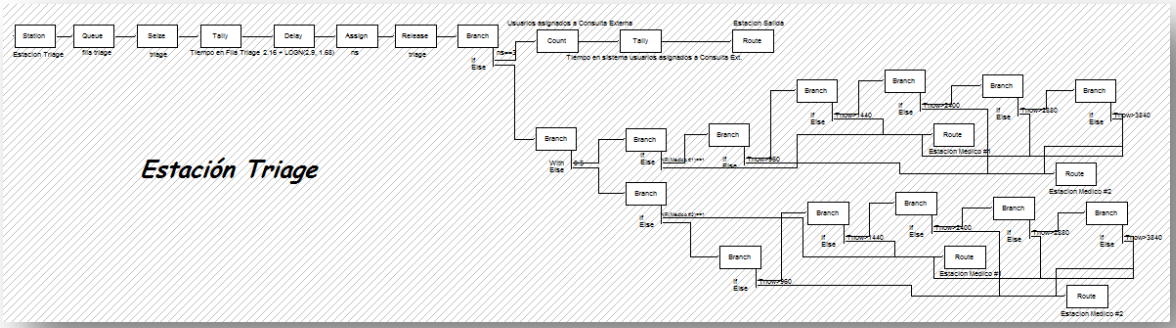
Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración 8, se puede visualizar el segundo grupo de bloques correspondientes a la estación portería; se establece el **Bloque Station (Estación Portería)**, como un punto donde serán transferidas las entidades desde la estación anterior, se incluye el **Bloque Queue (Fila Portero)**, utilizado para modelar un espacio de espera en la actividad que realiza el recurso denomina **(Portero)** a través del **Bloque Seize**, se ingresa el **Bloque Tally (Tiempo en Fila Portería)**, para registrar el tiempo en fila que lleva la entidad en la estación. El **Bloque Delay**, retarda la entidad, evidenciando así el tiempo de proceso del recurso, se incluye el **Bloque Release (Portero)**, con el propósito de liberar el recurso una vez ha procesado la entidad.

Se establece un **Bloque Assign (Picture),** que permite cambiar la animación de la entidad una vez sea trasferida a otra estación, seguida de un **Bloque Branch**, en el que se especifica una decisión basándose en una condición en la cual se derivan las entidades Tipo1 (Urgencia Vital), se determina otro **Bloque Branch**, donde se establecen decisiones sujetas a condicionales definidas en valores porcentuales que direccionan la ruta que tomará la entidad hacia el Medico#1 o #2, se agregan dos **Bloques Branch** de tipo condición, permitiendo enviar la entidad al Médico que se encuentre en ese instante de tiempo desocupado. Las entidades diferentes a las Tipo1, son enviadas a través de un **Bloque Route** hacia la estación triage.

Se determinan diez **Bloques Branch** de tipo condición entre las dos secuencias, que permiten desviar las entidades hacia los servidores (Medico#1 y Medico #2) que se encuentran disponibles según el horario de atención.

Ilustración 9. Estación de Triage.



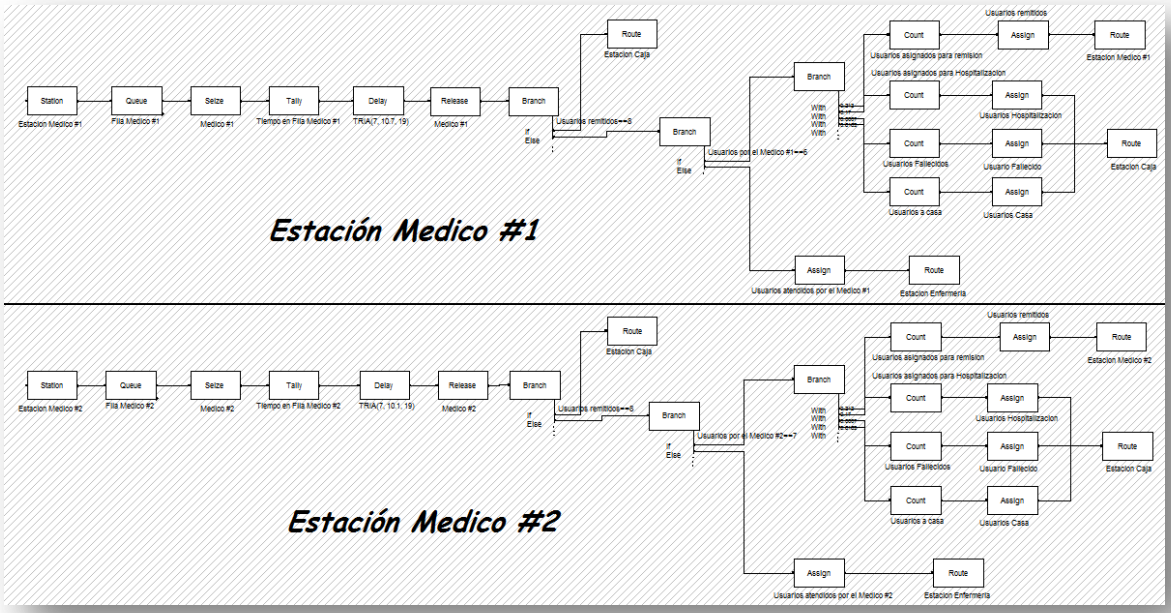
Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración 9, se puede visualizar la tercera estación **Triage**, la cual cuenta con un **Bloque Queue (Fila Triage)**, utilizado para modelar un espacio de espera en la actividad que realiza el recurso denomina **(Triage)** a través del **Bloque Seize**, se integra el **Bloque Tally (Tiempo en Fila Triage)**, para registrar el tiempo en fila que lleva la entidad en la estación. El **Bloque Delay**, retarda la entidad, evidenciando así el tiempo de proceso del recurso; se establece un **Bloque Assign**, que permite la clasificación de las entidades según el Triage (ns) y se incluye el **Bloque Release (Triage)**, con el propósito de liberar el recurso una vez ha procesado la entidad.

Se incluye un **Bloque Branch**, basándose en una condición en la cual se derivan las entidades Tipo3 (Atención por Consulta Externa), directamente hacia un **Bloque Count (Usuarios asignados a Consulta Externa)**, con el fin de capturar la cantidad de entidades que fueron designados a esa dependencia, seguido de un **Bloque Tally (Tiempo en sistema usuarios asignados a Consulta Externa)**, para registrar el tiempo promedio que la entidad estuvo en el sistema para después ser enviados a través de un **Bloque Route** hacia la estación salida.

Las entidades diferentes a las Tipo3, son enviadas a un **Bloque Branch**, en el que se especifica una decisión basándose en la probabilidad de ser atendido por uno de los médicos de turno (Medico #1 o Médico #2), se agregan dos **Bloques Branch**, en el que se especifican las decisiones basándose en unas condiciones, permitiendo enviar a la entidad al Médico que se encuentre en ese instante de tiempo desocupado, posteriormente se determinan diez **Bloques Branch** de tipo condición entre las dos secuencias, que permiten desviar las entidades hacia los servidores (Medico#1 y Medico #2) que se encuentran disponibles según el horario de atención.

Ilustración 10. Estación de Médico #1 y Médico #2.



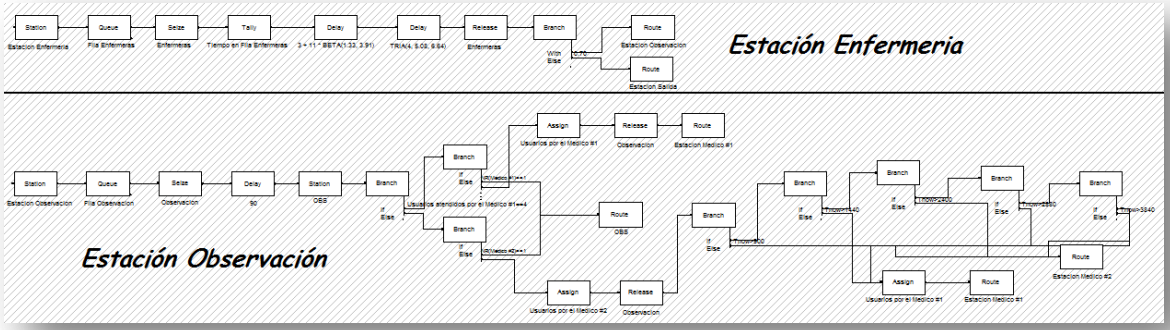
Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración 10, se observa el grupo de bloques correspondientes a las estaciones del Médico#1 y Médico#2; dado que las dos estaciones tienen la misma secuencia y la utilización de los mismos bloques, están serán analizados de manera conjunta.

Se establece el **Bloque Station (Estación Médico #1 y Médico #2)**, como un punto donde serán transferidas las entidades desde la estación anterior, se incluye el **Bloque Queue (Fila Médico #1 y Médico #2)**, como un espacio de espera en la actividad que realiza el recurso denomina **(Médico #1 y Médico #2)**, se integra el **Bloque Tally (Tiempo en Fila Médico #1 y Médico #2)**, para registrar el tiempo en fila que lleva la entidad en cada una de las estaciones. El **Bloque Delay**, retarda la entidad, evidenciando así el tiempo de proceso del recurso, se incluye el **Bloque Release (Médico #1 y Médico #2)**, con el propósito de liberar el recurso una vez ha procesado la entidad.

Dado que es la primera vez que la entidad ingresa a la estación de los médicos es dirigida hacia un **Bloque Assign (Usuarios atendidos por el Medico #1 y Médico #2)**, el cual le da a cada entidad un atributo o registro para después ser enviada a la estación Enfermería a través de un **Bloque Route.**

Ilustración 11. Estación Enfermería y Observación.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración 11, se puede visualizar en principio el grupo de bloques correspondientes a la estación de enfermería; se incluye el **Bloque Queue (Fila Enfermeras)**, como un espacio de espera en la actividad que realiza el recurso **(Enfermeras)**, se ingresa el **Bloque Tally (Tiempo en Fila Enfermeras)**, para registrar el tiempo en fila que lleva la entidad en la estación. Se crean dos **Bloques Delay**, evidenciando así el tiempo de proceso de las dos fases o tareas que realiza el recurso (Enfermeras), se incluye el **Bloque Release (Enfermeras)**, con el propósito de liberar el recurso una vez ha procesado la entidad, luego se envía la entidad a través de un **Bloque Route** hacia la estación observación.

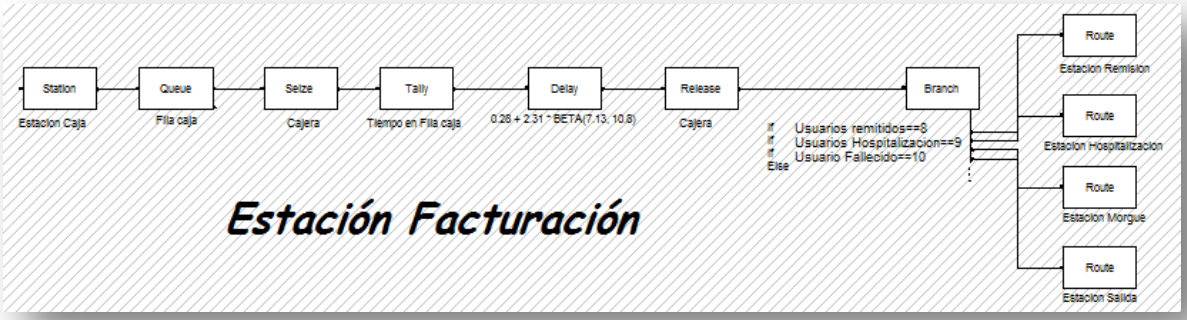
La estación observación comienza con un **Bloque Station**, como un punto donde serán transferidas las entidades desde la estación anterior, se incluye el **Bloque Queue (Fila Observación)**, como un espacio de espera en la actividad que realiza el recurso **(Observación)**, se ingresa el **Bloque Delay**, retarda la entidad, luego se envía la entidad a un **Bloque Branch**, en el que se especifica una decisión basándose en el atributo o registro que trae consigo la entidad, se agregan dos **Bloques Branch**, en el que se especifican las decisiones basándose en unas condiciones, permitiendo enviar a la entidad al Médico que se encuentre en ese instante de tiempo desocupado, si el recurso está ocupado el Branch envía la entidad a través de un **Bloque Route (OBS)**, hacia un **Bloque Station** denominado **(OBS)**, permitiendo que la entidad se retarse mientras se desocupa el recurso. Después de enviar la entidad al médico que se encuentre en ese instante de tiempo desocupado, se le asigna un atributo a la entidad (Usuario) dependiendo el médico que lo atendió a través de un **Bloque Assign (Usuarios por el Medico#1 y por el Medico#2)**, posteriormente se libera el recurso con el **Bloque Release (Observación)** y se envía la entidad hacia el médico correspondiente a través de un Bloque Route.

Debido a que el Medico#2 obedece a un horario de atención, se establecen en su secuencia cinco **Bloques Branch** de tipo condición, que permiten desviar las entidades hacia el Medico#1 cuando este no se encuentre disponible.

Teniendo en cuenta que los recursos **(Médico #1 y Médico #2)**, se reactivan con cada entidad, es decir, que las entidades después de pasar por la estación Enfermería y Observación vuelven a ser atendidos por los médicos; las entidades son enviadas a la estación correspondiente **(Estación Médico #1 y Médico #2)**, para pasar por el **Bloque Queue (Fila Médico #1 y Médico #2)**, el recurso **Bloque Seize (Médico #1 y Médico #2)**, un **Bloque Delay**, retarda la entidad y el **Bloque Release (Médico #1 y Médico #2)** para liberar el recurso.

Una vez que la entidad es atendida por segunda vez, es enviada a un **Bloque Branch**, donde se toma una decisión basándose en el atributo que trae la entidad desde la estación anterior, para pasar a otro **Bloque Branch** de tipo probabilidad, en el cual la entidad puede ser trasferida a cualquiera de los **Bloques Count (Usuarios asignados para remisión, Hospitalización, Fallecidos y usuarios asignados a casa)**; y luego ser enviados a través de un **Bloque Route** hacia la estación caja. Las entidades designadas para remisión vuelven a ser enviadas a la estación del médico correspondiente para realizar los trámites necesarios para ser remitidos, luego de que el recurso suelte la entidad esta es enviada a la Estación remisión a través de un Bloque Route.

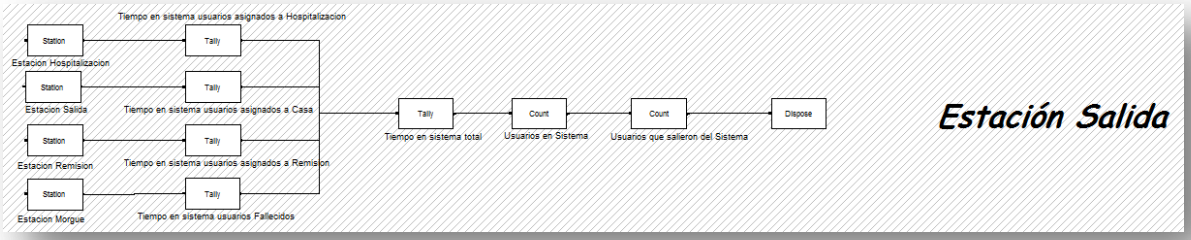
Ilustración 12. Estación Caja o Facturación.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración 12, se puede visualizar en principio el grupo de bloques correspondientes a la estación de caja o facturación; se incluye el **Bloque Queue (Fila Caja)**, como un espacio de espera en la actividad que realiza el recurso **(Cajera)**, se ingresa el **Bloque Tally (Tiempo en Fila Caja)**, para registrar el tiempo en fila que lleva la entidad en la estación. Se incluye un **Bloques Delay**, evidenciando así el tiempo de proceso del recurso, se crea el **Bloque Release (Cajera)**, con el propósito de liberar el recurso una vez ha procesado la entidad, por último se establece un **Bloque Branch**, donde se toma una decisión basándose en el atributo que trae la entidad desde la estación anterior, para transferir la entidad a cualquiera de los **Bloques Route (Estación Remisión, Hospitalización, Fallecidos o Morgue y Estación Salida)**.

Ilustración 13. Estación Salida.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración 13, se observa la estación salida, en la cual están determinadas las estaciones (**Hospitalización, Salida, Remisión y Morgue)**, con el fin de ayudar en la construcción de la animación y registrar los tiempos en sistema de los usuarios derivados a cada dependencia, mediante el Bloque Tally. Con el fin de recoger el tiempo promedio en sistema de todas las entidades, se establece un **Bloque Tally** denominado Tiempo en sistema total, luego se designan dos Bloque Count, con la finalidad de registrar el número de entidades que permanecieron en el sistema y el número de entidades que salieron de él, por último se encuentra el Bloque Dispose que determina la finalización del modelo.

8.3.2 Descripción de los componentes (Elementos) del experimento de simulación del área de Urgencias. Los elementos utilizados para la construcción del experimento son:

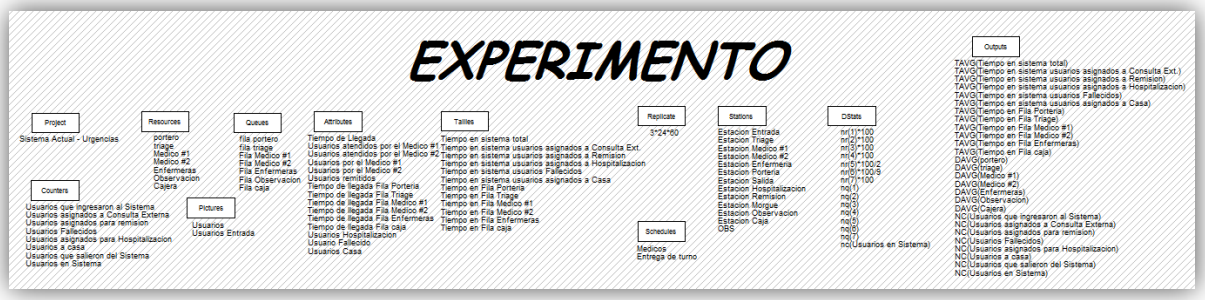
Cuadro 6. Elementos utilizados en el experimento del modelo de simulación.

ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO			
ELEMENTO	**USO**	**ELEMENTO**	**USO**
PROJECT	El elemento de proyectos se utiliza para etiquetar el informe resumido. Este informe es un resumen estadístico de las respuestas de simulación para cada réplica. Se genera automáticamente al final de cada repetición de simulación.	TALLIES	El elemento coincide define toda la información necesaria para los bloques de TALLY en un modelo SIMAN. TALLY bloques de referencia recuentos individuales por el número de cuenta o el nombre de cuenta como se describe en el elemento de tantos.
STATIOS	El elemento ESTACIONES especifica el número total de estaciones, sus nombres, sus intersecciones y / o recetas asociadas.	DSTATS	El elemento DSTATS se utiliza para obtener estadísticas en tiempo persistente en un sistema discreto. Las estadísticas pueden ser obtenidos de cualquier variable SIMAN usuario, la variable del sistema, o de expresión que contiene variables de usuario o de sistema.
PICTURES	El elemento IMÁGENES define nombres de símbolos que se pueden utilizar para asociar una imagen de animación con una entidad. El elemento CUADROS no limita los símbolos que se pueden utilizar para representar una entidad de animación, simplemente ofrece una forma más natural de representar a esos símbolos.	REPLICATE	El elemento REPLICATE especifica el número de repeticiones de simulación, la hora de inicio de la primera replicación, la longitud máxima o condición de finalización para cada replicación, el tipo de inicialización a realizar entre repeticiones, y el período de tiempo después del comienzo de la carrera a la cual estadísticas que se solucione.
RESOURCES	El elemento RECURSOS define las características de los recursos, incluyendo los nombres de los recursos y las capacidades iniciales. Cada tipo de recurso tiene un número opcional , un nombre único, y una capacidad .	COUNTERS	El elemento CONTADORES especifica los parámetros para los contadores que se pueden utilizar para mantener las estadísticas de recuento de número entero de los acontecimientos que ocurren en el modelo.
ATTRIBUTES	El elemento ATRIBUTOS especifica el número total de atributos de entidades de propósito general, sus nombres y valores de los atributos iniciales.	QUEUES	El elemento COLAS especifica el número total de las colas junto a sus nombres, criterio de clasificación, y el bloque de cola modelo asociado.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Con el fin de proporcionar mayor entendimiento y descripción del experimento, a continuación se muestra el esquema construido mediante los elementos del Software Rockwell Arena®:

Ilustración 14. Experimento del Modelo de simulación.

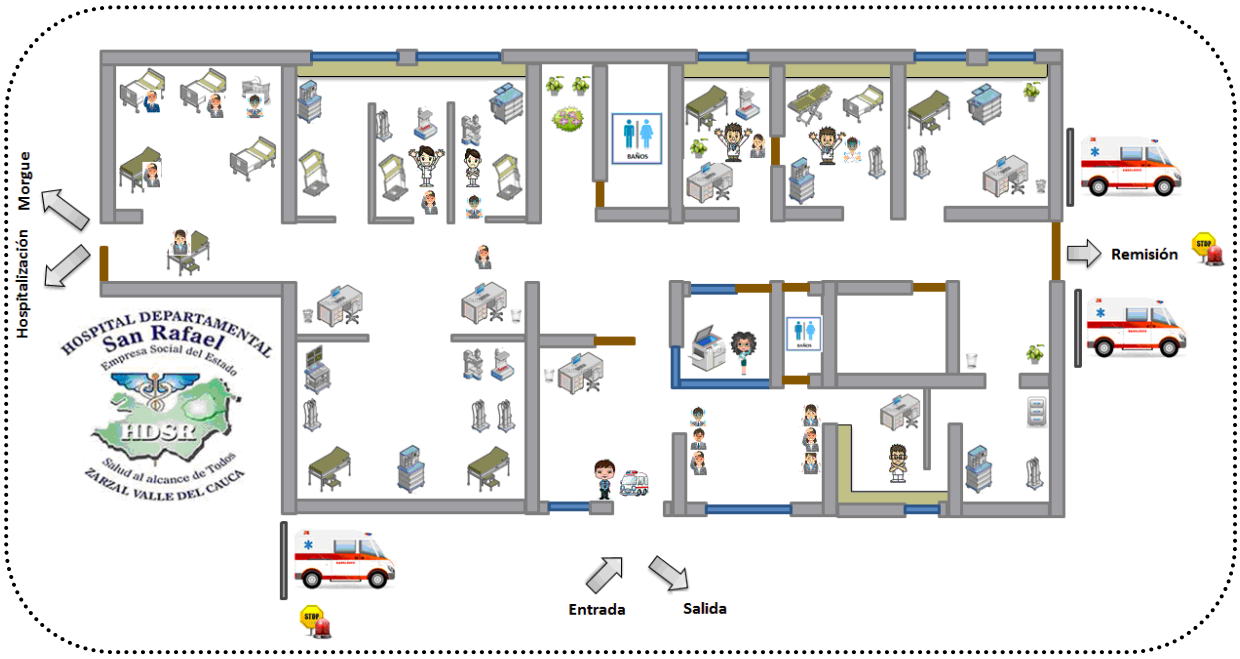


Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

8.3.3 Animación del modelo de simulación del sistema de Urgencias del HDSRZ.

A continuación se expone una ilustración que representa la visualización de la animación que acompaña el modelo:

Ilustración 15. Animación del proceso de Urgencias del HDSRZ.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

8.4 NÚMERO DE CORRIDAS NECESARIAS PARA LA GENERACIÓN DE RESULTADOS CONFIABLES

Con la información teórica relacionada en capítulos anteriores del presente proyecto y las observaciones realizadas en el área de Urgencias del HDSRZ, se pretende encontrar el número de corridas necesarias, las cuales sean representativas para el sistema real y así generar resultados confiables para la toma de decisiones acertadas en la entidad prestadora de salud. El área de Urgencias del HDSRZ, será evaluado y analizado como un sistema terminal, es decir, "aquella simulación que se inicia en un determinado estado previsto por el diseñador y que va a ser ejecutada hasta que ocurra un determinado evento previamente identificado mediante el cual se va a detener la simulación y, por consiguiente, la observación del sistema o experimentación"[33].

El sistema evaluado obedece a una simulación terminal, porque este iniciará en un tiempo definido, es decir en el momento que llegan los usuarios a la entidad y termina cuando hayan transcurrido 4320 minutos (3 días) a partir de su inicio, representando los días de más afluencia de usuarios (Viernes, Sábados y Domingos).

Para determinar el número de corridas necesarias que represente el sistema y sean confiables, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ El número de réplicas iniciales escogidas (10).
- ✓ La variable evaluada en cada replica (Usuarios atendidos)
- ✓ La evaluación de dichas corridas con medidas de dispersión (Promedio, varianza, desviación estándar) las cuales determinan el comportamiento.

Dentro de los valores que se deben calcular para hallar el número óptimo de réplicas del modelo se encuentran:

- ✓ El ancho del intervalo (h).
- ✓ Escoger un nivel de confianza, en este caso fue escogido el porcentaje más común (95%) y luego se procedió a encontrar el valor del nivel de confianza en la tabla t-Student.
- ✓ El número de réplicas requeridas cuando el ancho del intervalo es mayor a 3 (n*).

[33] CASANOVAS, Josep; FIGUERAS, Jaume; GUASCH, Antonio y PIERA, Miguel Ángel. Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Barcelona (España). Ediciones UPC, 2009. 358 p.

A partir de los parámetros anteriores, a continuación se describen los valores que registraron las réplicas iniciales acompañadas de las medidas de dispersión que permitieron hallar el número de réplicas necesarias para el modelo de simulación:

Tabla 5. Número de réplicas necesarias.

NÚMERO DE RÉPLICAS NECESARIAS PARA ARROJAR RESULTADOS CONFIABLES	
Nº RÉPLICAS	**USUARIOS ATENDIDOS**
1	294
2	294
3	297
4	286
5	280
6	299
7	293
8	296
9	297
10	299
Promedio	**293,50**
Varianza	**36,72**
Desvesta	**6,06**
S(x)	**1,92**
t Student	**2,26**
h Optimo	**4,34**
h* Optimo	**3,00**
n*	**20,93**

Fuente: Autores.

Para hallar el ancho del intervalo donde están inmersos los datos del modelo de simulación se utilizó la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{h = t_{n-1}\ ,\ \ 1 - {}^{\propto}/_{2} * S(X)}$$

$$h = t_9\,, \left(1 - {}^{0,05}/_{2}\right) * 1{,}92$$

$$h = 2{,}2622 * 1{,}92$$

$$h = 4{,}34$$

Para calcular el intervalo se utiliza el resultado anterior en la siguiente expresión:

$$\mu = (\bar{X} - h, \bar{X} + h)$$

$$\mu = (293{,}50 - 4{,}34,\ 293{,}50 + 4{,}34)$$

$$\mu = (289{,}16,\ 297{,}84)$$

El ancho del intervalo hallado (4,34), se encuentra alejado del ancho óptimo (3), por lo tanto, es necesario realizar la siguiente expresión matemática con el fin de determinar el número de réplicas necesarias que proporcionen resultados confiables:

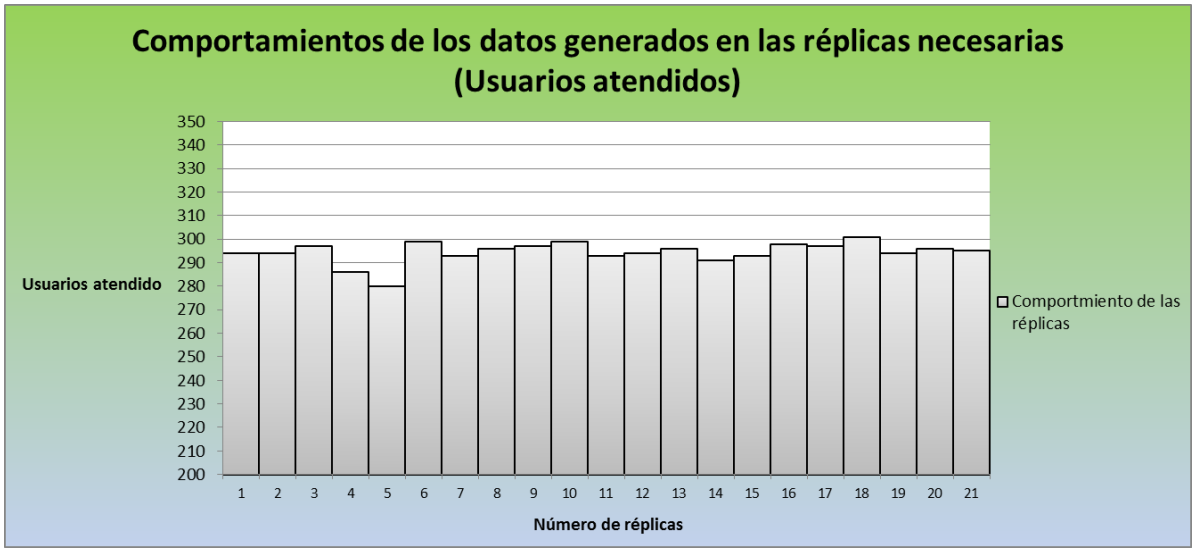
$$n^* = (n^*(h/h^*)^2)$$

$$n^* = (10^*\ (4{,}34/\ 3)^2)$$

$$n^* = 20{,}93 \approx 21 \text{ Réplicas}$$

Una vez concluidas las expresiones matemáticas y estadísticas, se obtuvo que el número de réplicas necesarias para generar datos confiables es de 21 réplicas. En el siguiente grafico se ilustra el comportamiento de los datos:

Ilustración 16. Comportamiento de los datos según las réplicas necesarias.



Fuente: Autores.

En el histograma anterior, se muestra la variación del número de usuarios atendidos a lo largo de las veintiún (21) réplicas generadas por el modelo.

8.5 VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Para llevar a cabo la validación de un modelo de simulación, se utilizó el método de la comparación de los resultados de salida del modelo con los del sistema real, con la finalidad de sustentar la representatividad del modelo construido.

Para realizar el proceso de validación, se seleccionó una variable de interés comparando los resultados arrojados de los dos sistemas, el simulado y el real; la variable escogida para realizar dicha comparación es el número de usuarios que fueron atendidos a lo largo de cada réplica. La representatividad de los sistemas se definirá mediante la generación de un intervalo de confianza.

Para llevar a cabo la validación, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ El número de réplicas (21).
- ✓ La variable evaluada en cada corrida fue el número de usuarios que fueron atendidos a lo largo de cada replica.
- ✓ La evaluación del comportamiento de las corridas mediante métricas estadísticas (Promedio, varianza, desviación estándar) las cuales determinan el comportamiento de los datos.

A continuación se describen los valores que registraron las réplicas acompañadas de las medidas de dispersión:

Tabla 6. Validación del modelo de simulación y el sistema real.

VALIDACIÓN DEL MODELO			
Nº RÉPLICAS	DATOS - USUARIOS ATENDIDOS		DIFERENCIA
	SIMULACIÓN	SISTEMA REAL	
1	294	300	-6,00
2	294	286	8,00
3	297	307	-10,00
4	286	282	4,00
5	280	299	-19,00
6	299	285	14,00
7	293	296	-3,00
8	296	287	9,00
9	297	302	-5,00
10	299	290	9,00

Tabla 6. (Continuación)

11	293	288	5,00
12	294	287	7,00
13	296	290	6,00
14	291	301	-10,00
15	293	299	-6,00
16	298	289	9,00
17	297	287	10,00
18	301	297	4,00
19	294	293	1,00
20	296	290	6,00
21	295	289	6,00
Promedio	**294,43**	**292,57**	**1,86**
Desviación Estándar	**4,60**	**6,74**	**8,40**
Varianza	**21,16**	**45,46**	**70,63**
Nivel de Confianza	**95%**	**95%**	**95%**
S(x)	**0,60**	**0,87**	**1,09**
Ancho del Intervalo (h)			**2,27**

Fuente: Autores.

Para hallar el ancho del intervalo mostrado en la tabla anterior se utilizó la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{h = t_{n-1}\ ,\ \ 1 - {}^{\propto}/_{2} * S(X)}$$

$$h = t_{20}\,, \left(1 - {}^{0,05}/_{2}\right) * 1{,}09$$

$$h = 2{,}0860 * 1{,}09$$

$$h = 2{,}27$$

Para calcular el intervalo se utiliza el resultado anterior en la siguiente expresión:

$$\mu = (\bar{X} - h, \bar{X} + h)$$

$$\mu = (1{,}86 - 2{,}27,\ 1{,}86 + 2{,}27)$$

$$\mu = (-0{,}41,\ 4{,}13)$$

Dado que el intervalo calculado (-0,41, 4,13) contiene o incluye el cero, se demuestra la similitud de los sistemas evaluados, estableciendo así, que el modelo diseñado es idóneo y representativo para el sistema de Urgencias.

Para validar si los resultados del modelo corresponden a los valores obtenidos en el trabajo de campo, se procede a plantear una prueba de hipótesis:

$$H_{0:}\ \mu_1 - \mu_2 = 0$$
$$H_{a:}\ \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Criterio de rechazo de $H_{0:}$ $|t_o| > t_{\alpha/2,\,v}$

Para calcular t_o y $t_{\alpha/2,v}$ se deben realizar las siguientes expresiones:

$$t_o = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \qquad v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(s_1^2/n_1\right)^2}{n_1+1} + \frac{\left(s_2^2/n_2\right)^2}{n_2+1}} - 2$$

Dónde:

$\bar{X}_1$ = Media esperada de la muestra del sistema real.

$\bar{X}_2$ = Media esperada de la muestra del modelo de simulación.

s^2_1 = Varianza esperada de la muestra del modelo de simulación.

s^2_2 = Varianza esperada de la muestra del sistema simulado.

n_1 = Tamaño de la muestra del sistema real.

n_2 = Tamaño de la muestra del sistema simulado.

Sustituyendo se obtiene:

$$t = \frac{292{,}57 - 294{,}43}{\sqrt{\frac{45{,}46^2}{21} + \frac{21{,}16^2}{21}}} = -0{,}17$$

$$V = \frac{\left(\frac{45{,}46^2}{21} + \frac{21{,}16^2}{21}\right)^2}{\left(\frac{\frac{45{,}46^2}{21}}{21+1}\right)^2 + \left(\frac{\frac{21{,}16^2}{21}}{21+1}\right)^2} - 2 = 29$$

$t_{0{,}025}\,, 29 = 2{,}0452$

Entonces;

$$|t_o| < t_{0.05/2,\ 29} \quad \text{ó} \quad -0{,}17 < 2{,}0452$$

Dado que $|t_o|$ es menor que $t_{\alpha/2,v}$, n-1 la hipótesis nula H_0 se acepta. Por lo tanto se valida que los resultados que genera la simulación corresponde a las mediciones realizadas en el trabajo de campo.

Con la finalidad de confirmar y validar el modelo de simulación del sistema actual, se expusieron los resultados y el funcionamiento del mismo, al Jefe del área de Urgencias del HDSRZ, quien corroboró la veracidad y la similitud del comportamiento de los sistemas evaluados, estableciendo así, que el modelo diseñado es idóneo y representativo para el sistema de Urgencias. Véase el (Anexo B).

8.6 RESULTADOS GENERADOS POR EL MODELO DE SIMULACIÓN

Cada réplica que el modelo de simulación corre, tiene una duración de 72 horas o 4320 minutos, correspondientes a 3 días de longitud o trabajo por réplica. Con el fin de mostrar los resultados obtenidos del modelo de simulación diseñado, a continuación se ilustra un ejemplo de las variables evaluadas en cada una de las réplicas:

Ilustración 17. Variables evaluadas en cada réplica.

ARENA Simulation Results
Linezer0 - License: 7328734345

Summary for Replication 21 of 21

Project: Sistema Actual — Run execution date : 5/20/2014
Analyst: Armando — Model revision date: 2/11/2013

Replication ended at time : 4320.0 Minutes
Base Time Units: Minutes

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Tiempo en sistema total	207.09	(Insuf)	5.4941	656.87	295
Tiempo en sistema usuarios asignados a Con	5.9170	(Insuf)	4.9941	6.8400	2
Tiempo en sistema usuarios asignados a Rem	319.37	(Insuf)	158.66	571.98	36
Tiempo en sistema usuarios asignados a Hos	257.57	(Insuf)	143.10	572.27	35
Tiempo en sistema usuarios Fallecidos	170.65	(Insuf)	170.65	170.65	1
Tiempo en sistema usuarios asignados a Cas	181.21	(Insuf)	5.4941	656.87	223
Tiempo en Fila Porteria	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	300
Tiempo en Fila Triage	.02238	(Insuf)	.00000	2.4311	294
Tiempo en Fila Medico #1	19.638	(Insuf)	.00000	168.95	313
Tiempo en Fila Medico #2	24.470	(Insuf)	.00000	382.08	221
Tiempo en Fila Enfermeras	.18716	(Insuf)	.00000	5.2416	297
Tiempo en Fila caja	.00958	(Insuf)	.00000	.80845	200

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
utilizacion portero	4.7628	(Corr)	.00000	100.00	100.00
Utilizacion Triage	34.229	(Corr)	.00000	100.00	.00000
Utilizacion Medico #1	88.339	(Insuf)	.00000	100.00	.00000
Utilizacion Medico #2	61.153	(Insuf)	.00000	100.00	.00000
Utilizacion Enfermeras	37.536	(Corr)	.00000	100.00	.00000
Utilizacion Sala de Observacion	75.324	(Insuf)	.00000	100.00	11.111
Utilizacion cajera	5.6013	.85126	.00000	100.00	.00000
Util.Fila Portero	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Util.Fila Triage	.00152	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
Util.Fila Medico #1	1.4228	(Corr)	.00000	8.0000	.00000
Util.Fila Medico #2	1.5783	(Corr)	.00000	9.0000	3.0000
Util.Fila Enfermeras	.01287	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
Util.Fila Observacion	1.8132	(Insuf)	.00000	15.000	.00000
Util.Fila Caja	4.4357E-04	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
nc(Usuarios en Sistema)	14.730	(Corr)	.00000	27.000	5.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Usuarios que ingresaron al Sistema	300	Infinite
Usuarios asignados a Consulta Externa	2	Infinite
Usuarios asignados para remision	37	Infinite
Usuarios Fallecidos	1	Infinite
Usuarios asignados para Hospitalizacion	35	Infinite
Usuarios a casa	128	Infinite
Usuarios que salieron del Sistema	295	Infinite
Usuarios en Sistema	5	Infinite

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Al correr las 21 réplicas necesarias para arrojar resultados confiables en el modelo de simulación, el Software Arena® permite generar un reporte final **(OUTPUTS)**, en el cual, se describen los resultados promedios de las variables evaluadas en cada corrida, como el tiempo en el sistema, tiempos en fila, la utilización de los recursos, el flujo y la cantidad de usuarios atendidos a lo largo de la longitud de cada corrida (3 días).

A continuación se ilustran los resultados promedios, generados en las veinticinco réplicas corridas por el modelo de simulación:

Ilustración 18. Resultados arrojados por el modelo de simulación.

ARENA Simulation Results
Linezer0 - License: 7328734345

Output Summary for 21 Replications

Project: Sistema Actual — Run execution date : 5/20/2014
Analyst: Armando — Model revision date: 2/11/2013

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Tiempo en sistema total	219.70	20.932	165.71	379.94	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Con	6.6047	1.0128	.00000	11.685	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Rem	329.48	27.900	239.96	511.15	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Hos	284.39	27.267	224.77	500.71	21
Tiempo en sistema usuarios Fallecidos	21.571	32.036	.00000	282.33	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Cas	188.19	18.001	147.89	326.93	21
Tiempo en Fila Porteria	5.0369E-05	9.0416E-05	.00000	9.0499E-04	21
Tiempo en Fila Triage	.05350	.01082	.01061	.09328	21
Tiempo en Fila Medico #1	24.287	2.8831	16.776	42.063	21
Tiempo en Fila Medico #2	27.279	4.0193	15.785	42.774	21
Tiempo en Fila Enfermeras	.23281	.03429	.10176	.38261	21
Tiempo en Fila caja	.00931	.00244	.00000	.02346	21
Utilizacion Portero	4.7463	.04411	4.5949	4.9509	21
Utilizacion del Triage	34.891	.31389	33.627	36.171	21
Utilizacion del Medico #1	90.213	1.4253	83.714	96.035	21
Utilizacion del Medico #2	61.286	.59339	58.912	63.479	21
Utilizacion Enfermeras	37.718	.25174	36.833	38.671	21
Utilizacion Sala de Observacion	74.509	3.4859	63.140	96.714	21
Utilizacion del Cajera	5.5770	.08358	5.1897	5.9115	21
Usuarios que ingresaron al Sistema	300.42	.66857	297.00	303.00	21
Usuarios asignados a Consulta Externa	3.0952	.62588	.00000	5.0000	21
Usuarios asignados para remision	42.190	3.2046	32.000	58.000	21
Usuarios Fallecidos	.09524	.13692	.00000	1.0000	21
Usuarios asignados para Hospitalizacion	34.761	2.3517	25.000	43.000	21
Usuarios a casa	124.19	3.0860	110.00	139.00	21
Usuarios que salieron del Sistema	294.42	2.0937	280.00	301.00	21
Usuarios en Sistema	6.0000	2.0357	1.0000	21.000	21
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	21

Simulation run time: 0.57 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

Para tener mayor claridad de la información arrojada por el modelo de simulación del sistema real, se explica a continuación los datos ilustrados por cada columna:

- ✓ En la primera columna (Identifier), se describen todos los aspectos de importancia evaluados en dicho modelo.
- ✓ En la segunda columna (Average), se muestra el promedio de los datos arrojados.
- ✓ En las columnas tres, cuatro y cinco, se encuentran plasmados el ancho del promedio, los valores mínimos y máximos de los aspectos evaluados.
- ✓ En la última columna, se muestra el número de réplicas que se corrieron en el modelo de simulación.

A continuación se realiza un análisis detallado de los ítems evaluados en el modelo de simulación:

Según el resultado arrojado por el modelo de simulación del sistema real, el promedio de personas que entraron a la entidad, específicamente a la dependencia de Urgencias fue de 300,42 usuarios en promedio, se evidenció que del total de usuarios ingresados se atendieron 294,42 usuarios en promedio; obteniendo un promedio de 6 usuarios en el sistema que aún no han sido atendidos.

Se contemplan tiempos en sistema Total de 219,70 min o 3,66 horas, haciendo un análisis de los criterios de salida de los usuarios, se evidencia que el tiempo en el sistema que pasan los usuarios destinados a remisión es el más alto, registrando un promedio de 329,48 minutos, seguido de los usuarios destinados a hospitalización con un promedio 284,39 minutos y los usuarios destinados a casa con un promedio de 188,19 minutos. Aunque el 70% de los usuarios atendidos se queda 90 minutos en observación, se evidencia unos tiempos en sistema indiferentemente de los criterios de salida considerablemente elevados o prolongados, situación que afecta notablemente la calidad del servicio.

En el análisis realizado para el promedio de tiempo en fila, se puede concluir que la fila de mayor congestión es la Fila del Médico #2, con un promedio de 27,27 min y una espera máxima de 42,77 min; de allí continúa en orden de mayor a menor tiempo, la Fila del Médico #1, con un promedio de 24,28 minutos y una espera máxima de 42,06 min; tiempos de espera que para una sala de Urgencias son muy prolongados. Los tiempos en fila no presentados en este análisis presentan una espera corta frente a los mencionados con anterioridad.

Se evidencia un factor de utilización bajo en los recursos Portero y Cajera con 4,74% y 5,57% respectivamente, debido a la poca influencia que estos recursos tienen en el proceso de Urgencias, es decir, ellos solo realizan una actividad determinada en el sistema objeto de estudio y pasan a ejecutar diversas labores en otros procesos de la entidad.

El porcentaje de utilización del Médico #1 es de 90,21% siendo este el más alto, seguido del Médico #2 con 61,28%, se evidencia una disparidad entre los médicos debido a la cantidad de horas que trabaja cada uno, siendo mayor la del Médico #1, la utilización de las Enfermeras y el Triage están en 37,71% y 34,89% respectivamente.

La tasa de utilización de la sala de observación nos permite evidenciar en que porcentaje los usuarios están dentro de la entidad generando congestión en las instalaciones u ocupando un espacio físico, se registra una utilización promedio en la sala de observación del 74,50% de ocupación, siendo esta área donde los usuarios se les evalúa su evolución y estado.

8.7 PROPUESTAS DE MEJORA

De acuerdo a las observaciones y los resultados generados por el modelo de simulación al área de Urgencias del HDSRZ, se evidenció unas esperas considerables en las filas que hacen los usuarios para ser atendidos por los médicos, de igual manera se observó tiempos en sistema prolongados debido a la insuficiencia de médicos en determinados horarios, ocasionando congestión en las instalaciones y una disminución significativa en la calidad del servicio. Por ello, se plantean diversas alternativas o escenarios de mejora que serán evaluados de forma técnica con la simulación y en términos económicos con el análisis costo beneficio, con el fin de aumentar la eficiencia del sistema de Urgencias y brindar herramientas suficientes para la toma de decisiones.

Teniendo en cuenta los puntos críticos antes mencionados, los escenarios propuestos tendrán como diferencia significativa las siguientes:

- ✓ Establecer un nuevo horario para todos los servidores o recursos del sistema, siendo estos turnos rotativos de 8 horas, como:

  (7 a.m. a 3 p.m.) - (3 p.m. a 11 p.m.) - (11 p.m. a 7 a.m.)

- ✓ Teniendo en cuenta la baja utilización del Cajero en el sistema actual, se oprime este recurso delegando sus funciones a los médicos generales.

- ✓ Vincular de manera legal y reglamentaria todos los recursos que hacen parte del proceso de Urgencias a la planta de cargos del HDSRZ.

Partiendo de las anteriores modificaciones, se plantean tres escenarios de mejora, variando el número y los turnos de los médicos generales, siendo estos:

1. **Escenario propuesto #1:** Tener disponible tres médicos en los turnos de día y dos médicos en el turno de noche.

2. **Escenario propuesto #2:** Tener disponible tres médicos en los turnos de día y un médico en el turno de noche.

3. **Escenario propuesto #3:** Tener disponible dos médicos constantes durante los tres turnos.

A continuación se describen las propuestas y sus resultados:

8.7.1 Escenario propuesto #1. Tener disponible tres médicos en los turnos de día y dos médicos en el turno de noche.

En el escenario propuesto #1, se plantea tener la disposición de tres médicos en los turnos de día, es decir, (7 a.m. a 3 p.m.) - (3 p.m. a 11 p.m.), debido a las variaciones de flujo de usuarios presentes durante la observación y resultados del modelo actual. Y disminuir la cantidad de tres a dos médicos en el turno de la noche, siendo este (11 p.m. a 7 a.m.).

8.7.1.1 Elaboración de la Propuesta #1. Para la elaboración de la propuesta en el Software Rockwell Arena®, se parte del modelo del sistema actual…Véase el punto 8.3…, para modificarse y agregarse algunos bloques en las secuencias de los recursos, tales como:

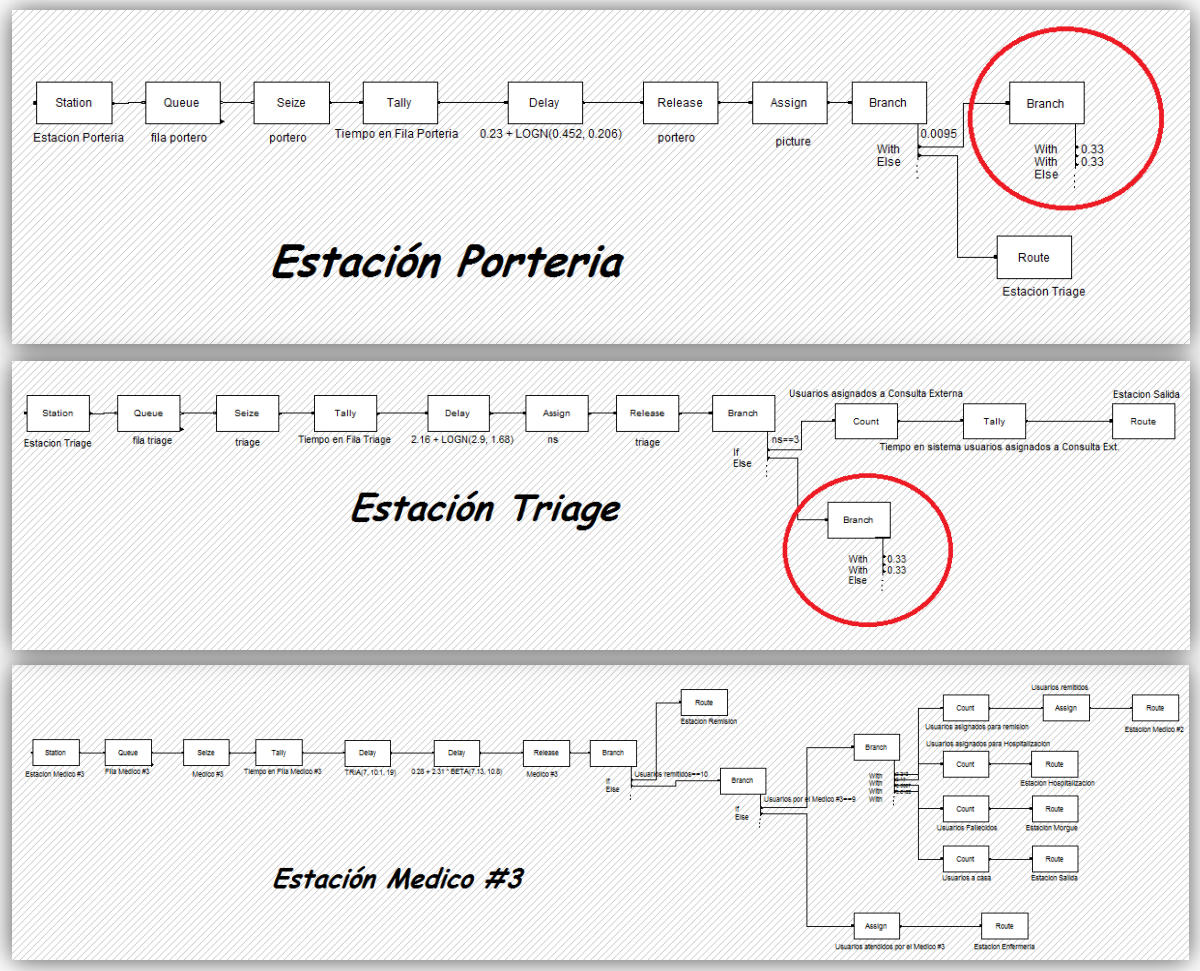
- ✓ Se modifica el **Bloque Branch**, en cuanto a la probabilidad del tercer médico disponible, pasando las probabilidades a 0.333 por médico. Esta modificación se realiza en las secuencias de la Estación del Portero y la del Triage.

- ✓ Se le agrega la secuencia de la Estación Médico #3, tal y como están definidas las de los otros dos médicos en el modelo actual.

- ✓ Se le agrega al Recurso Médico #3, el Schedules (Horarios) con el fin de determinar su horario de atención solamente a los turnos de día, es decir, (7 a.m. a 3 p.m.) - (3 p.m. a 11 p.m.).

En la siguiente ilustración se evidencian los cambios realizados en el modelo de simulación para la creación del Escenario Propuesto #1:

Ilustración 19. Escenario Propuesto #1.

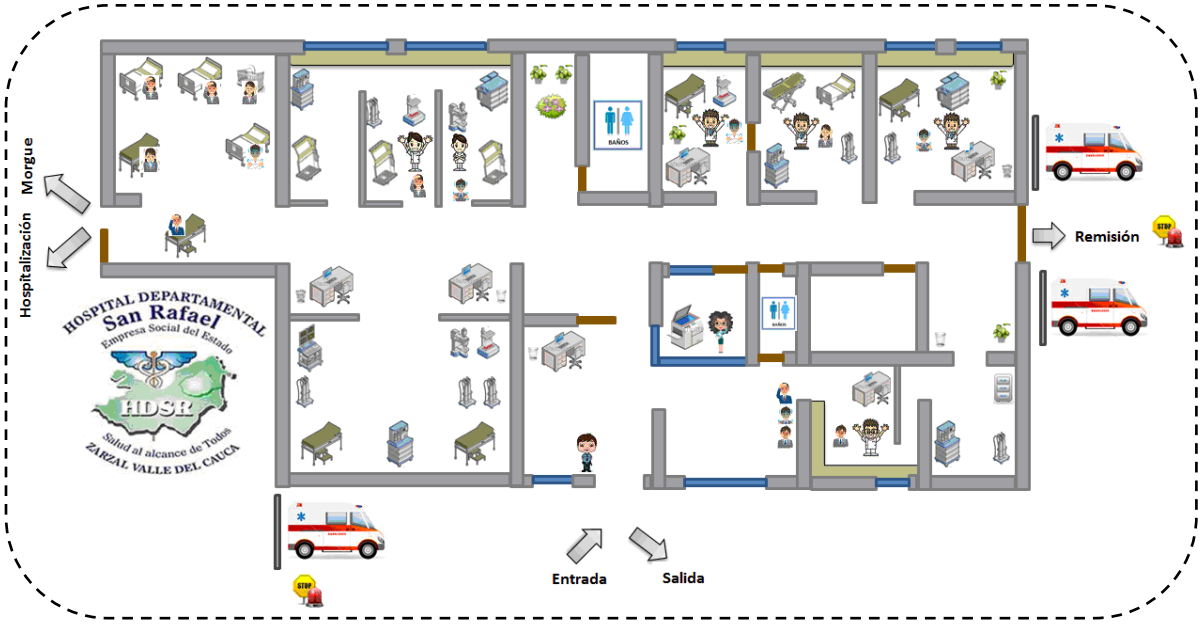


Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

❖ **Animación del Escenario Propuesta #1.**

A continuación se expone una ilustración que representa la visualización de la animación del escenario Propuesto#1:

Ilustración 20. Animación Escenario Propuesta #1.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

8.7.1.2 Resultados del escenario propuesto #1

A continuación se muestran los resultados arrojados según las modificaciones realizadas en el planteamiento del escenario propuesto #1:

Ilustración 21. Resultados arrojados - Modelo de simulación propuesto #1.

ARENA Simulation Results
Linezer0 - License: 7328734345

Output Summary for 21 Replications

Project: Sistema Actual — Run execution date : 5/20/2014
Analyst: Armando — Model revision date: 2/11/2013

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Tiempo en sistema total	129.40	3.0696	118.89	145.90	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Con	7.0411	.42150	5.1960	8.5769	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Rem	185.19	2.9887	175.34	198.45	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Hos	162.62	2.5121	154.77	175.76	21
Tiempo en sistema usuarios Fallecidos	7.5860	15.824	.00000	159.30	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Cas	112.14	3.0318	101.93	128.83	21
Tiempo en Fila Porteria	.00103	6.7079E-04	.00000	.00430	21
Tiempo en Fila Triage	.06649	.01318	.02197	.13688	21
Tiempo en Fila Medico #1	4.7459	.58694	2.8979	7.0659	21
Tiempo en Fila Medico #2	6.7019	.96781	3.6457	13.245	21
Tiempo en Fila Medico #3	4.3303	1.0032	1.4671	10.034	21
Tiempo en Fila Enfermeras	.22295	.02154	.13642	.31234	21
Utilizacion Portero	4.9007	.03996	4.7614	5.0962	21
Utilizacion del Triage	35.796	.27395	34.264	36.614	21
Utilizacion del Medico #1	62.441	1.2245	58.669	67.209	21
Utilizacion del Medico #2	64.702	1.2212	60.707	71.049	21
Utilizacion del Medico #3	47.693	.88329	43.657	50.807	21
Utilizacion Enfermeras	38.788	.19735	37.867	39.917	21
Utilizacion Sala de Observacion	56.814	1.2810	52.639	62.109	21
Usuarios que ingresaron al Sistema	309.57	.63682	307.00	313.00	21
Usuarios asignados a Consulta Externa	3.7619	1.0370	1.0000	10.000	21
Usuarios asignados para remision	47.333	3.3615	36.000	63.000	21
Usuarios Fallecidos	.04762	.09933	.00000	1.0000	21
Usuarios asignados para Hospitalizacion	36.761	3.2087	26.000	55.000	21
Usuarios a casa	131.38	3.4830	120.00	153.00	21
Usuarios que salieron del Sistema	307.80	.55038	306.00	310.00	21
Usuarios en Sistema	1.7619	.42955	1.0000	4.0000	21
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	21

Simulation run time: 0.87 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración anterior, se puede observar a grandes rasgos que muchas variables se modificaron con los cambios realizados en el escenario propuesto #1, pero para realizar una comparación más detallada, es necesario realizar una comparación de las variables más representativas entre los resultados del sistema actual y el propuesto #1, para evidenciar sus diferencias.

Tabla 7. Comparación entre los resultados arrojados por el modelo actual y el escenario #1.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ARROJADOS ENTRE EL MODELO ACTUAL Y EL ESCENARIO PROPUESTO#1				
DESCRIPCIÓN	SISTEMA ACTUAL	ESCENARIO PROPUESTO#1	DIFERENCIA	UNIDADES
Tiempo promedio en sistema total	219,70	129,40	-90,30	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Consulta Externa	6,6047	7,0411	0,44	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Remisión	329,48	185,19	-144,29	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Hospitalización	284,39	162,62	-121,77	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios Fallecidos	21,571	7,5860	-13,99	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Casa	188,19	112,14	-76,05	Min
Tiempo promedio en Fila Porteria	0,0001	0,0010	0,00	Min
Tiempo promedio en Fila Triage	0,0535	0,0665	0,01	Min
Tiempo promedio en Fila Medico #1	24,287	4,7459	-19,54	Min
Tiempo promedio en Fila Medico #2	27,279	6,7019	-20,58	Min
Tiempo promedio en Fila Medico #3		4,3303	4,33	Min
Tiempo promedio en Fila Enfermeras	0,23281	0,2230	-0,01	Min
Utilizacion promedio Portero	4,7463	4,9007	0,15	%
Utilizacion promedio del Triage	34,891	35,7960	0,91	%
Utilizacion promedio del Medico #1	90,213	62,441	-27,77	%
Utilizacion promedio del Medico #2	61,286	64,702	3,42	%
Utilizacion promedio del Medico #3		47,693	47,69	%
Utilizacion promedio Enfermeras	37,718	38,788	1,07	%
Utilizacion promedio Sala de Observacion	74,509	56,814	-17,70	%
Usuarios promedio que ingresaron al Sistema	300,42	309,570	9,15	Personas
Usuarios promedio asignados a Consulta Externa	3,095	3,7619	0,67	Personas
Usuarios promedio asignados para remision	42,190	47,333	5,14	Personas
Usuarios promedio Fallecidos	0,0952	0,0476	-0,05	Personas
Usuarios promedio asignados para Hospitalizacion	34,761	36,761	2,00	Personas
Usuarios promedio a casa	124,190	131,38	7,19	Personas
Usuarios promedio que salieron del Sistema	294,42	307,80	13,38	Personas
Usuarios promedio en Sistema	6,0000	1,7619	-4,24	Personas

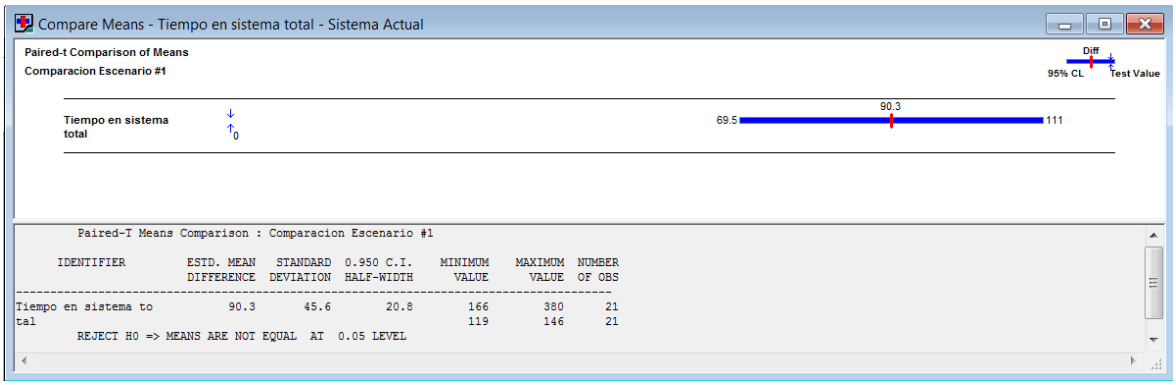
Fuente: Autores.

En la tabla 7, se evidencia que el escenario propuesto de tener disponible tres médicos en los turnos de día y dos médicos en el turno de noche, tuvo cambios positivos en las variables que actualmente hacen crítico el proceso, los tiempos promedios en fila para acceder a cada uno de los recursos y por ende el tiempo en el sistema disminuyeron significativamente como se observa en la tabla anterior. Otra ventaja que trae consigo el escenario Propuesto #1, es la disminución de la utilización de la sala de observación, esta disminuyó un 17,70% en comparación con el escenario actual, dando espacio o lugar a más usuarios que requieran del servicio. Se evidenció con esta propuesta que los usuarios que se quedan en el sistema después de tres días de trabajo disminuyeron 4,24%, pasando de 6 usuarios a 1,76 usuarios, lo que demuestra más efectividad del sistema propuesto.

En cuanto a la utilización de los recursos más influyentes como lo son los médicos, se observa en la tabla anterior que hubo un equilibrio entre el Médico #1 con una utilización promedio de 62,44% y el Médico #2 con el 64,70%, igualando cargas de trabajo entre los dos médicos. Por otro lado se evidenció que el Medico #3 tiene una utilización relativamente baja en comparación con los demás, siendo esta del 47,69%.

8.7.1.3 Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #1. Se emplea la herramienta Output Analyzer de Software Rockwell Arena® con el objetivo de realizar una comparación estadística, evaluando la variable de interés **Tiempo en sistema Total**, para determinar si existe un cambio significativo entre el escenario propuesto #1 y el sistema actual. El propósito del análisis es proporcionar las conclusiones para decidir si se rechaza o no el escenario propuesto, tomado como medida si el intervalo generado por el Output Analyzer contempla o excluye al cero. A continuación se muestran los resultados generados por el Output Analyzer:

Ilustración 22. Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #1.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

De acuerdo al criterio anterior, se concluye con un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, que el Escenario propuesto #1 es diferente al modelo actual, dado que el intervalo generado por el Output Analyzer visualizado en la ilustración anterior excluye el cero (69,5 y 111); si los dos sistemas tuvieran un comportamiento idéntico, dentro del rango del intervalo encontraríamos inmerso el cero, teoría estadística de los intervalos de confianza.

8.7.2 Escenario propuesto #2. Tener disponible tres médicos en los turnos de día y un médico en el turno de noche.

En el escenario propuesto #2, se plantea tener la disposición de tres médicos en los turnos de día, es decir, (7 a.m. a 3 p.m.) - (3 p.m. a 11 p.m.), debido a las variaciones de flujo de usuarios presentes durante la observación y resultados del modelo actual. Determinar un solo médico en el turno de la noche, siendo este, (11 p.m. a 7 a.m.), con el fin de evidenciar el funcionamiento del sistema en este horario de poca variación.

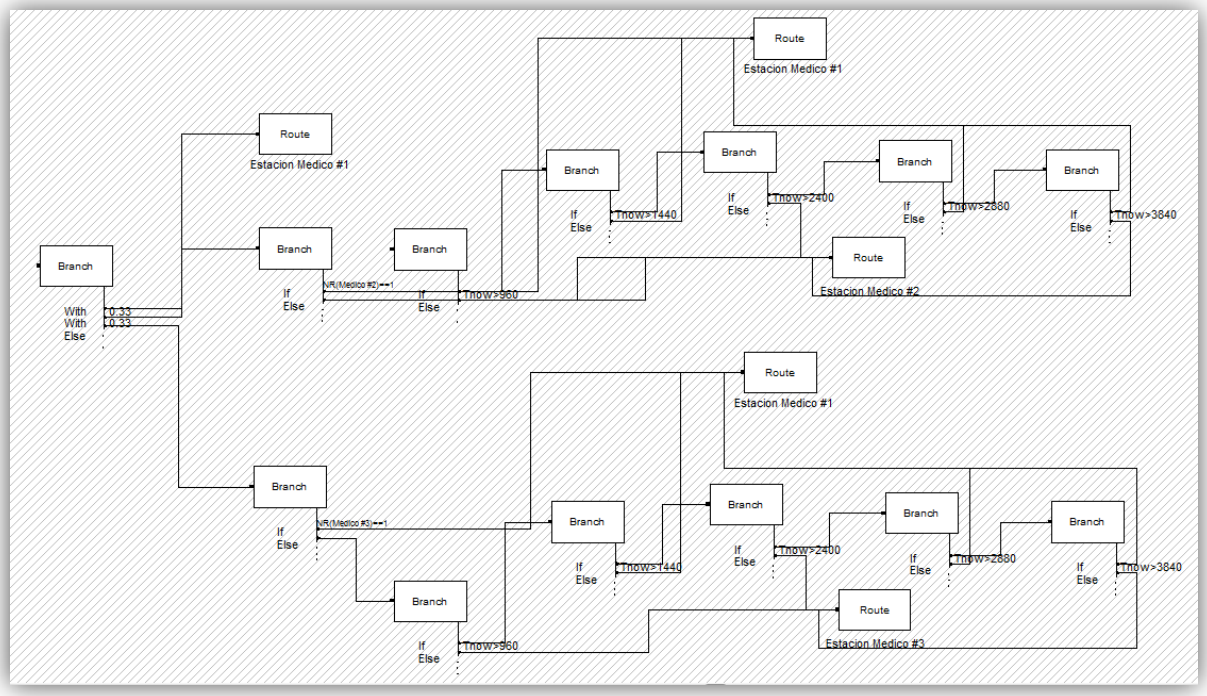
8.7.1.1 Elaboración de la Propuesta #2. Para la elaboración de la propuesta en el Software Rockwell Arena®, se parte de las modificaciones realizadas al modelo del escenario propuesto #1…Véase el punto 8.7.1.1…, para modificarse y agregarse algunos bloques, tales como:

- ✓ Se modifica el **Bloque Branch**, en cuanto a la probabilidad del tercer médico disponible, pasando las probabilidades a 0.333 por médico; esta modificación se realiza en las secuencias de la Estación del Portero y la del Triage, a partir de allí se agregan una serie de Bloques Branch, que permiten enviar a la entidad a la atención por los médicos según los horarios establecidos en la propuesta.

- ✓ Se le agrega al Recurso Médico #2 y Médico #3, el Schedules (Horarios) con el fin de determinar su horario de atención solamente a los turnos de día, es decir, (7 a.m. a 3 p.m.) - (3 p.m. a 11 p.m.).

En la siguiente ilustración se evidencian los cambios realizados en el modelo de simulación para la creación del Escenario Propuesto #2:

Ilustración 23. Escenario Propuesto #2.

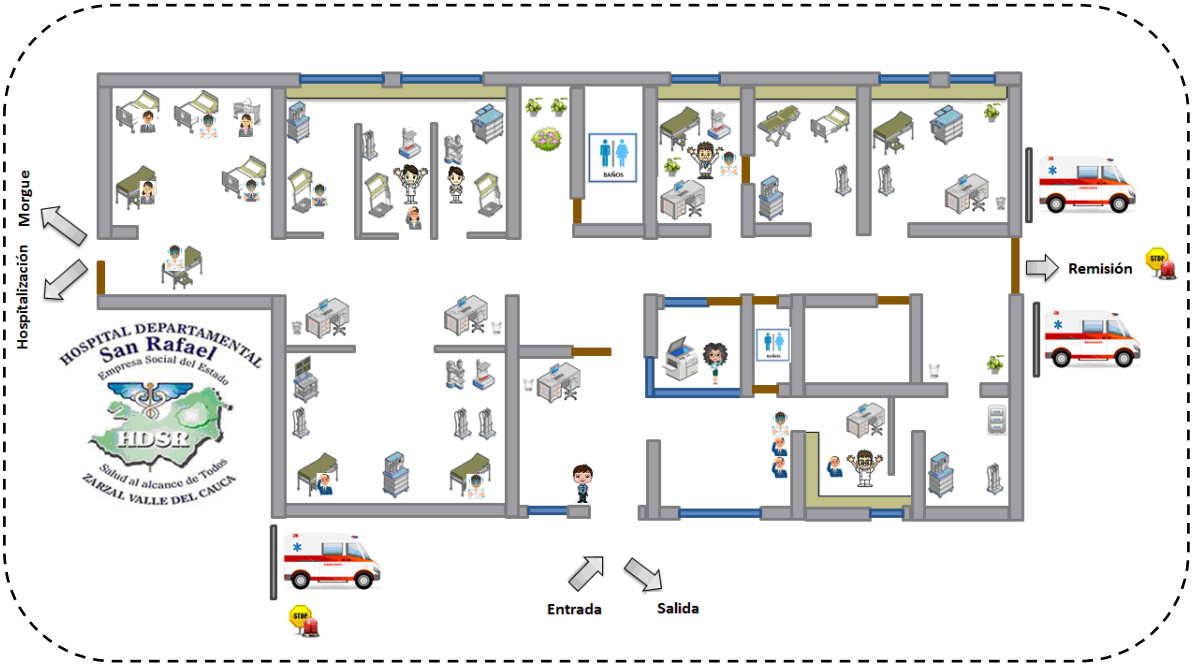


Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

❖ **Animación del Escenario Propuesta #2.**

A continuación se expone una ilustración que representa la visualización de la animación del escenario Propuesto #2:

Ilustración 24. Animación Escenario Propuesta #2.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

8.7.2.1 Resultados del modelo propuesto #2.

A continuación se muestran los resultados arrojados según las modificaciones realizadas en el planteamiento del escenario propuesto #2:

Ilustración 25. Resultados arrojados - Modelo de simulación propuesto #2.

ARENA Simulation Results
Linezer0 - License: 7328734345

Output Summary for 21 Replications

Project: Sistema Actual — Run execution date : 5/20/2014
Analyst: Armando — Model revision date: 2/11/2013

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Tiempo en sistema total	147.42	7.1290	122.71	177.66	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Con	6.4716	.77892	.00000	9.1280	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Rem	221.66	9.9770	188.19	273.68	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Hos	185.95	8.5401	156.89	218.61	21
Tiempo en sistema usuarios Fallecidos	48.263	41.372	.00000	264.26	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Cas	126.35	6.3336	107.37	158.00	21
Tiempo en Fila Porteria	3.4446E-04	2.6683E-04	.00000	.00204	21
Tiempo en Fila Triage	.06400	.01438	.01317	.15526	21
Tiempo en Fila Medico #1	17.302	2.6984	8.6538	32.709	21
Tiempo en Fila Medico #2	4.4931	1.2457	1.8055	12.812	21
Tiempo en Fila Medico #3	3.4847	.64395	1.7768	7.2626	21
Tiempo en Fila Enfermeras	.22974	.02475	.12957	.32442	21
Utilizacion Portero	4.8650	.04043	4.7147	5.0040	21
Utilizacion del Triage	35.673	.33368	34.860	37.589	21
Utilizacion del Medico #1	83.956	1.7501	76.133	90.800	21
Utilizacion del Medico #2	42.796	1.1091	38.282	46.094	21
Utilizacion del Medico #3	47.356	.84694	44.334	50.633	21
Utilizacion Enfermeras	38.904	.24901	37.577	40.017	21
Utilizacion Sala de Observacion	62.022	2.3751	52.901	71.620	21
Usuarios que ingresaron al Sistema	309.28	.62981	307.00	312.00	21
Usuarios asignados a Consulta Externa	3.4285	.80882	.00000	8.0000	21
Usuarios asignados para remision	44.904	2.9811	35.000	60.000	21
Usuarios Fallecidos	.23810	.19867	.00000	1.0000	21
Usuarios asignados para Hospitalizacion	36.523	2.4791	28.000	50.000	21
Usuarios a casa	132.71	3.9817	116.00	160.00	21
Usuarios que salieron del Sistema	307.14	.83049	304.00	311.00	21
Usuarios en Sistema	2.1428	.52468	.00000	5.0000	21
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	21

Simulation run time: 6.73 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración anterior, se puede observar a grandes rasgos que muchas variables se modificaron con los cambios realizados en el escenario propuesto #2, pero para realizar una comparación más detallada, es necesario realizar una comparación de las variables más representativas entre los resultados del sistema actual y el propuesto #2, para evidenciar sus diferencias.

Tabla 8. Comparación entre los resultados arrojados por el modelo actual y el escenario #2.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ARROJADOS ENTRE EL MODELO ACTUAL Y EL ESCENARIO PROPUESTO#2				
DESCRIPCIÓN	SISTEMA ACTUAL	ESCENARIO PROPUESTO#2	DIFERENCIA	UNIDADES
Tiempo promedio en sistema total	219,70	147,42	-72,28	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Consulta Externa	6,6047	6,4716	-0,13	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Remisión	329,48	221,66	-107,82	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Hospitalización	284,39	185,95	-98,44	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios Fallecidos	21,571	48,2630	26,69	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Casa	188,19	126,35	-61,84	Min
Tiempo promedio en Fila Porteria	0,0001	0,0003	0,00	Min
Tiempo promedio en Fila Triage	0,0535	0,0640	0,01	Min
Tiempo promedio en Fila Medico #1	24,287	17,302	-6,99	Min
Tiempo promedio en Fila Medico #2	27,279	4,4931	-22,79	Min
Tiempo promedio en Fila Medico #3		3,4847	3,48	Min
Tiempo promedio en Fila Enfermeras	0,23281	0,2297	0,00	Min
Utilizacion promedio Portero	4,7463	4,8650	0,12	%
Utilizacion promedio del Triage	34,891	35,673	0,78	%
Utilizacion promedio del Medico #1	90,213	83,956	-6,26	%
Utilizacion promedio del Medico #2	61,286	42,796	-18,49	%
Utilizacion promedio del Medico #3		47,356	47,36	%
Utilizacion promedio Enfermeras	37,718	38,904	1,19	%
Utilizacion promedio Sala de Observacion	74,509	62,022	-12,49	%
Usuarios promedio que ingresaron al Sistema	300,42	309,280	8,86	Personas
Usuarios promedio asignados a Consulta Externa	3,095	3,4285	0,33	Personas
Usuarios promedio asignados para remision	42,190	44,904	2,71	Personas
Usuarios promedio Fallecidos	0,0952	0,2381	0,14	Personas
Usuarios promedio asignados para Hospitalizacion	34,761	36,523	1,76	Personas
Usuarios promedio a casa	124,190	132,71	8,52	Personas
Usuarios promedio que salieron del Sistema	294,42	307,14	12,72	Personas
Usuarios promedio en Sistema	6,0000	2,143	-3,86	Personas

Fuente: Autores.

En la tabla 8, se evidencia que el escenario propuesto de tener disponible tres médicos en los turnos de día y un médico en el turno de noche, mejora significativamente los tiempos en sistema y los tiempos en fila comparándolo con el sistema actual, la discrepancia de los tiempos en sistema sin importar los criterios de salida son altos, evidenciando así una mejoría en cuanto al tiempo que pasan los usuarios en el área de Urgencias.

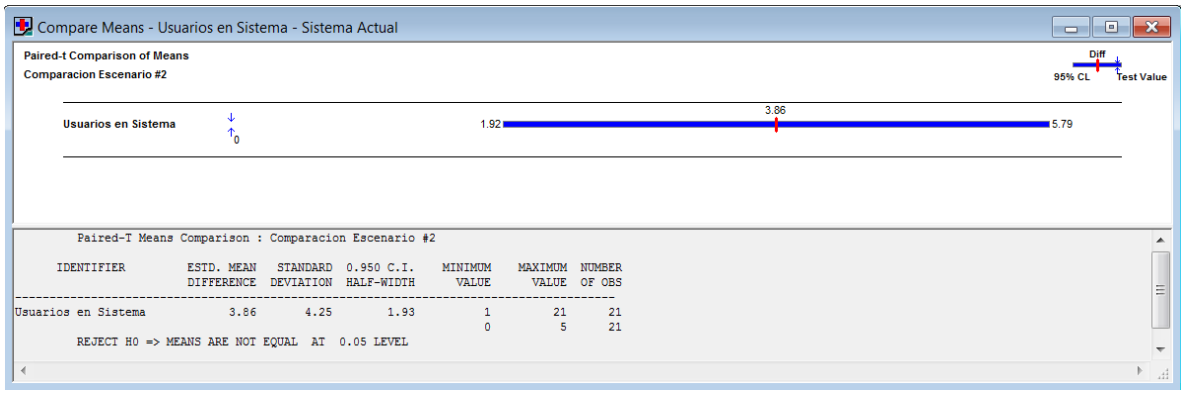
La utilización de la sala de observación tuvo una disminución de 12,49% en comparación con el sistema actual. Se evidencio con esta propuesta que los usuarios que se queda en el sistema después de tres días de trabajo disminuyo 3,86%, pasando de 6 usuarios a 2,14 usuarios, lo que demuestra una leve mejoría en este parámetro.

En cuanto a la utilización de los recursos más influyentes como lo son los médicos, se observa en la tabla anterior que hubo un desequilibrio notable, pues el Médico #1 tiene un promedio de utilización del 83,95% y el Médico #2 un 42,79% disminuyendo un 18,49% respecto a la utilización del mismo médico en el sistema actual. Por otro lado se evidenció que el Médico #3 tiene una utilización similar al Médico #2, siendo esta del 47,35%.

8.7.2.3 Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #2. Se emplea la herramienta Output Analyzer de Software Rockwell Arena® con el objetivo de realizar una comparación estadística, evaluando la variable de interés **Número de usuarios en sistema**, para determinar si existe un cambio significativo entre el escenario propuesto #2 y el sistema actual. El propósito del análisis es proporcionar las conclusiones para decidir si se rechaza o no el escenario propuesto, tomado como medida si el intervalo generado por el Output Analyzer contempla o excluye al cero.

A continuación se muestran los resultados generados por el Output Analyzer:

Ilustración 26. Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #2.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

De acuerdo al criterio anterior, se concluye con un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, que el Escenario propuesto #2 es diferente al modelo actual, dado que el intervalo generado por el Output Analyzer visualizado en la ilustración anterior excluye el cero (1,92 y 5,79); si los dos sistemas tuvieran un comportamiento idéntico, dentro del rango del intervalo encontraríamos inmerso el cero, teoría estadística de los intervalos de confianza.

8.7.3 Escenario propuesto #3. Tener disponible dos médicos constantes durante los tres turnos.

Partiendo de los resultados de los dos escenarios propuestos anteriormente, se plantea en el escenario propuesto #3, dejar dos Médicos constantes durante los tres turnos, siendo estos, (7 a.m. a 3 p.m.) - (3 p.m. a 11 p.m.) - (11 p.m. a 7 a.m.). Con la finalidad de evidenciar el funcionamiento con una dupla de médicos frente a las variaciones de flujo de usuarios en la sala de Urgencias del HDSRZ.

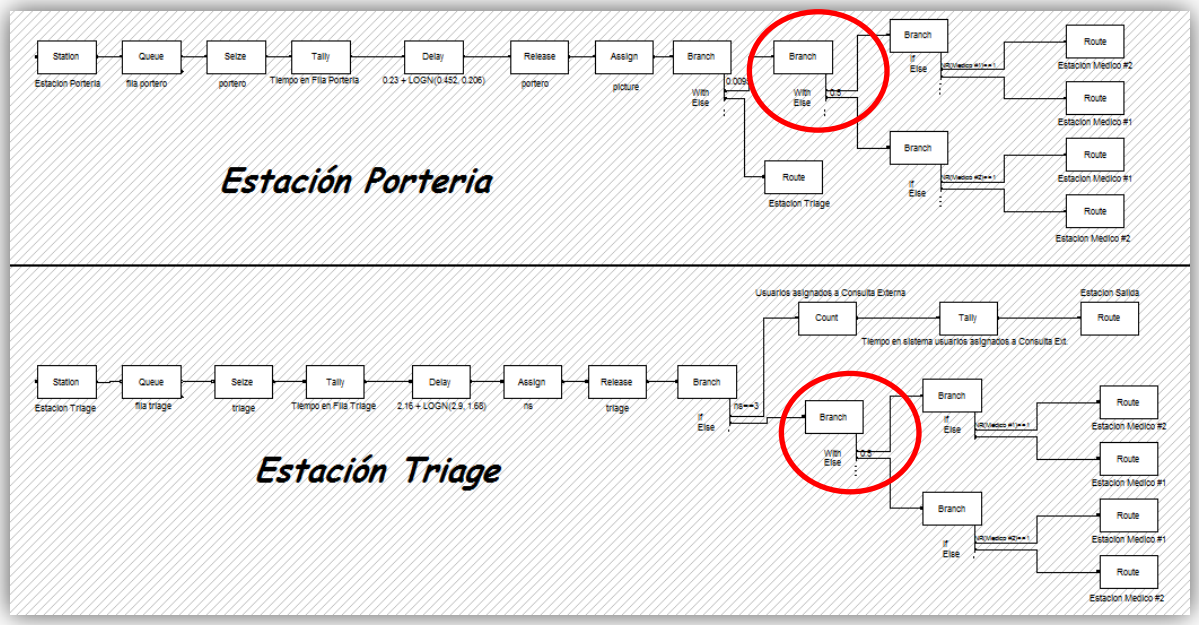
8.7.3.1 Elaboración de la Propuesta #3. Para la elaboración de la propuesta en el Software Rockwell Arena®, se parte del modelo del sistema actual…Véase el punto 8.3…, para modificarse y agregarse algunos bloques en las secuencias de los recursos, tales como:

- ✓ Se elimina el conjunto de **Bloques Branch** que se encuentran en las secuencias de la Estación del Portero y la del Triage, que permitían el envió de entidades hacia los médicos disponibles, ya que van a estar dos médicos constantes los tres turnos.

- ✓ Se elimina el elemento Schedules (Horarios) con el fin de mantener el horario abierto o disponible para los tres médicos que van a trabajar los tres turnos.

En la siguiente ilustración se evidencian los cambios realizados en el modelo de simulación para la creación del Escenario Propuesto #3:

Ilustración 27. Modificaciones para la crean del Escenario Propuesto #3.

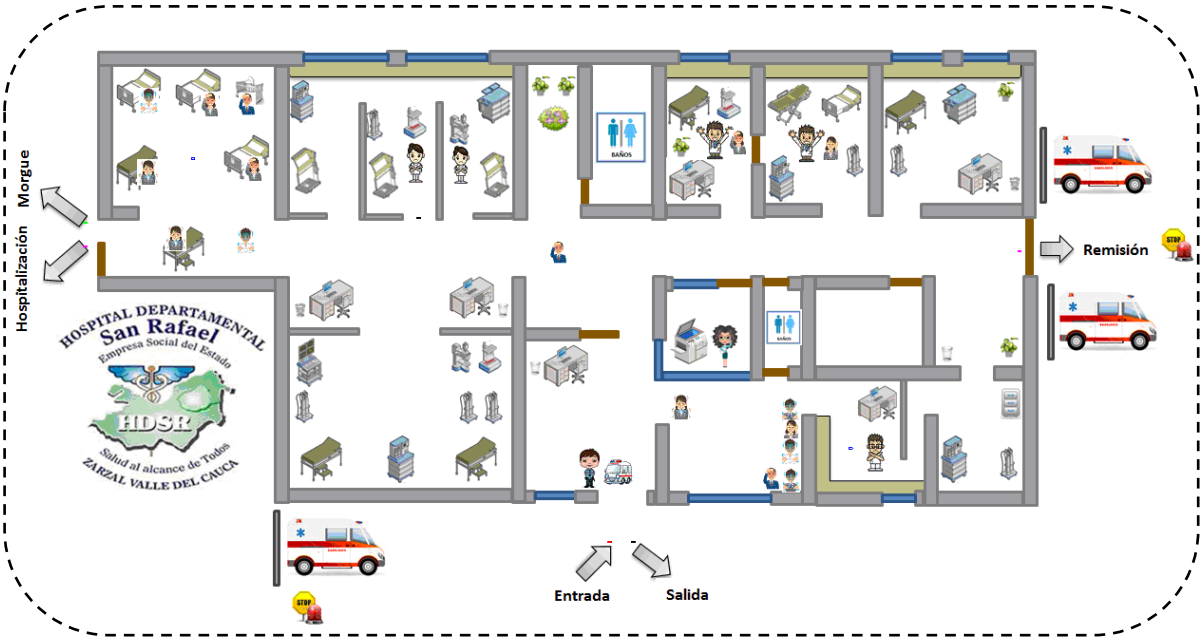


Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

❖ **Animación del Escenario Propuesta #3.**

A continuación se expone una ilustración que representa la visualización de la animación del escenario Propuesto#3:

Ilustración 28. Animación Escenario Propuesta #3.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

8.7.3.1 Resultados del modelo propuesto#3.

A continuación se muestran los resultados arrojados según las modificaciones realizadas en el planteamiento del escenario propuesto #3:

Ilustración 29. Resultados arrojados - Modelo de simulación propuesto #3.

ARENA Simulation Results
Linezer0 - License: 7328734345

Output Summary for 21 Replications

Project: Sistema Actual — Run execution date : 5/20/2014
Analyst: Armando — Model revision date: 2/11/2013

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Tiempo en sistema total	197.02	9.5367	163.96	244.85	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Con	6.2723	.86379	.00000	9.0275	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Rem	294.94	12.505	243.15	358.09	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Hos	257.13	12.912	215.10	323.26	21
Tiempo en sistema usuarios Fallecidos	34.946	41.135	.00000	312.01	21
Tiempo en sistema usuarios asignados a Cas	168.43	7.9675	134.64	200.76	21
Tiempo en Fila Porteria	8.9762E-04	5.4196E-04	.00000	.00423	21
Tiempo en Fila Triage	.07972	.01801	.03435	.17938	21
Tiempo en Fila Medico #1	16.962	1.8107	10.796	23.800	21
Tiempo en Fila Medico #2	17.152	1.8816	10.426	24.337	21
Tiempo en Fila Enfermeras	.21894	.04240	.09282	.50001	21
Utilizacion Portero	4.8698	.04393	4.7428	5.0912	21
Utilizacion del Triage	35.926	.23480	35.039	37.489	21
Utilizacion del Medico #1	78.913	1.3120	74.034	83.219	21
Utilizacion del Medico #2	79.488	1.4052	74.485	84.632	21
Utilizacion Enfermeras	39.001	.28486	38.040	40.067	21
Utilizacion Sala de Observacion	71.769	1.5422	66.206	79.696	21
Usuarios que ingresaron al Sistema	309.42	.71354	307.00	312.00	21
Usuarios asignados a Consulta Externa	2.7619	.77391	.00000	6.0000	21
Usuarios asignados para remision	44.904	3.0019	35.000	60.000	21
Usuarios Fallecidos	.14286	.16322	.00000	1.0000	21
Usuarios asignados para Hospitalizacion	34.952	2.6716	24.000	43.000	21
Usuarios a casa	132.71	4.2339	116.00	150.00	21
Usuarios que salieron del Sistema	307.47	.71423	305.00	311.00	21
Usuarios en Sistema	1.9523	.26838	1.0000	3.0000	21
System.NumberOut	.00000	.00000	.00000	.00000	21

Simulation run time: 9.53 minutes.
Simulation run complete.

Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

En la ilustración anterior, se puede observar a grandes rasgos que muchas variables se modificaron con los cambios realizados en el escenario propuesto #3, pero para realizar una comparación más detallada, es necesario realizar una comparación de las variables más representativas entre los resultados del sistema actual y el propuesto #3, para evidenciar sus diferencias.

Tabla 9. Comparación entre los resultados arrojados por el modelo actual y el escenario #3.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS ARROJADOS ENTRE EL MODELO ACTUAL Y EL ESCENARIO PROPUESTO#3				
DESCRIPCIÓN	SISTEMA ACTUAL	ESCENARIO PROPUESTO#3	DIFERENCIA	UNIDADES
Tiempo promedio en sistema total	219,70	197,02	-22,68	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Consulta Externa	6,6047	6,2723	-0,33	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Remisión	329,48	294,94	-34,54	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Hospitalización	284,39	257,13	-27,26	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios Fallecidos	21,571	34,946	13,38	Min
Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Casa	188,19	168,43	-19,76	Min
Tiempo promedio en Fila Porteria	0,0001	0,0009	0,00	Min
Tiempo promedio en Fila Triage	0,0535	0,0797	0,03	Min
Tiempo promedio en Fila Medico #1	24,287	16,962	-7,33	Min
Tiempo promedio en Fila Medico #2	27,279	17,152	-10,13	Min
Tiempo promedio en Fila Enfermeras	0,23281	0,2189	-0,01	Min
Utilizacion promedio Portero	4,7463	4,8698	0,12	%
Utilizacion promedio del Triage	34,891	35,926	1,04	%
Utilizacion promedio del Medico #1	90,213	78,913	-11,30	%
Utilizacion promedio del Medico #2	61,286	79,488	18,20	%
Utilizacion promedio Enfermeras	37,718	39,001	1,28	%
Utilizacion promedio Sala de Observacion	74,509	71,769	-2,74	%
Usuarios promedio que ingresaron al Sistema	300,42	309,420	9,00	Personas
Usuarios promedio asignados a Consulta Externa	3,095	2,7619	-0,33	Personas
Usuarios promedio asignados para remision	42,190	44,904	2,71	Personas
Usuarios promedio Fallecidos	0,0952	0,1429	0,05	Personas
Usuarios promedio asignados para Hospitalizacion	34,761	34,952	0,19	Personas
Usuarios promedio a casa	124,190	132,71	8,52	Personas
Usuarios promedio que salieron del Sistema	294,42	307,47	13,05	Personas
Usuarios promedio en Sistema	6,0000	1,9523	-4,05	Personas

Fuente: Autores.

El escenario propuesto de tener dos médicos constantes durante los tres turnos no tiene muchas variaciones positivas en parámetros como el tiempo en sistema y tiempo en fila en comparación con el escenario actual. Se evidencia una leve mejoría en cuanto a la utilización de la sala de observación, pues disminuyó un 2,74% en comparación con el escenario actual.

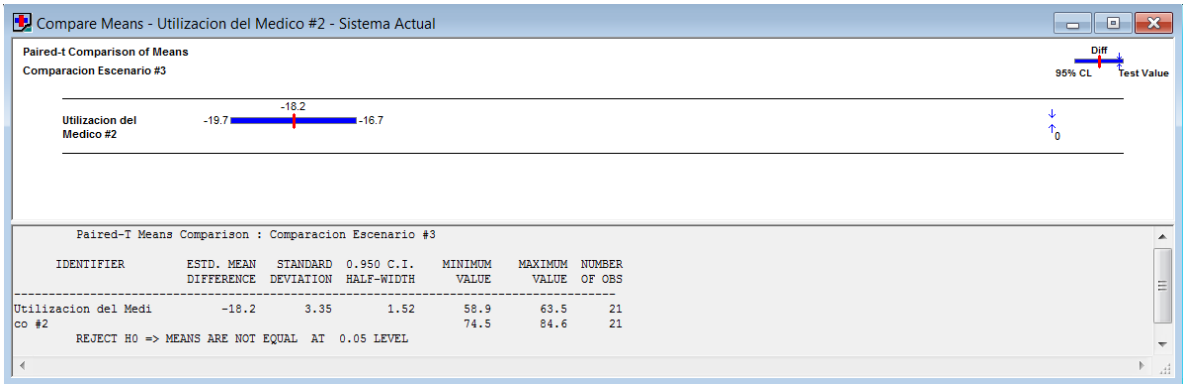
Se evidenció con esta propuesta que los usuarios que se quedan en el sistema después de tres días de trabajo disminuyeron 4,05%, pasando de 6 usuarios a 1,95 usuarios, lo que demuestra una leve mejoría del sistema.

En cuanto a la utilización de los recursos, se observa en la tabla anterior que hubo un equilibrio entre el Médico #1 con una utilización promedio de 78,91% y el Médico #2 con el 79,48%, igualando cargas de trabajo entre los dos médicos.

8.7.3.3 Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #3. Se emplea la herramienta Output Analyzer de Software Rockwell Arena® con el objetivo de realizar una comparación estadística, evaluando la variable de interés **Utilización del Médico#2** para determinar si existe un cambio significativo entre el escenario propuesto #3 y el sistema actual.

A continuación se muestran los resultados generados por el Output Analyzer:

Ilustración 30. Comparación del modelo actual y el escenario propuesto #3.



Fuente: Autores en la aplicación de la plataforma Arena.

De acuerdo al criterio anterior, se concluye con un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%, que el Escenario propuesto #3 es diferente al modelo actual, dado que el intervalo generado por el Output Analyzer visualizado en la ilustración anterior excluye el cero (-19,7 y -16,7); si los dos sistemas tuvieran un comportamiento idéntico, dentro del rango del intervalo encontraríamos inmerso el cero, teoría estadística de los intervalos de confianza.

9. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LOS ESCENARIOS PROPUESTOS

Para realizar la evaluación de los escenarios de mejora de manera económica, se hace uso del análisis costo beneficio, el cual contemplará los ingresos (Beneficios por usuario atendido), egresos o costos operacionales (Mano de obra, energía, línea telefónica y papelería).

Para la proyección de los ingresos y egresos se tomaron como referencia documentos y datos históricos del área de Urgencias contenidos en los Estados Financieros de los últimos cinco años. Se aplicó el método de regresión lineal, teniendo en cuenta que es una técnica de pronóstico que establece una relación entre dos variables, una variable conocida que se utiliza para pronosticar el valor de otra variable desconocida, con el fin de obtener la línea de regresión y proyectar la información de los respectivos años.

"Se evaluará el análisis costo beneficio en un horizonte de tiempo de 5 años, utilizando una TMAR de 20.81%, para su cálculo se tuvo en cuenta la deuda y el patrimonio operativo en el que se encuentra actualmente la entidad, estas cifras fueron extraídas de los estados financieros del HDSRZ, también para su cálculo se tomaron en cuenta indicadores económicos relacionados con la razón de ser del Hospital"[34]. En la siguiente tabla se describe dicho cálculo:

Tabla 10. Costo de capital.

COSTO DE CAPITAL	2013			
	VALOR	PART %	I. Ef d I	CPP
DEUDA	8.611.968.987	61%	21,60%	13,1%
PATRIMONIO OPERATIVO.	5.538.871.638	39%	19,57%	7,7%
TOTAL	**14.150.840.625**	**100%**		**20,81%**

CAPM=	Kp = RL + Beta*(RM - RL)	0,1957
Dónde:	KP Costo del K accionario	
	RL= Renta libre de riesgo (TES)	10,75%
	RM = Rentab. portafolio en el mercado	23,00%
	Beta = Indicador de riesgo de la empresa	0,72

Fuente: Autores, basados en datos de CORFINSURA (RL) y el Portafolio.com (Bonos TES).

[34] IBARGUEN, Cristian y MARULANDA, Op. cit., p. 171.

9.1 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO - SISTEMA ACTUAL

Con la finalidad de identificar cual es la relación costo beneficio que se genera de la prestación del servicio de Urgencias, se realiza la proyección de los ingresos y egresos totales que se derivan del comportamiento de la demanda que corresponde a esta situación; para ello se toman como referencia los datos históricos de los últimos 5 años en cuanto a la demanda percibida; adicionalmente se proyectan los precios de las consultas y el costo capital… Véase la Tabla 10.

9.1.1 Beneficios económicos

- **Ingresos por consultas.** Para la cuantificación de los ingresos totales en unidades monetarias, se realizó una proyección relacionando la demanda y los precios o tarifas de las consultas…Véase el (Anexo C).

Tabla 11. Proyección de ingresos por Consultas - Escenario Actual.

PROYECCIÓN DE INGRESOS TOTALES					
CONCEPTO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
INGRESOS	$ 1.135.852.318	$ 1.215.124.004	$ 1.296.447.140	$ 1.379.766.379	$ 1.465.042.004

Fuente: Autores.

9.1.2 Egresos o costos operacionales. Para la proyección de costos se tomó como referencia la proyección de la inflación para los próximos cinco años, determinada por el Grupo Bancolombia con datos del DANE.

- **Costo de mano de obra.** Para la realización del costo de mano de obra se tuvo en cuenta el comportamiento que se deriva de la modalidad de contratación en el área de Urgencias, ya que algunos recursos o empleados tiene una contratación por cooperativa y otro de planta o fija.

Tabla 12. Proyección del costo de mano de obra - Escenario Actual.

PROYECCIÓN DE LOS COSTOS - MANO DE OBRA							
CONCEPTO	COSTO ACTUAL MENSUAL	COSTO ANUAL	2015	2016	2017	2018	2019
			1,0324	1,0309	1,0295	1,0282	1,027
Medico #1	$ 12.900.000	$ 154.800.000	$ 159.815.520	$ 164.753.820	$ 169.614.057	$ 174.397.174	$ 179.105.897
Medico #2	$ 7.740.000	$ 92.880.000	$ 95.889.312	$ 98.852.292	$ 101.768.434	$ 104.638.304	$ 107.463.538
Triage	$ 3.051.000	$ 36.612.000	$ 37.798.229	$ 38.966.194	$ 40.115.697	$ 41.246.959	$ 42.360.627
Enfermera #1	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Enfermera #2	$ 3.051.000	$ 36.612.000	$ 37.798.229	$ 38.966.194	$ 40.115.697	$ 41.246.959	$ 42.360.627
Cajero	$ 3.051.000	$ 36.612.000	$ 37.798.229	$ 38.966.194	$ 40.115.697	$ 41.246.959	$ 42.360.627
Portero	$ 2.700.000	$ 32.400.000	$ 33.449.760	$ 34.483.358	$ 35.500.617	$ 36.501.734	$ 37.487.281
TOTAL	**$ 37.781.331**	**$ 453.375.972**	**$ 468.065.353**	**$ 482.528.573**	**$ 496.763.166**	**$ 510.771.887**	**$ 524.562.728**

Fuente: Autores.

- **Costo de los medicamentos.** Para la proyección de los costos de los medicamentos y suministros se toma como referencia el promedio de los costos derivados de los procesos de consulta, procedimientos y observación del área de Urgencias en relación con la demanda; para el análisis de estos datos se utilizó la inflación para los próximos cinco años, determinada por el Grupo Bancolombia con datos del DANE.

Tabla 13. Costo de medicamentos y suministros – Escenario Actual.

PROYECCIÓN DE LOS COSTOS – MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS					
CONCEPTO	2015	2016	2017	2018	2019
	1,0324	1,0309	1,0295	1,0282	1,027
Medicamentos y Suministros	$ 219.147.989	$ 227.415.301	$ 235.682.613	$ 243.949.925	$ 252.217.237

Fuente: Autores.

- **Costo de energía.** Para el cálculo del consumo de energía, se realizó una proyección del costo por kWh para los próximos 5 años, utilizando la inflación proporcionada por el Grupo Bancolombia con datos del DANE…Véase el (Anexo D). Teniendo en cuenta el costo del kWh, se calcula el costo de energía en el que incurre el HDSRZ para realizar el proceso de Urgencias.

Tabla 14. Costo total del consumo de energía – Escenario Actual.

COSTO TOTAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA - ESCENARIO ACTUAL					
DESCRIPCIÓN	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2016)	AÑO 3 (2017)	AÑO 4 (2018)	AÑO 5 (2019)
BOMBILLAS	$ 9.680.509	$ 9.979.637	$ 10.274.036	$ 10.563.764	$ 10.848.986
COMPUTADORES	$ 6.053.219	$ 6.240.264	$ 6.424.351	$ 6.605.518	$ 6.783.867
IMPRESORA	$ 1.815.095	$ 1.871.182	$ 1.926.382	$ 1.980.706	$ 2.034.185
TOTAL	**$ 17.548.824**	**$ 18.091.082**	**$ 18.624.769**	**$ 19.149.988**	**$ 19.667.038**

Fuente: Autores.

- **Costo de papelería.** El costo de papelería se deriva de los documentos como historias clínicas, incapacidades, etc., que se expiden a los usuarios al hacer uso del área de Urgencias del HDSRZ.

Tabla 15. Costo total de papelería – Escenario Actual.

COSTOS DE PAPELERÍA - ESCENARIO ACTUAL					
DESCRIPCIÓN	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2016)	AÑO 3 (2017)	AÑO 4 (2018)	AÑO 5 (2019)
PAPELERÍA	$ 3.851.200	$ 3.996.486	$ 4.141.771	$ 4.287.057	$ 4.432.343

Fuente: Autores.

9.1.3 Relación Costo Beneficio. Para llevar a cabo el análisis costo beneficio se trasladan los ingresos y egresos proyectados al año de estudio, evaluando con una tasa del 20,81 % derivada de la información del estado financiero en el cual se encuentra el HDSRZ… Véase la Tabla 10.

Tabla 16. Valor presente neto de los ingresos del escenario Actual.

VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS					
AÑO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Ingresos por consultas	$1.135.852.318	$1.215.124.004	$1.296.447.140	$1.379.766.379	$1.465.042.004
INGRESOS	$1.135.852.318	$1.215.124.004	$1.296.447.140	$1.379.766.379	$1.465.042.004
VALOR PRESENTE NETO DE LOS INGRESOS				**$ 3.725.435.679**	

Fuente: Autores.

Tabla 17. Valor presente neto de los egresos del escenario Actual.

VALOR PRESENTE DE LOS EGRESOS					
CONCEPTO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Mano de obra	$ 468.065.353	$ 482.528.573	$ 496.763.166	$ 510.771.887	$ 524.562.728
Costo de medicamentos	$ 219.147.989	$ 227.415.301	$ 235.682.613	$ 243.949.925	$ 252.217.237
Consumo de energía	$ 17.548.824	$ 18.091.082	$ 18.624.769	$ 19.149.988	$ 19.667.038
Papelería	$ 3.851.200	$ 3.996.486	$ 4.141.771	$ 4.287.057	$ 4.432.343
EGRESOS	$ 708.613.366	$ 732.031.442	$ 755.212.320	$ 778.158.857	$ 800.879.346
VALOR PRESENTE NETO DE LOS EGRESOS				**$ 2.193.163.789**	

Fuente: Autores.

Luego de calcular el valor presente neto de los ingresos y egresos, se dividen para obtener la relación costo beneficio que existe entre ellos:

RELACION COSTO/BENEFICIO	1,6986582

De acuerdo, con el resultado de la relación costo beneficio, se concluye que la prestación del servicio de Urgencias del HDSRZ, es rentable en términos económicos, ya que por cada peso generado en costo percibe **1,69** pesos en ingresos.

9.2 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO - ESCENARIO PROPUESTO #1.

Para el análisis del costo beneficio del Escenario Propuesto #1, se realiza la evaluación del sistema propuesto con un aumento en la demanda del 5%, partiendo de los usuarios atendidos en el año inmediatamente anterior (2013).

Tabla 18. Proyección de la demanda de los usuarios en el Escenario #1.

DEMANDA PROYECTADA	
Años	**Demanda**
2.015	26263
2.016	27576
2.017	28955
2.018	30402
2.019	31922
2,020	33518

Fuente: Autores.

Para la proyección de la demanda se tomó como punto de referencia para el año 2015 los 26.263 usuarios que están en capacidad de atender los recursos determinados en el Escenario Propuesto #1.

9.2.1 Beneficios económicos

- **Ingresos por consultas.** Para la cuantificación de los ingresos en unidades monetarias, se realizó una proyección relacionando la demanda estimada en el análisis anterior y los precios de las consultas…Véase el (Anexo C).

Tabla 19. Proyección de ingresos por Consultas - Escenario Propuesto #1.

PROYECCIÓN DE INGRESOS TOTALES					
CONCEPTO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
INGRESOS	$ 1.161.862.604	$ 1.257.652.367	$ 1.359.490.767	$ 1.467.719.827	$ 1.582.715.676

Fuente: Autores.

9.2.2 Egresos o costos operacionales. Para la proyección de costos se tomó como referencia la proyección de la inflación para los próximos cinco años, determinada por el Grupo Bancolombia con datos del DANE.

- **Costo de mano de obra.** Para la realización del costo de mano de obra se tuvieron en cuenta las disposiciones que exige la ley en cuento a la contratación directa a una empresa del estado.

Tabla 20. Proyección del costo de mano de obra - Escenario Propuesto #1.

PROYECCIÓN DE LOS COSTOS - MANO DE OBRA							
CONCEPTO	COSTO ACTUAL MENSUAL	COSTO ANUAL	2015	2016	2017	2018	2019
			1,0324	1,0309	1,0295	1,0282	1,027
Medico #1	$ 12.900.000	$ 154.800.000	$ 159.815.520	$ 164.753.820	$ 169.614.057	$ 174.397.174	$ 179.105.897
Medico #2	$ 12.900.000	$ 154.800.000	$ 159.815.520	$ 164.753.820	$ 169.614.057	$ 174.397.174	$ 179.105.897
Medico #3	$ 8.600.000	$ 103.200.000	$ 106.543.680	$ 109.835.880	$ 113.076.038	$ 116.264.782	$ 119.403.932
Triage	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Enfermera #1	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Enfermera #2	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Portero	$ 3.600.000	$ 43.200.000	$ 44.599.680	$ 45.977.810	$ 47.334.156	$ 48.668.979	$ 49.983.041
TOTAL	**$ 53.864.993**	**$ 646.379.916**	**$ 667.322.625**	**$ 687.942.894**	**$ 708.237.210**	**$ 728.209.499**	**$ 747.871.156**

Fuente: Autores.

- **Costo de los medicamentos.** Para la proyección de los costos de los medicamentos y suministros se toma como referencia el promedio de los costos derivados de los procesos de consulta, procedimientos y observación del área de Urgencias en relación con la demanda estimada para esta propuesta…Véase la Tabla 18…; para el análisis de estos datos se utilizó la inflación para los próximos cinco años, determinada por el Grupo Bancolombia con datos del DANE.

Tabla 21. Costo de medicamentos y suministros – Escenario Propuesto #1.

PROYECCIÓN DE LOS COSTOS - MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS					
CONCEPTO	2015	2016	2017	2018	2019
	1,0324	1,0309	1,0295	1,0282	1,027
Medicamentos y Suministros	$ 224.166.337	$ 235.374.654	$ 247.143.386	$ 259.500.556	$ 272.475.583

Fuente: Autores.

- **Costo de energía.** Para el cálculo del consumo de energía, se realizó una proyección del costo por kWh para los próximos 5 años, utilizando la inflación proporcionada por el Grupo Bancolombia con datos del DANE…Véase el (Anexo D). Teniendo en cuenta el costo del kWh, se calcula el costo de energía en el que incurre el HDSRZ para realizar el proceso de Urgencias.

Tabla 22. Costo total del consumo de energía – Escenario Propuesto #1.

COSTO TOTAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA - ESCENARIO PROPUESTO #1					
DESCRIPCIÓN	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2016)	AÑO 3 (2017)	AÑO 4 (2018)	AÑO 5 (2019)
BOMBILLAS	$ 9.680.509	$ 9.979.637	$ 10.274.036	$ 10.563.764	$ 10.848.986
COMPUTADORES	$ 6.053.219	$ 6.240.264	$ 6.424.351	$ 6.605.518	$ 6.783.867
IMPRESORA	$ 1.815.095	$ 1.871.182	$ 1.926.382	$ 1.980.706	$ 2.034.185
TOTAL	**$ 17.548.824**	**$ 18.091.082**	**$ 18.624.769**	**$ 19.149.988**	**$ 19.667.038**

Fuente: Autores.

- **Costo de papelería.** El costo de papelería se deriva de los documentos como historias clínicas, incapacidades, etc., que se expiden a los usuarios al hacer uso del área de Urgencias del HDSRZ.

Tabla 23. Costo total de papelería – Escenario Propuesto #1.

COSTOS DE PAPELERÍA - ESCENARIO PROPUESTO #1					
DESCRIPCIÓN	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2016)	AÑO 3 (2017)	AÑO 4 (2018)	AÑO 5 (2019)
PAPELERÍA	$ 3.939.390	$ 4.136.360	$ 4.343.177	$ 4.560.336	$ 4.788.353

Fuente: Autores.

9.2.3 Relación Costo Beneficio. Para llevar a cabo el análisis costo beneficio se trasladan los ingresos y egresos proyectados al año de estudio, evaluando con una tasa del 20,81 % derivada de la información del estado financiero en el cual se encuentra el HDSRZ… Véase la Tabla 10.

Tabla 24. Valor presente neto de los ingresos del Escenario Propuesto #1.

VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS					
AÑO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Ingresos por consultas	$1.161.862.604	$1.257.652.367	$1.359.490.767	$1.467.719.827	$1.582.715.676
INGRESOS	$1.161.862.604	$1.257.652.367	$1.359.490.767	$1.467.719.827	$1.582.715.676
VALOR PRESENTE NETO DE LOS INGRESOS				**$ 3.898.896.964**	

Fuente: Autores.

Tabla 25. Valor presente neto de los egresos del Escenario Propuesto #1.

VALOR PRESENTE DE LOS EGRESOS					
CONCEPTO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Mano de obra	$ 667.322.625	$ 687.942.894	$ 708.237.210	$ 728.209.499	$ 747.871.156
Costo de medicamentos	$ 224.166.337	$ 235.374.654	$ 247.143.386	$ 259.500.556	$ 272.475.583
Consumo de energía	$ 17.548.824	$ 18.091.082	$ 18.624.769	$ 19.149.988	$ 19.667.038
Papelería	$ 3.939.390	$ 4.136.360	$ 4.343.177	$ 4.560.336	$ 4.788.353
EGRESOS	$ 912.977.176	$ 945.544.990	$ 978.348.543	$1.011.420.379	$1.044.802.130
VALOR PRESENTE NETO DE LOS EGRESOS				**$ 2.839.522.052**	

Fuente: Autores.

Luego de calcular el valor presente neto de los ingresos y egresos, se dividen para obtener la relación costo beneficio que existe entre ellos:

RELACION COSTO/BENEFICIO	1,3730821

De acuerdo, con el resultado de la relación costo beneficio, se concluye que la prestación del servicio de Urgencias del HDSRZ, en el Escenario Propuesto #1, es rentable en términos económicos, ya que por cada peso generado en costo percibe **1,37** pesos en ingresos.

9.3 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO - ESCENARIO PROPUESTO #2.

Para el análisis del costo beneficio del Escenario Propuesto #2, se realiza la evaluación del sistema propuesto con un aumento en la demanda del 5%, partiendo de los usuarios atendidos en el año inmediatamente anterior (2013)… Véase la Tabla 18.

9.3.1 Beneficios económicos

- **Ingresos por consultas.** Para la cuantificación de los ingresos en unidades monetarias, se realizó una proyección relacionando la demanda estimada en el análisis anterior y los precios de las consultas…Véase el (Anexo C).

Tabla 26. Proyección de ingresos por Consultas - Escenario Propuesto #2.

PROYECCIÓN DE INGRESOS TOTALES					
CONCEPTO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
INGRESOS	$ 1.161.862.604	$ 1.257.652.367	$ 1.359.490.767	$ 1.467.719.827	$ 1.582.715.676

Fuente: Autores.

9.3.2 Egresos o costos operacionales. Para la proyección de costos se tomó como referencia la proyección de la inflación para los próximos cinco años, determinada por el Grupo Bancolombia con datos del DANE.

- **Costo de mano de obra.** Para la realización del costo de mano de obra se tuvieron en cuenta las disposiciones que exige la ley en cuento a la contratación directa a una empresa del estado.

Tabla 27. Proyección del costo de mano de obra - Escenario Propuesto #2.

PROYECCIÓN DE LOS COSTOS - MANO DE OBRA							
CONCEPTO	COSTO ACTUAL MENSUAL	COSTO ANUAL	2015	2016	2017	2018	2019
			1,0324	1,0309	1,0295	1,0282	1,027
Medico #1	$ 12.900.000	$ 154.800.000	$ 159.815.520	$ 164.753.820	$ 169.614.057	$ 174.397.174	$ 179.105.897
Medico #2	$ 8.600.000	$ 103.200.000	$ 106.543.680	$ 109.835.880	$ 113.076.038	$ 116.264.782	$ 119.403.932
Medico #3	$ 8.600.000	$ 103.200.000	$ 106.543.680	$ 109.835.880	$ 113.076.038	$ 116.264.782	$ 119.403.932
Triage	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Enfermera #1	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Enfermera #2	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Portero	$ 3.600.000	$ 43.200.000	$ 44.599.680	$ 45.977.810	$ 47.334.156	$ 48.668.979	$ 49.983.041
TOTAL	**$ 49.564.993**	**$ 594.779.916**	**$ 614.050.785**	**$ 633.024.955**	**$ 651.699.191**	**$ 670.077.108**	**$ 688.169.190**

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta que el Escenario Propuesto #2 parte de la misma proyección de la demanda de usuarios que el Escenario Propuesto #1…Véase la Tabla 18…los costos operacionales como el Costo de medicamentos y suministros, Costo total del consumo de energía y Costo total de papelería serán iguales, exceptuando el Costo de mano de obra tal y como se ve en la tabla anterior. Los costos operacionales antes mencionados no se van a describir en este análisis…Véase el (Anexo E).

9.3.3 Relación Costo Beneficio. Para llevar a cabo el análisis costo beneficio se trasladan los ingresos y egresos proyectados al año de estudio, evaluando con una tasa del 20,81 % derivada de la información del estado financiero en el cual se encuentra el HDSRZ… Véase la Tabla 10.

Tabla 28. Valor presente neto de los ingresos del Escenario Propuesto #2.

VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS					
AÑO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Ingresos por consultas	$1.161.862.604	$1.257.652.367	$1.359.490.767	$1.467.719.827	$1.582.715.676
INGRESOS	$1.161.862.604	$1.257.652.367	$1.359.490.767	$1.467.719.827	$1.582.715.676
VALOR PRESENTE NETO DE LOS INGRESOS				**$ 3.898.896.964**	

Fuente: Autores.

Tabla 29. Valor presente neto de los egresos del Escenario Propuesto #2.

VALOR PRESENTE DE LOS EGRESOS					
CONCEPTO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Mano de obra	$ 614.050.785	$ 633.024.955	$ 651.699.191	$ 670.077.108	$ 688.169.190
Costo de medicamentos	$ 224.166.337	$ 235.374.654	$ 247.143.386	$ 259.500.556	$ 272.475.583
Consumo de energía	$ 17.548.824	$ 18.091.082	$ 18.624.769	$ 19.149.988	$ 19.667.038
Papelería	$ 3.939.390	$ 4.136.360	$ 4.343.177	$ 4.560.336	$ 4.788.353
EGRESOS	$ 859.705.336	$ 890.627.050	$ 921.810.524	$ 953.287.988	$ 985.100.164
VALOR PRESENTE NETO DE LOS EGRESOS				**$ 2.675.227.525**	

Fuente: Autores.

Luego de calcular el valor presente neto de los ingresos y egresos, se dividen para obtener la relación costo beneficio que existe entre ellos:

RELACION COSTO/BENEFICIO	1,4574076

De acuerdo, con el resultado de la relación costo beneficio, se concluye que la prestación del servicio de Urgencias del HDSRZ, en el Escenario Propuesto #2, es rentable en términos económicos, ya que por cada peso generado en costo percibe **1,45** pesos en ingresos.

9.4 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO - ESCENARIO PROPUESTO #3.

Para el análisis del costo beneficio del Escenario Propuesto #3, se realiza la evaluación del sistema propuesto con un aumento en la demanda del 5%, partiendo de los usuarios atendidos en el año inmediatamente anterior (2013)… Véase la Tabla 18.

9.4.1 Beneficios económicos

- **Ingresos por consultas.** Para la cuantificación de los ingresos en unidades monetarias, se realizó una proyección relacionando la demanda estimada en el análisis anterior y los precios de las consultas…Véase el (Anexo C).

Tabla 30. Proyección de ingresos por Consultas - Escenario Propuesto #3.

PROYECCIÓN DE INGRESOS TOTALES					
CONCEPTO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
INGRESOS	$ 1.161.862.604	$ 1.257.652.367	$ 1.359.490.767	$ 1.467.719.827	$ 1.582.715.676

Fuente: Autores.

9.4.2 Egresos o costos operacionales. Para la proyección de costos se tomó como referencia la proyección de la inflación para los próximos cinco años, determinada por el Grupo Bancolombia con datos del DANE.

- **Costo de mano de obra.** Para la realización del costo de mano de obra se tuvieron en cuenta las disposiciones que exige la ley en cuento a la contratación directa a una empresa del estado.

Tabla 31. Proyección del costo de mano de obra - Escenario Propuesto #3.

PROYECCIÓN DE LOS COSTOS - MANO DE OBRA							
CONCEPTO	COSTO ACTUAL MENSUAL	COSTO ANUAL	2015	2016	2017	2018	2019
			1,0324	1,0309	1,0295	1,0282	1,027
Medico #1	$ 12.900.000	$ 154.800.000	$ 159.815.520	$ 164.753.820	$ 169.614.057	$ 174.397.174	$ 179.105.897
Medico #2	$ 12.900.000	$ 154.800.000	$ 159.815.520	$ 164.753.820	$ 169.614.057	$ 174.397.174	$ 179.105.897
Triage	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Enfermera #1	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Enfermera #2	$ 5.288.331	$ 63.459.972	$ 65.516.075	$ 67.540.522	$ 69.532.967	$ 71.493.797	$ 73.424.129
Portero	$ 3.600.000	$ 43.200.000	$ 44.599.680	$ 45.977.810	$ 47.334.156	$ 48.668.979	$ 49.983.041
TOTAL	**$ 45.264.993**	**$ 543.179.916**	**$ 560.778.945**	**$ 578.107.015**	**$ 595.161.172**	**$ 611.944.717**	**$ 628.467.224**

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta que el Escenario Propuesto #3 parte de la misma proyección de la demanda de usuarios que el Escenario Propuesto #1…Véase la Tabla 18…los costos operacionales como el Costo de medicamentos y suministros, Costo total del consumo de energía y Costo total de papelería serán iguales, exceptuando el Costo de mano de obra tal y como se ve en la tabla anterior. Los costos operacionales antes mencionados no se van a describir en este análisis…Véase el (Anexo E).

9.4.3 Relación Costo Beneficio. Para llevar a cabo el análisis costo benéfico se trasladan los ingresos y egresos proyectados al año de estudio, evaluando con una tasa del 20,81 % derivada de la información del estado financiero en el cual se encuentra el HDSRZ… Véase la Tabla 10.

Tabla 32. Valor presente neto de los ingresos del Escenario Propuesto #3.

VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS					
AÑO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Ingresos por consultas	$1.161.862.604	$1.257.652.367	$1.359.490.767	$1.467.719.827	$1.582.715.676
INGRESOS	$1.161.862.604	$1.257.652.367	$1.359.490.767	$1.467.719.827	$1.582.715.676
VALOR PRESENTE NETO DE LOS INGRESOS				**$ 3.898.896.964**	

Fuente: Autores.

Tabla 33. Valor presente neto de los egresos del Escenario Propuesto #3.

VALOR PRESENTE DE LOS EGRESOS					
CONCEPTO	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Mano de obra	$ 560.778.945	$ 578.107.015	$ 595.161.172	$ 611.944.717	$ 628.467.224
Costo de medicamentos	$ 224.166.337	$ 235.374.654	$ 247.143.386	$ 259.500.556	$ 272.475.583
Consumo de energía	$ 17.548.824	$ 18.091.082	$ 18.624.769	$ 19.149.988	$ 19.667.038
Papelería	$ 3.939.390	$ 4.136.360	$ 4.343.177	$ 4.560.336	$ 4.788.353
EGRESOS	$ 806.433.496	$ 835.709.110	$ 865.272.505	$ 895.155.597	$ 925.398.198
VALOR PRESENTE NETO DE LOS EGRESOS				**$ 2.510.932.998**	

Fuente: Autores.

Luego de calcular el valor presente neto de los ingresos y egresos, se dividen para obtener la relación costo beneficio que existe entre ellos:

RELACION COSTO/BENEFICIO	1,5527682

De acuerdo, con el resultado de la relación costo beneficio, se concluye que la prestación del servicio de Urgencias del HDSRZ, en el Escenario Propuesto #3, es rentable en términos económicos, ya que por cada peso generado en costo percibe **1,55** pesos en ingresos.

En general, en el Cuadro 7. Se presentan los resultados técnicos y económicos que ayudaron a tomar la decisión de cuál es el mejor escenario para la entidad prestadora de salud:

Cuadro 7. Resultados técnicos y económicos de los escenarios de mejora.

RESULTADOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE LOS ESCENARIOS DE MEJORA						
DESCRIPCIÓN		SISTEMA ACTUAL	ESC. PROPUESTO#1	ESC. PROPUESTO#2	ESC. PROPUESTO#3	UNIDADES
RESULTADOS TÉCNICOS	Tiempo promedio en sistema total	219,70	129,40	147,42	197,02	Min
	Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Consulta Externa	6,6047	7,0411	6,4716	6,2723	Min
	Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Remisión	329,48	185,19	221,66	294,94	Min
	Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Hospitalización	284,39	162,62	185,95	257,13	Min
	Tiempo promedio en sistema usuarios Fallecidos	21,571	7,5860	48,2630	34,946	Min
	Tiempo promedio en sistema usuarios asignados a Casa	188,19	112,14	126,35	168,43	Min
	Tiempo promedio en Fila Porteria	0,0001	0,0010	0,0003	0,0009	Min
	Tiempo promedio en Fila Triage	0,0535	0,0665	0,0640	0,0797	Min
	Tiempo promedio en Fila Medico #1	24,287	4,7459	17,302	16,962	Min
	Tiempo promedio en Fila Medico #2	27,279	6,7019	4,4931	17,152	Min
	Tiempo promedio en Fila Medico #3		4,3303	3,4847		Min
	Tiempo promedio en Fila Enfermeras	0,23281	0,2230	0,2297	0,2189	Min
	Utilizacion promedio Portero	4,7463	4,9007	4,8650	4,8698	%
	Utilizacion promedio del Triage	34,891	35,7960	35,673	35,926	%
	Utilizacion promedio del Medico #1	90,213	62,441	83,956	78,913	%
	Utilizacion promedio del Medico #2	61,286	64,702	42,796	79,488	%
	Utilizacion promedio del Medico #3		47,693	47,356		%
	Utilizacion promedio Enfermeras	37,718	38,788	38,904	39,001	%
	Utilizacion promedio Sala de Observacion	74,509	56,814	62,022	71,769	%
	Usuarios promedio que ingresaron al Sistema	300,42	309,570	309,280	309,420	Personas
	Usuarios promedio asignados a Consulta Externa	3,095	3,7619	3,4285	2,7619	Personas
	Usuarios promedio asignados para remision	42,190	47,333	44,904	44,904	Personas
	Usuarios promedio Fallecidos	0,0952	0,0476	0,2381	0,1429	Personas
	Usuarios promedio asignados para Hospitalizacion	34,761	36,761	36,523	34,952	Personas
	Usuarios promedio a casa	124,190	131,38	132,71	132,71	Personas
	Usuarios promedio que salieron del Sistema	294,42	307,80	307,14	307,47	Personas
	Usuarios promedio en Sistema	6,0000	1,7619	2,143	1,9523	Personas
RESULTADOS ECONOMICOS	INGRESOS	$ 3.725.435.679	$ 3.898.896.964	$ 3.898.896.964	$ 3.898.896.964	$
	EGRESOS	$ 2.193.163.789	$ 2.839.522.052	$ 2.675.227.525	$ 2.510.932.998	$
	COSTO/BENEFICIOS	**1,70**	**1,37**	**1,46**	**1,55**	$

Fuente: Autores.

Con respecto a los escenarios planteados se puede concluir que en términos económicos, el Escenario Actual es el que le conviene al Hospital, ya que tiene una relación costo beneficio de 1,7, sin embargo este sistema tiene problemas de manera técnica, evidentes en los tiempos en sistema y en fila de los médicos ya que son demasiados prolongados. Otra desventaja que tiene el Sistema Actual es el tipo de contratación con el cual tienen vinculado la mayoría del personal del Área de Urgencias del HDSRZ, ya que están afiliados por cooperativa y no de planta como lo exige la Ley.

De acuerdo, a los resultados generados luego de evaluar cada escenario de manera técnica y económica, se concluye que el **Escenario Propuesto #3**, el cual hace referencia tener disponible dos médicos constantes durante los tres turnos, es el que de manera técnica disminuye notablemente los tiempos en sistema y en fila de los médicos, en cuanto al análisis económico este refleja una relación costo beneficio de **1,55** que comparada con el Escenario Actual tiene menor rentabilidad, sin embargo, en cobertura de usuarios es mayor permitiendo que el hospital tenga un mayor impacto a nivel social.

10. CONCLUSIONES

El área de Urgencias del HDSRZ, tienen como objetivo general brindar atención, asistencia - administrativa de manera oportuna, segura, continua, integral y pertinente al paciente que accede al servicio de urgencias, según nivel de complejidad.

Siendo el Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal - Valle, una entidad de orden Departamental, prestador de servicios en el nivel I y II de atención y centro de referencia para los municipios circunvecinos, este tiene gran afluencia de usuarios en sus procesos, la dependencia de Urgencias es un proceso misional que porcentualmente es uno de más representativos para la entidad prestadora de salud; tal motivo ha hecho que el objetivo del área, antes mencionado, deba cumplir a cabalidad en cuanto a la oportunidad y calidad del servicio.

Mediante las observaciones, se pudo constatar que la ejecución y atención del proceso de Urgencias es demasiado prolongado, en cuanto a los tiempos en sistema, tiempos de espera y atención por parte de los servidores, lo que afecta considerablemente la calidad del servicio prestado.

Con la premisa antes diagnosticada, y con la utilización de herramientas lógicas e informáticas, se procedió a realizar la recreación del sistema actual con la finalidad de proponer y evaluar estrategias con las cuales se pueda operar con mayor efectividad el sistema de Urgencias del HDSRZ, para el beneficio del mismo y por ende para la comunidad.

El estudio de los diferentes escenarios de mejora propuestos, permitió determinar la mejor combinación entre una evaluación técnica mediante la simulación y económica a través del análisis costo beneficio, incluso bajo condiciones de afluencia superior a la que en promedio acceden al servicio médico; ya que al mejorar los tiempos y la calidad del servicio generara una mayor tendencia de usuarios hacia la sala de Urgencias del HDSRZ, aumentando así los ingresos y las utilidades de la entidad; de igual manera proponer diversos escenarios permitió mejorar factores externos, como la modalidad de contratación, sugiriendo en ellos una política contractual efectiva de manera legal y reglamentaria, tal y como lo exige la ley.

“Si bien es cierto que vincular el personal a la planta tiene un costo superior al que se paga actualmente, según la relación costo beneficio; éste se verá reflejado en mejora en el servicio, en mayor rentabilidad social, en cumplimiento de normatividad laboral, atendiendo el servicio a la salud como un derecho fundamental para el usuario”[35].

[35] Ibid., p. 191.

Tomando como referencia el diagnóstico y las conclusiones del proyecto realizado en el área de Urgencias del Hospital Departamental San Rafael de Zarzal – Valle, se hace mención a las siguientes recomendaciones:

- Sensibilizar al personal médico para que la atención al usuario sea la función y el objetivo primordial, de igual manera implementar controles, que le permitan a la entidad verificar el cumplimento de la política de atención médica y por ende la calidad del servicio.

- Realizar un estudio de distribución de planta al área de Urgencias, con la finalidad de reestructurar y mejorar las instalaciones, buscando mayor comodidad, oportunidad y cobertura de usuarios.

- Vincular de manera legal y reglamentaria los recursos humanos que tiene el área de Urgencias, creando un impacto anímico y social que permita el mejoramiento de la atención por parte de los servidores.

- Utilizar los modelos desarrollados como herramientas que permitan simular realidades futuras de la dependencia de Urgencias u otras dependencias, buscando el mejoramiento continuo del HDSRZ.

BIBLIOGRAFÍA

Artículo 209 de la Constitución Política de Colombia - igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad.

ANU, Maria. Introduction to modeling and simulation, Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference ed. S. Andradóttir, K. J. Healy, D. H. Withers, and B. L. 1997.

AZARANG, Mohammad R. GARCIA, Eduardo. Simulación y análisis de modelos estocásticos. McGraw-Hill, 1996. 282 p.

BAESLER, Felipe; SEPÚLVEDA, José; GARCÍA A, Rodrigo; PEZO, Mauricio y RODRÍGUEZ, Pedro. Uso de simulación en el análisis del flujo de pacientes en sistemas de salud. En: Actas del 5 º Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Septiembre de 2001. p 86-88.

BANKS, J. In J. BANKS (Ed.), Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice. New York: Wiley Interscience. 1998.

BARCELÓ Jaime, Simulaciones de Sistemas Discretos, Publicaciones de Ingeniería de Sistemas.

Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales - Antecedentes del Sistema General de Seguridad Social en Salud.

CASANOVAS, Josep; FIGUERAS, Jaume; GUASCH, Antonio y PIERA, Miguel Ángel. Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Barcelona (España). Ediciones UPC, 2009. 358 p.

CIANFRANI Charles A. y WEST John E. (2004), Guía Práctica de ISO 9001:2000 para Servicios. Panorama. México.

Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales.

CROSBY. P.B. (1979). Quality is Free, McGraw Hill. New York.

DELGADO ENCINAS, Karem Cecilia. Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de atención a pacientes de emergencia adultos de un hospital público utilizando simulación discreta. Trabajo de grado de Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universitaria Católica del Perú, 2007. 2 p.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2010.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INFORMÁTICA APLICADA. Simulación del funcionamiento de un hospital como aplicación de una Cola de Prioridad. Universidad Politécnica de Valencia, España. 2010.

EVANS James R. & LINDSAY William. (2000). Administración y Control de la Calidad, (4a ed.). Thomson Editores. México.

GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Juan A. Flujo del Paciente en Sala de Emergencia. Escuela de Medicina, Universidad de Puerto Rico. 2007.

HENGST, HLUPIC y CURRIE, Just in Time of Business Process, 2004.

HOSPITAL DEPARTAMENTAL SAN RAFAEL E.S.E. DE ZARZAL – VALLE. Sistema y proceso de gestión de calidad. Manual de calidad. Zarzal – Valle, 2009. 21 p.

HOPEMAN Richard J. Administración de Producción y Operaciones.

IBARGUEN, Cristian y MARULANDA, Katerine. Desarrollo de un estudio técnico de cargas laborales, bajo la metodología de la DAFP en el área de Consulta Externa del Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal – Valle, soportado a través del diseño de un modelo de simulación. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial. Tuluá: UCEVA. 2013. 204 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas para la Presentación de Trabajos de Investigación. Sexta actualización. Bogotá. 2008.

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO. Oficina Internacional del trabajo Ginebra (OIT). (Cuarta edición 1996) Capítulo 2: Estudio del trabajo y productividad pág. 9.

La reseña histórica del HDSRZ vista en el Marco de Antecedentes, es tomada de la Página Web del Hospital Departamental San Rafael E.S.E. de Zarzal - Valle: www.hospitalsanrafaelzarzal.gov.co [Citado 2013-07-06].

MARIA, A. Introduction to modeling and simulation, Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference ed. S. Andradóttir, K. J. Healy, D. H. Withers, and B. L. 1997.

MILLER, M. FERRIN, D. y SZYMANSKI. (2003). Simulating six sigma improvement ideas for a hospital emergency department. En Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, ed. S. Chick, P. Sanchez, D. Ferrin. 2003.

MENDEZ Rafael, Formulación y Evaluación de Proyectos, Enfoque para Emprendedores, Icontec Internacional Quinta Edición 2008.

MUÑOZ ARIAS, Álvaro D. Enrique. Desarrollo de una metodología para la construcción de modelos de simulación de Unidades de Emergencia. Magíster en Ingeniería Industrial. Concepción: Universidad del Bío-Bío, 2011. 5 p.

PÉREZ, Adad S, TRONCOSO Poblete C, OLAVARRÍA K, Pugh. Optimización del flujo de pacientes en un servicio de urgencia. 2008.

P.B.O.T. Municipio de Zarzal año 2000, Unidad Extramural Hospital Departamental San Rafael Estadística Unidad Ejecutora de Saneamiento Asesoría en Salud y Vivienda del Municipio de Zarzal.

ROMERO H. Omar, MUÑOZ N. David y ROMERO H Sergio, Introducción a la Ingeniería, Un Enfoque Industrial 2006.

SIMPSON et al., 2005; Canadian Institute for Health Information [CIHI], 2007; Sinreich y Jabali, 2007.

TAHA Hamdy A., Investigación de Operaciones, Séptima Edición 2004.

VELÁSQUEZ, Paula Andrea. RODRÍGUEZ, Alma Karina. JAÉN, Juan Sebastián. Metodologías cuantitativas para la optimización del servicio de urgencias: una revisión de la literatura. Bogotá Col. 2011.

VENEGAS, F; AMAYA, C.A y VELASCO, N. Simulación de la sala de urgencias en el Hospital El Tunal para caracterizar los problemas de flujo en los procesos. Universidad de los Andes. Bogotá Col. 2007.

http://www.minsalud.gov.co/Paginas/Enlaces.....[Citado 2012-11-10].

http://Zarzal-valle.gov.co.....[Citado 2012-11-26].

http://libra.msra.cn/Publication/50332893/simulating-six-sigma-improvement-ideas-for-a-hospital-emergency-department..... [Citado 2012-11-26].

http://exa.unne.edu.ar/informatica/metodoscuatitativo.pdf..... [Citado 2012-11-26].

http://dspace.uniandes.edu.co/xmlui/bitstream/handle.pdf.....[Citado 2012-11-26].

http://www.reeme.arizona.edu/materials/FlujoPaciente.pdf..... [Citado 2012-11-27].
http://www.minproteccionsocial.gov.co..... [Citado 2012-11-28].

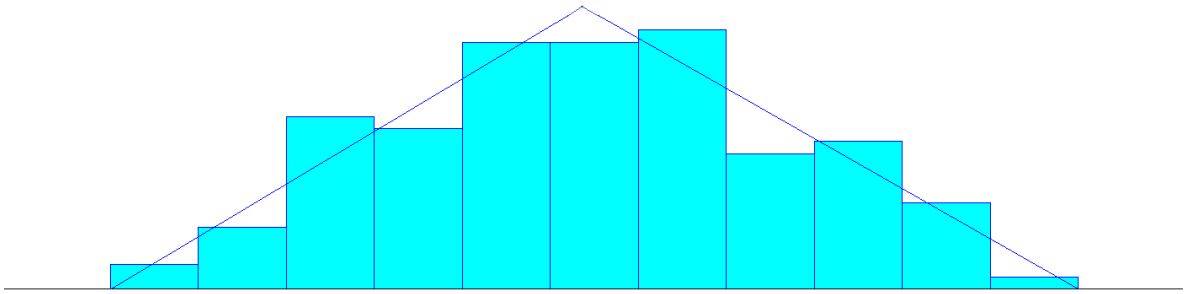
http://users.dsic.upv.es/clases/eda2010/pract6/practica6.pdf... [Citado 2012-11-28].

ANEXOS

Anexo A. Análisis del Comportamiento de los datos - Input Analyzer.

TIEMPOS ENTRE LLEGADAS – HORARIO DIURNO

Ilustración 31. Comportamiento - Tiempos entre llegadas – Horario Diurno.



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Triangular.
Expresión: TRIA(8, 10.2, 12)
Error cuadrático: 0.002753

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 7
Grados de libertad = 5
Prueba estadística = 2.22
Correspondiente P-valor > 0.75

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 8.27
Valor máximo = 11.6
Promedio = 9.96
Desviación estándar = 0.8

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 8 a 11.9
Número de intervalos = 11

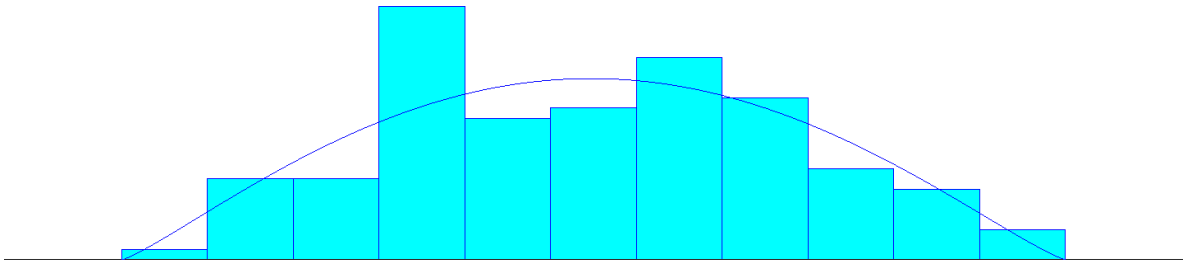
Cuadro 8. Error cuadrático - Tiempos de entre llegadas – Horario Diurno.

Function	Sq Error
Triangular	0.00275
Beta	0.003
Weibull	0.0038
Normal	0.00412
Erlang	0.00767
Gamma	0.00772
Lognormal	0.0133
Uniform	0.0319
Exponential	0.0656

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

TIEMPOS ENTRE LLEGADAS – HORARIO NOCTURNO

Ilustración 32. Comportamiento - Tiempos entre llegadas – Hor. Nocturno.



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Beta.
Expresión: 48 + 14 * BETA(2.21, 2.22)
Error cuadrático: 0.009367

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 7
Grados de libertad = 4
Prueba estadística = 9.61
Correspondiente P-valor = 0.0481

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 48.3
Valor máximo = 62
Promedio = 55
Desviación estándar = 3

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 48 a 62
Número de intervalos = 11

Cuadro 9. Error cuadrático - Tiempos de entre llegadas – Horario Nocturno.

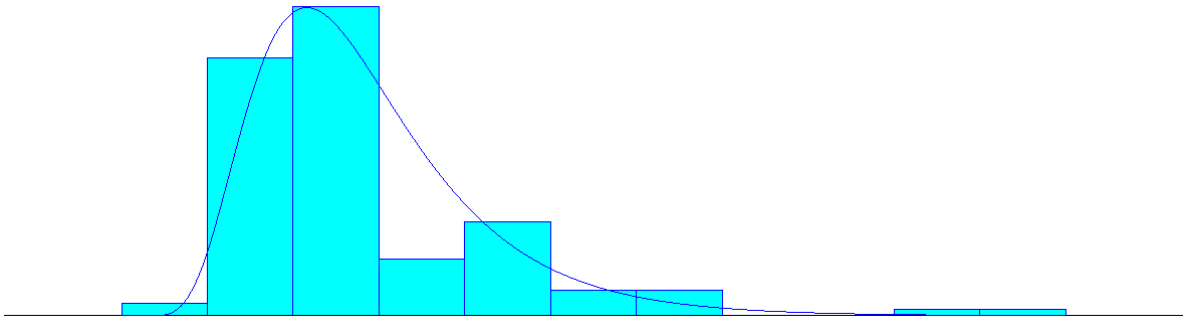
Function	Sq Error
Beta	0.00937
Weibull	0.0102
Normal	0.0119
Gamma	0.0121
Erlang	0.0121
Triangular	0.0128
Lognormal	0.0166
Uniform	0.0332
Exponential	0.0664

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

TIEMPOS DE SERVICIO

- **Tiempos de servicio – Registro (Vigilante)**

Ilustración 33. Comportamiento de los Tiempos de registro.



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Lognormal.
Expresión: 0.23 + LOGN(0.452, 0.206)
Error cuadrático: 0.025770

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 4
Grados de libertad = 1
Prueba estadística = 16
Correspondiente P-valor < 0.005

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 0.378
Valor máximo = 1.82
Promedio = 0.686
Desviación estándar = 0.24

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 0.23 a 1.97
Número de intervalos = 11

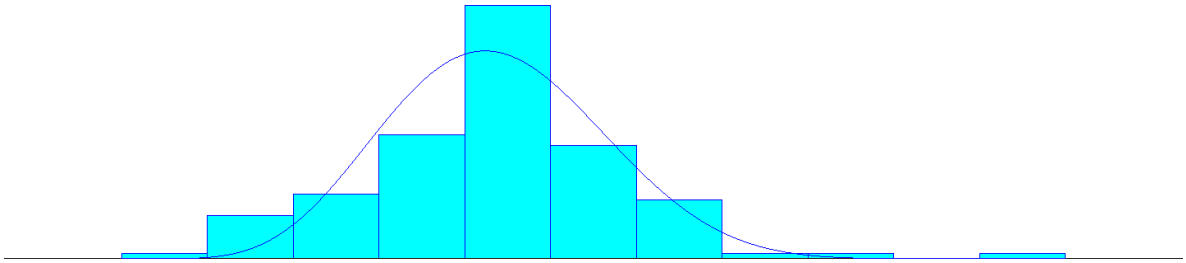
Cuadro 10. Error cuadrático - Tiempos de registro.

Function	Sq Error
Lognormal	0.0258
Gamma	0.0367
Erlang	0.037
Beta	0.0495
Weibull	0.0528
Normal	0.0764
Triangular	0.124
Exponential	0.154
Uniform	0.188

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

- **Tiempos de servicio – Caja.**

Ilustración 34. Comportamiento de los Tiempos de facturación.



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Beta.
Expresión: 0.28 + 2.31 * BETA(7.13, 10.8)
Error cuadrático: 0.015521

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 5
Grados de libertad = 2
Prueba estadística = 7.17
Correspondiente P-valor = 0.0287

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 0.479
Valor máximo = 2.4
Promedio = 1.18
Desviación estándar = 0.303

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 0.28 a 2.59
Número de intervalos = 11

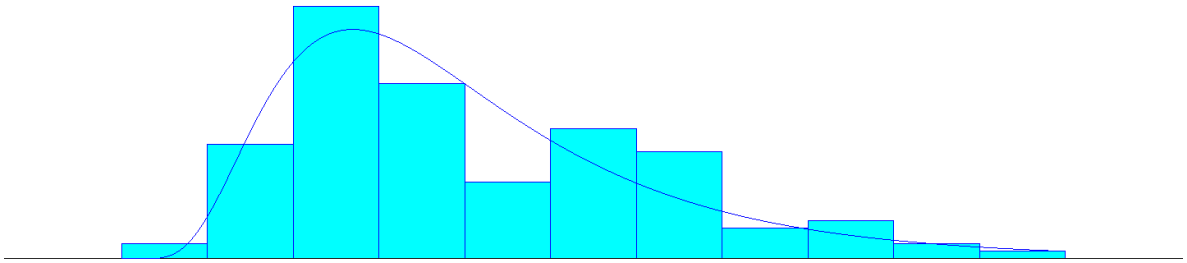
Cuadro 11. Error cuadrático - Tiempos de facturación.

Function	Sq Error
Beta	0.0155
Normal	0.016
Weibull	0.0201
Erlang	0.0303
Gamma	0.0314
Lognormal	0.0438
Triangular	0.0572
Uniform	0.13
Exponential	0.156

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

- **Tiempos de servicio – Triage.**

Ilustración 35. Comportamiento de los Tiempos del triage.



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Lognormal.
Expresión: 2.16 + LOGN(2.9, 1.68)
Error cuadrático: 0.010993

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 6
Grados de libertad = 3
Prueba estadística = 11.5
Correspondiente P-valor = 0.00954

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 2.8
Valor máximo = 9.18
Promedio = 5.03
Desviación estándar = 1.47

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 2.16 a 9.83
Número de intervalos = 11

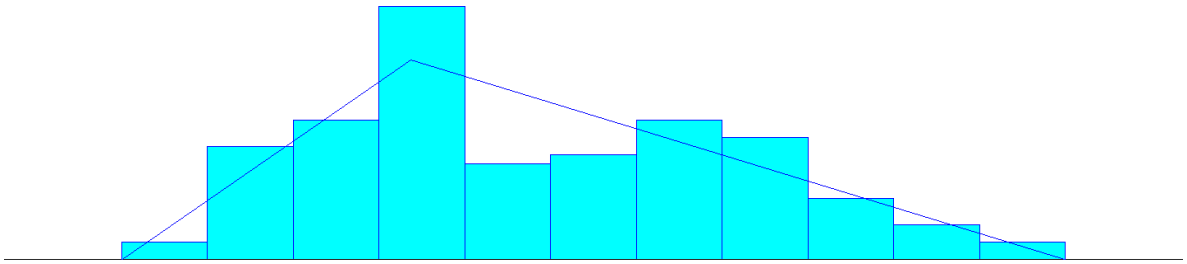
Cuadro 12. Error cuadrático - Tiempos del Triage.

Function	Sq Error
Lognormal	0.011
Gamma	0.0141
Erlang	0.0148
Triangular	0.0158
Weibull	0.0182
Beta	0.0197
Normal	0.0289
Uniform	0.0652
Exponential	0.0743

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

- **Tiempos de servicio – Medico #1 (consultorio#1).**

Ilustración 36. Comportamiento de los Tiempos del Medico #1.



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Triangular.
Expresión: TRIA(7, 10.7, 19)
Error cuadrático: 0.010952

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 8
Grados de libertad = 6
Prueba estadística = 9.21
Correspondiente P-valor = 0.177

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 7.5
Valor máximo = 18.6
Promedio = 12.2
Desviación estándar = 2.6

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 7 a 19
Número de intervalos = 11

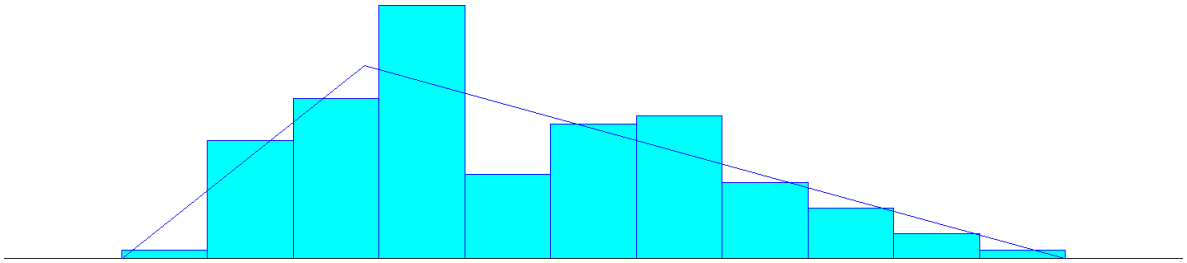
Cuadro 13. Error cuadrático - Tiempos del Medico #1.

Function	Sq Error
Triangular	0.011
Gamma	0.0138
Beta	0.0139
Weibull	0.0146
Erlang	0.0154
Lognormal	0.0155
Normal	0.0205
Uniform	0.0386
Exponential	0.0602

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

- **Tiempos de servicio – Medico #2 (consultorio#2).**

Ilustración 37. Comportamiento de los Tiempos del Medico #2.



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Triangular.
Expresión: TRIA(7, 10.1, 19)
Error cuadrático: 0.011647

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 7
Grados de libertad = 5
Prueba estadística = 9.96
Correspondiente P-valor = 0.0804

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 7.5
Valor máximo = 18.6
Promedio = 12
Desviación estándar = 2.45

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 7 a 19
Número de intervalos = 11

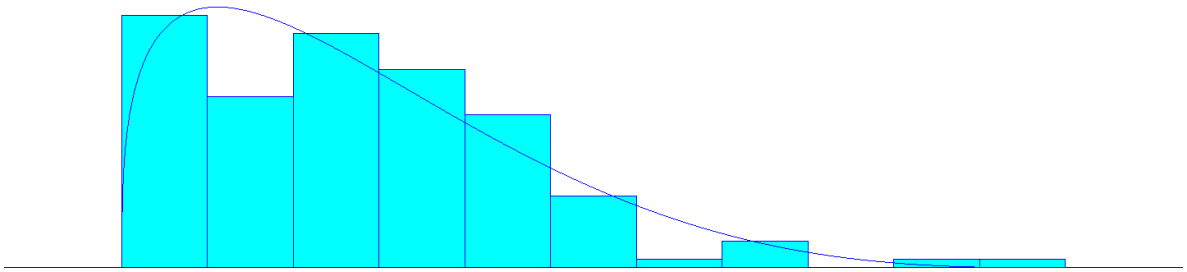
Cuadro 14. Error cuadrático - Tiempos del Medico #2.

Function	Sq Error
Triangular	0.0116
Gamma	0.0131
Erlang	0.0138
Lognormal	0.0138
Beta	0.0148
Weibull	0.0148
Normal	0.0215
Uniform	0.0496
Exponential	0.068

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

- **Tiempos de servicio – Enfermera.**

Ilustración 38. Comportamiento de los Tiempos de enfermería.



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Beta.
Expresión: 3 + 11 * BETA(1.33, 3.91)
Error cuadrático: 0.009019

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 6
Grados de libertad = 3
Prueba estadística = 7.87
Correspondiente P-valor = 0.0491

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 3.07
Valor máximo = 13.7
Promedio = 5.79
Desviación estándar = 1.92

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 3 a 14
Número de intervalos = 11

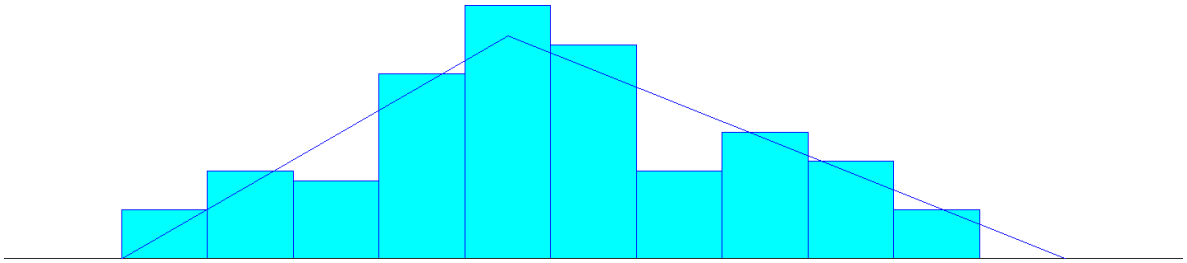
Cuadro 15. Error cuadrático - Tiempos de enfermería.

Function	Sq Error
Beta	0.00902
Weibull	0.0124
Normal	0.016
Gamma	0.0166
Erlang	0.0186
Triangular	0.0234
Exponential	0.0237
Lognormal	0.0274
Uniform	0.0773

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

- **Tiempos de servicio – Enfermera (HC y RIPS).**

Ilustración 39. Comportamiento de los Tiempos de enfermería (HC y RIPS).



Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Resumen de la distribución

Distribución: Triangular.
Expresión: TRIA(4, 5.08, 6.64)
Error cuadrático: 0.006799

Prueba de Chi Cuadrado

Número de intervalos = 8
Grados de libertad = 6
Prueba estadística = 7.52
Correspondiente P-valor = 0.282

Resumen de datos

Número de datos = 126
Valor Mínimo = 4
Valor máximo = 6.39
Promedio = 5.18
Desviación estándar = 0.545

Resumen de histograma

Rango del de histograma = 4 a 6.64
Número de intervalos = 11

Cuadro 16. Error cuadrático - Tiempos de enfermería (HC y RIPS).

Function	Sq Error
Triangular	0.0068
Normal	0.00859
Beta	0.0107
Weibull	0.0127
Gamma	0.0243
Erlang	0.0291
Uniform	0.0392
Lognormal	0.0525
Exponential	0.0666

Fuente: Autores basados en la herramienta Input Analyzer del Software Arena®.

Anexo B. Acta de validación de los modelos y los resultados.

ACTA DE REUNIÓN

Tema: DISEÑO DE UN MODELO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LA SALA DE URGENCIAS DE UN HOSPITAL DE NIVEL II UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN.

Fecha: 16 de Mayo del 2014

Lugar: Hospital Departamental de Zarzal – Valle.

Hora de inicio: 5:00: 00 p.m.

Hora finalización: 6:15: 00 p.m.

Objetivo de la reunión: Presentación del informe de resultados del estudio y modelos de simulación del sistema de Urgencias del Hospital Departamental de Zarzal – Valle.

Responsables de la reunión: Armando Ortega Mazo y María Teresa Rendón.

Asistentes: Jefe del área de Urgencias del HDSRZ, Miller Motato.

Siendo el día Viernes 16 de mayo de 2014 se reunieron los estudiantes Armando y María Teresa Giraldo con el señor Miller Motato jefe del área de Urgencias del Hospital San Rafael de Zarzal, con el fin de socializarle el Modelo definitivo de la situación actual del área de urgencias al jefe Miller, de lo cual se concluyó que el modelo refleja la situación real a la fecha del área de urgencias y que cuenta con la distribución de espacios y personal con que cuenta el área en mención, por lo tanto es una herramienta válida para simular los diferentes momentos y las variaciones que se deban realizar por los estudiantes para la presentación de su proyecto de grado.

Durante la reunión se estableció que los resultados y los modelos expuestos cumplen a cabalidad con la recreación o el funcionamiento del sistema de Urgencias, el Jefe del área establece que los resultados arrojados por el modelo hacen plena referencia al comportamiento que tiene el área objeto de estudio.

Firma de las partes:

Armando Ortega Mazo.
Estudiante.

Miller Motato
Jefe del área de Urgencias del HDSRZ

María Teresa Giraldo Rendón.
Estudiante.

Anexo C. Proyección de la demanda y precios de las consultas.

- Datos históricos y proyección de la demanda.

Tabla 34. Datos históricos de la demanda (Proyección).

DATOS HISTORICOS DE LA DEMANDA				
X (Años)	**Y= Demanda**	**Y calculado**	**X*Y**	**X^2**
1 = 2008	18.928	19.863	18.928	1
2 = 2009	22.434	20.832	44.868	4
3 = 2010	20.927	21.800	62.781	9
4 = 2011	23.756	22.769	95.024	16
5 = 2012	22.651	23.738	113.255	25
6 = 2013	25.012	24.706	150.072	36
21	**133.708**		**484.928**	**91**

Fuente: Autores.

De acuerdo con la aplicación del método de regresión lineal se obtiene la siguiente línea de regresión que permite proyectar la demanda para los próximos cinco años:

$$Y = 18895 \text{ usuarios} + 966(x)$$

Tabla 35. Demanda proyectada.

DEMANDA PROYECTADA	
Años	**Demanda**
2.015	25.675
2.016	26.643
2.017	27.612
2.018	28.580
2.019	29.549
2,020	30.518

Fuente: Autores.

- Datos históricos y proyección de los precios de consulta.

Tabla 36. Datos históricos de los precios de las consultas.

CALCULO DE LA TARIFA DE COBRO POR USUARIO ATENDIDO (2014)			
Descripción - Urgencias	**Usuarios**	**Ingresos**	**Ingreso por usuario atendido**
Consulta	23220	$ 832.515.500	$ 35.853
Procedimientos	1944	$ 74.390.225	$ 38.267
Observación	728	$ 39.629.000	$ 54.435
TOTAL	25892	$ 946.534.725	$ 42.852

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta el cobro de la tarifa o precio de consulta del área de Urgencias, se realiza la proyección teniendo en cuenta la inflación para los próximos 5 años, en la siguiente tabla se describe dichas tarifas:

Tabla 37. Proyección de precios de las consultas.

PROYECCIÓN DE PRECIOS DE CONSULTA - URGENCIAS		
Años	**Proyección de la Inflación**	**Proyección**
2014		$ 42.852
2015	1,0324	$ 44.240
2016	1,0309	$ 45.607
2017	1,0295	$ 46.953
2018	1,0282	$ 48.277
2019	1,0270	$ 49.580

Fuente: Autores.

Anexo D. Proyección del costo del kWh.

Teniendo en cuenta el cobro de la tarifa o precio del kWh que actualmente tiene el área de Urgencias, se realiza la proyección teniendo en cuenta la inflación para los próximos 5 años, en la siguiente tabla se describe dichas tarifas:

Tabla 38. Proyección del costo kWh.

PROYECCIÓN DEL COSTO DEL Kw			
PERIODO	**AÑO**	**COSTO DEL Kw POR HORA ($/kWh)**	**INFLACIÓN (IPC VARIACIÓN ANUAL)**
AÑO 0	2014	669,0	3,24%
AÑO 1	2015	690,7	3,09%
AÑO 2	2016	712,0	2,95%
AÑO 3	2017	733,0	2,82%
AÑO 4	2018	753,7	2,70%
AÑO 5	2019	774,0	

Fuente: Autores.

Anexo E. Proyección de los costos de los medicamentos y papelería.

- Datos históricos y proyección de los costos de medicamentos.

Tabla 39. Datos históricos de los costos de medicamentos.

COSTO MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS POR USUARIO ATENDIDO (2014)		
Descripción - Urgencias	**Costos**	**Costo por usuario atendido**
Consulta	$ 204.631.857	$ 18.637
Procedimientos	$ 58.027.228	$ 21.717
Observación	$ 282.045	$ 6.410
TOTAL	$ 262.941.130	$ 15.588

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta el costo de los medicamentos del área de Urgencias, se realiza la proyección teniendo en cuenta la inflación para los próximos 5 años, en la siguiente tabla se describe dichos costos:

Tabla 40. Proyección de los costos de los medicamentos.

PROYECCIÓN DE LOS COSTOS DE MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS - URGENCIAS		
Años	**Proyección de la Inflación**	**Proyección**
2014		$ 15.588
2015	1,0324	$ 16.093
2016	1,0309	$ 16.590
2017	1,0295	$ 17.080
2018	1,0282	$ 17.561
2019	1,0270	$ 18.035

Fuente: Autores.

- Costo de papelería.

Para el costo de papelería se tuvo en cuenta la demanda estimada en relación con el costo de tinta y papel. De acuerdo a las cotizaciones y observaciones realizadas en el área de Urgencias del HDSRZ, el costo de papelería por usuario atendido asciende a $ 150 pesos.