

Aplicación de la simulación discreta en el área de urgencias de una institución prestadora de servicios para disminuir pérdida de pacientes

Discrete simulation application in the emergency area of a service provider institution to reduce loss of patients

Daniel Alfonso Mendoza Casseres*
Medardo González Conde**
Ronald Andrés Corcho Martínez***
Alejandra Berdugo Alonso****

RESUMEN

En la actualidad el área de urgencias es uno de los factores críticos del sector salud en Colombia, debido a la baja calidad del servicio suministrado y los problemas que en ella se presentan. En esta investigación se ha evaluado el comportamiento actual del área de urgencias de una Institución Prestadora de Servicios en el departamento del Atlántico. Se utilizó el software de simulación Flexsim 7 para realizar las simulaciones discretas, con el propósito de obtener propuestas de mejora que permitan reducir el número de pacientes remitidos a otras entidades debido a la saturación del área y el efecto que genera sobre las finanzas de la organización. Se desarrolló un modelo de simulación donde se evaluaron diferentes escenarios como implementar el triage, asignar horarios de médicos y especialistas. Los resultados obtenidos muestran que se reduce el número de pacientes remitidos a otras instituciones, aumentando los ingresos financieros de la institución.

Palabras claves: simulación discreta, triage, urgencias médicas, procesos de atención, programación de recursos.

ABSTRACT

Currently, the emergency area is a critical factor in the health sector in Colombia, due to low quality of the service provided and the problems it presents. In this research, the current situation of emergency area of a service provider institution in the department of Atlántico has been evaluated. Flexsim 7 simulation software was used to perform discrete simulations, with the objective of obtaining improvement proposals that allow reducing the number of patients sent to other entities due to saturation of the area and the effect that this generates organization's finances. A simulation model was developed where different scenarios were evaluated like triage implementation and schedule assignment for doctors and specialists. The results show that the number of patients sent to other institutions were reduced, increasing financial revenues for the institution.

Keywords: Discrete simulation, Triage, Medical emergencies, Care processes, Scheduling resources.

Como citar este artículo:

D. A. Mendoza Casseres, M, González Conde, R. A. Corcho Martínez, A. Berdugo Alonso, "Aplicación de la simulación discreta en el área de urgencias de una institución prestadora de servicios para disminuir pérdida de pacientes". *Ingeniare*, N°. 21, pp. 57-73, 2016.

* Docente de Ingeniería Industrial. Universidad del Atlántico. danielmendoza@mail.uniatlantico.edu.co

** Docente de Ingeniería Industrial. Universidad Libre Seccional Barranquilla. mgonzalezc@unilibrebaq.edu.co

*** Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad del Atlántico. rcorcho@mail.uniatlantico.edu.co

**** Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad del Atlántico. aberdugoa@mail.uniatlantico.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la salud en Colombia actualmente se encuentra como uno de los factores más críticos para la sociedad debido a la baja calidad del servicio suministrado y los problemas en sus diferentes dependencias [1]. La saturación de pacientes en el interior del área de emergencia en clínicas y hospitales es uno de los problemas que afectan al sector en la actualidad. En la última década el incremento de la población y la dificultad por tener amplia cobertura ha inducido que esta área se sature y como consecuencia esté congestionada gran parte del tiempo, afectando directamente la salud de los pacientes [2]. Por ello el área de urgencias es considerada una de las más concurridas. Esta problemática de la congestión o saturación del área de urgencias se ha constituido en un tema de interés para investigadores, si bien el modo de abordar estos temas difiere de unos a otros. Algunos utilizan aproximaciones basadas en tiempos medios de espera, media diaria de pacientes atendidos, etc., lo cual facilita significativamente los cálculos, pero simplifica un fenómeno de naturaleza compleja [3] [4] [5]. Por otro lado, se utiliza simulación por ordenador permitiendo crear modelos con factores que influyen en los requerimientos de camas, siendo una de sus principales ventajas la posibilidad de modificar las condiciones del sistema, planteando diferentes escenarios y observar el comportamiento del sistema en cada caso [6] [7].

Una de las áreas más importantes y útiles donde se aplican modelos de simulación de eventos discretos es la de la salud. Específicamente en el área de urgencias, pero no solo en esta se ha hecho uso de esta técnica sino también en hospitalización, oftalmología, cirugía entre otros. En las cuales se ha logrado un mejoramiento de los procesos tanto operativos como estratégicos. La técnica simulación de eventos discretos ha sido utilizada generalmente para disminuir el tiempo de estadía en el área de urgencias [8] [9], Evaluar la gestión de servicios de urgencias y aplicar soluciones en busca de eficiencia [10] [11], Optimizar los tiempos de atención [12], mejorar el rendimientos de los procesos asistenciales [13] o la distribución y programación del recurso humano [14].

Estudios muestran que las principales causas de saturación del área de urgencias son el ingreso y la priorización de pacientes, el flujo de pacientes por las fases de atención y los tiempos de estancia [12]. Las saturaciones en las instituciones prestadoras de servicio son causa de inconformidades y remisiones de los usuarios, principalmente en el área de urgencia, donde se presentan tiempos de esperas y congestiones inaceptables. Se ha mostrado que los pacientes son más dados a abandonar el departamento de emergencias sin recibir atención médica a causa de la demora o saturación del sistema para ser atendidos en otro lugar incrementando los problemas de salud por los que consultan [2].

En el presente artículo se considera un problema de teoría de colas en el área de urgencias en una institución prestadora de servicios, donde pacientes son remitidos a otras instituciones debido a la saturación del sistema. Sumado a esto la desorganización en turnos de médicos y especialistas que impactan de forma directa en los tiempos de estancia en la institución y perdida de pacientes por remisión, afectando las finanzas de la organización. Dicha situación es evaluada con el uso de la simulación

de eventos discretos en búsqueda de alternativas de solución que han sido examinadas acorde a las facilidades actuales del hospital para realizar dichos cambios, lo que permite que la implementación de estas soluciones sea de gran facilidad.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Fundamentación teórica

Los problemas más comunes que se encuentran en las estancias hospitalarias alrededor del mundo son saturación del servicio, ineficiencia del flujo de pacientes, tiempos de espera largos para los pacientes, largos tiempos de estancia hospitalaria, optimización del tiempo de atención por el médico de urgencias, capacidad del servicio de urgencias versus demanda, capacidad y programación del personal asistencial en urgencias. [15].

El problema de saturación del sistema es uno de los casos presentes en el área de urgencias y estudiado a través de la simulación de eventos discretos como el caso de Noyes [16] que busca utilizar el modelo para proponer y analizar nuevas políticas tales como el aumento de número de camas, la reducción de los tiempos muertos entre los pacientes, etc. Para disminuir la saturación. De igual forma, L. M. Pantoja [17] utiliza el modelo de simulación para sintetizar el registro global y actividades de las condiciones actuales del área de urgencias para proponer mejoras contrastando tiempos de espera, personas en cola y utilización del personal (alternativas de horarios y disposición de recursos) mediante la aplicación del Triage.

Por otro lado K. Delgado [18] estudia la situación actual del área de emergencia en un hospital del Perú mediante la simulación discreta con el objetivo de obtener propuestas de mejora para reducir el tiempo de permanencia del paciente en el sistema, estos fueron identificados en varios tipos de pacientes en los tópicos de cirugía, medicina y traumatología, evaluaron diversas posibilidades y escenarios (programación de personal) llegando a la modificación del horario de atención de los médicos en el tópico de medicina.

En otro contexto S. Llorente [19] simula un área de urgencias generales para determinar si el aumento del recurso de camas de exploración permite disminuir los tiempos de espera, establecieron que en el estado actual (11 camas) la ocupación es del 85% y aumentando el número de camas hasta llevar la ocupación al 28% comprobaron que el tiempo de espera en cola es aproximadamente 0,01h pero el número de personas y el tiempo de espera en el sistema permanece igual, concluyendo que el aumento de camas de exploración no haría posible una estructura funcional más eficiente. Además S. Aguirre [20] referencia que la congestión, elevados tiempos de espera, y cargas horarias de trabajo no balanceadas son problemas comunes en la mayoría de los hospitales, y mediante su trabajo buscan mejorar el flujo de pacientes en el área de urgencias por medio de políticas de capacidad y programación del personal asistencial, mediante fases determinaron el nivel óptimo de personal asistencial teniendo en cuenta políticas legales e institucionales y el comportamiento diario de la demanda, y obtuvieron resultados de

combinaciones de tipos de médicos y enfermeras con su respectiva programación que permiten reducir la congestión del sistema.

Por otra parte la simulación es una técnica computacional que permite representar sistemas en forma dinámica teniendo en cuenta la naturaleza estocástica inherente de algunos procesos. La variabilidad en el tiempo del sistema (componente dinámico) es considerado en el análisis, al igual que la aleatoriedad de los posibles eventos que pueden ocurrir (componente estocástico) en el progreso de la simulación; desde una perspectiva analítica estos aspectos brindan una ventaja considerable frente a otras técnicas que permiten estudiar un sistema en forma estática y determinística. Otro componente que se considera es la capacidad de animar el movimiento de las entidades que fluyen dentro del modelo, lo que permite estudiar el comportamiento del sistema durante el transcurso del periodo de simulación [21]. Con la simulación se pueden realizar una y otra vez repeticiones para el aprendizaje de una maniobra o técnica simulada sin el consiguiente daño al paciente.

2.2. Conceptualización

Institución prestadora de servicios: Es todo establecimiento organizado para la prestación de los servicios de salud. [22]

Simulación discreta: Técnica informática de modelado dinámico de sistemas. Que se define como “un programa que reproduce el comportamiento de un sistema real siguiendo el patrón de eventos e interacciones” que se apoya en la potencia de equipos informáticos y softwares específicos para el desarrollo de modelos [23] [24].

Triage: Se trata del proceso de clasificación tanto para los que acuden a un Servicio de Urgencias, hospitalario o extrahospitalario. Entendemos por triage de urgencias el proceso de valoración clínica preliminar que ordena los pacientes antes de la valoración diagnóstica y terapéutica completa según su grado de urgencia, de forma que en una situación de saturación del servicio o de disminución de recursos, los pacientes más urgentes son tratados los primeros, y el resto son controlados continuamente y revaluados hasta que los pueda visitar el equipo médico. [25]

Urgencias médicas: aparición fortuita de un problema de etiología diversa y de gravedad variable, que genera la conciencia de una necesidad inminente de atención por parte del sujeto o de sus allegados [26].

3. METODOLOGÍA

3.1. Descripción del sistema

Actualmente la IPS cuenta con los siguientes recursos: 2 médicos, 2 especialistas (Pediatría y Ginecología), 3 enfermeras, 2 recepcionistas y 17 camillas.

El procedimiento al ingresar los pacientes es el siguiente, el paciente es atendido por la recepcionista la cual se encarga de dar ingreso al sistema a los pacientes, confirman que el usuario se encuentre en la base de datos de las EPS, imprimen su historia clínica y la llevan a las enfermeras para que coloquen al usuario en lista de espera. Luego de las esperas los doctores atienden a los usuarios, brindan un diagnóstico inicial y dan las indicaciones a las enfermeras, para llevar a los pacientes a cita con el especialista o salir del sistema según la complejidad del caso (No manejan triage), luego del respectivo proceso, dan de alta a los pacientes. La IPS está catalogada como primer nivel por ende no existe hospitalización en el sistema y los pacientes al ser atendidos salen del mismo.

Esta área de servicio presenta diversas irregularidades relacionadas con la saturación frecuente del sistema, donde por política institucional la clínica suele suspender los ingresos a los pacientes cuando se encuentran 20 o más pacientes en espera para ser atendidos, en este punto las recepcionistas niegan el servicio a los pacientes y les sugieren asistir a otra IPS. Máxime por la no existencia de triage, lo que permite una tasa de pronta atención del 18% de pacientes, estos son atendidos en urgencias sin presentar ningún síntoma que requiera de una atención inmediata, estos pacientes son atendidos por el medico pero no reciben atención por parte de los especialistas, solo se les receta medicina y brinda recomendaciones. Además de irregularidades en la planeación y programación del recurso humano, los especialistas trabajan de forma paralela de 10 am-12 pm y de 3 pm-5 pm. Lo doctores de uno de 7 am-1 pm y 4 pm-8 pm y el segundo de 8 am-11 am y 2 pm-8 pm.

Lo anterior es explicado en el siguiente flujograma (Figura 1).

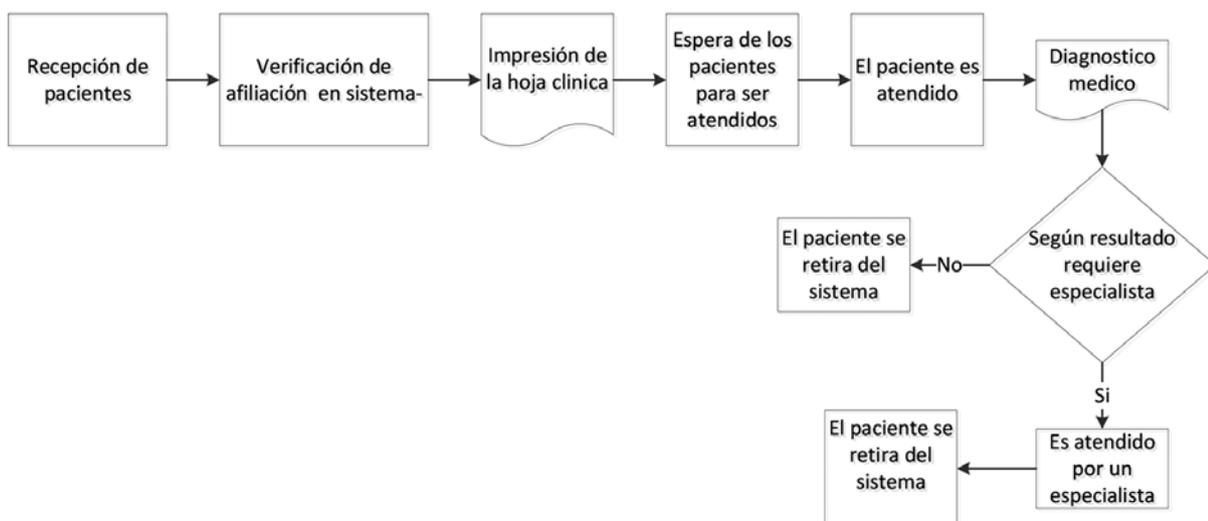


Figura 1. Flujograma del proceso de Urgencias

Fuente: IPS, elaboración propia

3.2. Modelado del sistema

El horario considerado para la realización de los cálculos fue de 8:00 am a 8:00 pm (12 horas), los días viernes, sábado y lunes (días críticos según la directiva de la IPS) donde la afluencia de pacientes es mayor y por tanto, nos permite obtener una tasa de llegadas más favorable por el lado de la seguridad. Ténganse en cuenta que en la realidad los tiempos de los tiempos de llegadas varían pasadas las 20:00 horas, por lo cual la simulación es inservible si se pretende tomar decisiones fuera de este horario. Se evidenció diferencias estadísticas significativas.

Para el tamaño de la muestra en cada día (viernes, sábado y lunes), se evaluó el comportamiento de los tiempos entre llegadas y la variación de éstos según el tamaño de muestra. La fórmula empleada para determinar el tamaño de muestra con un nivel de confiabilidad del 95% es:

$$N = \frac{1,96^2 * S^2}{d^2}$$

S: Varianza del número de personas que ingresaban los días viernes, sábado y lunes.

d: Amplitud del intervalo de confianza en número de personas.

3.2.1. Recolección de datos

Se tomaron los datos en días que no tuvieran alteraciones por factores exógenos y no se tuvo en cuenta aquellos pacientes que eran remitidos a otras instituciones debido a su complejidad. Además a través de un análisis estadístico de la información se logró evidenciar que cada día de los mencionados tiene un comportamiento similar por ello la tasa de llegada se considera igual, sin embargo se tiene la probabilidad de que tipo de cliente, su género y la edad (Ver Tabla 2 y 3, respectivamente) es:

Tabla 1. Tipo de cliente por día

Triaje	# Pacientes	Porcentaje
I	5	6%
II	17	18%
III	45	55%
IV	15	18%

Fuente: IPS, elaboración propia

Tabla 2. Pacientes por género por día

Sexo	# pacientes	Porcentaje atendido
Femenino	45	54,45%
Masculino	37	45,55%

Fuente: IPS, elaboración propia

Tabla 3. Pacientes por edad por día

Edad	# pacientes	Porcentaje atendido
0-15	22	27
16-30	25	30
31-45	23	28
Más de 45	12	15

Fuente: IPS, elaboración propia

3.2.2. Análisis estadístico ajuste y distribuciones

El análisis de datos es un tema muy sensible del área de la simulación. Puede decirse que constituye el principal componente para iniciar una simulación con software. A través de la herramienta expertfit del software Flexsim se realiza el análisis de los datos de entrada con el fin de determinar a qué distribuciones de probabilidad teóricas o empíricas se ajustan los datos, para su posterior uso en los modelos.

Tabla 4. Ajuste Tiempos de Llegada (minutos)

TIEMPO ENTRE LLEGADAS			
MODEL	RELATIVE SCORES	PARAMETERS	
1.Reyleigh	92,65	Location	0
		Scale	10,44534
2-Weibull	92,65	Location	0
		Scale	10,228
		Shape	1,81259
3-Beta	89,71	lLower endpoint	0,00115
		Upper endpoint	26,33689
		Shape #1	1,65745
		Shape#2	3,1509

Fuente: Elaboración de los autores

ABSOLUTE EVALUATION OF MODEL 1 - RAYLEIGH
 EVALUATION: GOOD
 SUGGESTION: ADDITIONAL EVALUATIONS USING COMPARISONS TAB
 MIGHT BE INFORMATIVE.
 SEE HELP FOR MORE INFORMATION.

ADDITIONAL INFORMATION ABOUT MODEL 1 - RAYLEIGH	
"ERROR" IN THE MODEL MEAN RELATIVE TO THE SAMPLE MEAN	-0.09214 = 1,01%

Figura 2. Evaluación de distribución Rayleigh tiempo llegada

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 5. Ajuste tiempo de atención al médico (minutos)

TIEMPO DE ATENCIÓN AL MÉDICO			
MODEL	RELATIVE SCORES	PARAMETERS	
1.Beta	100	lLower endpoint	4,91678
		Upper endpoint	14,22604
		Shape #1	1,17839
		Shape#2	2,16533
2-Johnson SB	96,88	lLower endpoint	4,74494
		Upper endpoint	13,93268
		Shape #1	0,51572
		Shape#2	0,78032
3. Rayleigh	93,75	Location	3,98438
		Scale	4,7224

Fuente: Elaboración de los autores

ABSOLUTE EVALUATION OF MODEL 1 - BETA
 EVALUATION: GOOD
 SUGGESTION: ADDITIONAL EVALUATIONS USING COMPARISONS TAB
 MIGHT BE INFORMATIVE.
 SEE HELP FOR MORE INFORMATION.

ADDITIONAL INFORMATION ABOUT MODEL 1 - BETA
 "ERROR" IN THE MODEL MEAN
 RELATIVE TO THE SAMPLE MEAN 6.1546e-5 = 0,00%

Figura 3. Evaluación de distribución Beta atención al médico

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 6. Ajuste tiempo en recepción (minutos)

TIEMPO EN RECEPCIÓN			
MODEL	RELATIVE SCORES	PARAMETERS	
1.Beta	100	lLower endpoint	0,99874
		Upper endpoint	98,91117
		Shape #1	0,19254
		Shape#2	0,72722
2-Johnson SB	96,88	lLower endpoint	0,9677
		Upper endpoint	98,09858
		Shape #1	0,95027
		Shape#2	0,27684

TIEMPO EN RECEPCIÓN			
MODEL	RELATIVE SCORES	PARAMETERS	
3. Pearson Type	93,75	Location	0,99565
		Scale	1122,373
		Shape #1	0,25018
		Shape #2	14,8817

Fuente: Elaboración de los autores

ABSOLUTE EVALUATION OF MODEL 1 – BETA
EVALUATION: BAD
SUGGESTION: USE AN EMPIRICAL DISTRIBUTION.
SEE HELP FOR MORE INFORMATION.

ADDITIONAL INFORMATION ABOUT MODEL 1 - BETA
“ERROR” IN THE MODEL MEAN
RELATIVE TO THE SAMPLE MEAN -0.61552 = 2,95%

Figura 4. Evaluación de distribución Beta tiempo en recepción

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 7. Ajuste Tiempo atención Especialista (minutos)

TIEMPO EN ESPECIALISTA			
MODEL	RELATIVE SCORES	PARAMETERS	
1. Johnson SB	99.1	Lower endpoint	10,3844
		Upper endpoint	49,73557
		Shape #1	0,33708
		Shape#2	0,50855
3. Beta	97.32	Lower endpoint	1.046.621
		Upper endpoint	49,62713
		Shape #1	0,67973
		Shape#2	1,00015
2-Gamma	90,91	Location	10,44218
		Scale	14,62606
		Shape	1,07372

Fuente: Elaboración de los autores

```

ABSOLUTE EVALUATION OF MODEL 1 - JOHNSON SB
  EVALUATION: GOOD
SUGGESTION: ADDITIONAL EVALUATIONS USING COMPARISONS TAB
MIGHT BE INFORMATIVE.
  SEE HELP FOR MORE INFORMATION.

```

```

ADDITIONAL INFORMATION ABOUT MODEL 1 - JOHNSON SB
"ERROR" IN THE MODEL MEAN
RELATIVE TO THE SAMPLE MEAN      0.33029 = 0,98%

```

Figura 5. Evaluación de distribución Jhonson SB tiempo atención especialista

Fuente: Elaboración de los autores

3.2.3. Supuestos de los modelos

La simulación se realizó empleando el software Flexsim 7.0.6, donde se corrieron varias réplicas. En el diseño del modelo se han considerado los siguientes supuestos:

- Se atiende al paciente y después este se retira.
- El tiempo de desplazamiento de los pacientes en el sistema no se tiene en cuenta.
- El tiempo de atención de los diferentes tipos de pacientes sigue la misma distribución.
- Una vez dentro de la IPS los pacientes esperan hasta ser atendidos, no abandonan el sistema por espera excesiva.
- Una vez dentro del sistema hay 20 pacientes, los nuevos pacientes remitidos a otras entidades.
- Cada paciente remitido significa dejar de ingresar \$ 50.000 pesos a la entidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del modelo actual

A través de la herramienta dashboard de Flexsim se obtuvieron los resultados del modelo representativo a la situación actual de la IPS. Las medidas de desempeño establecidas son el número de clientes remitidos, el tiempo promedio de espera y el porcentaje de utilización de los recursos.

En la figura 6 se muestra el número de pacientes remitidos durante el tiempo de simulación en el escenario actual, a largo plazo se espera que sean remitidos 14 pacientes. Siendo a partir de las 1 pm el lapso donde se remiten mayor número de pacientes a otras entidades, es decir que en total la IPS deja de ingresar aproximadamente \$ 700.000 pesos. La frecuente congestión del sistema conlleva a que los especialistas estén siempre ocupados (durante su tiempo de trabajo) como se observa en la figura 7, Lo que puede deberse a una inadecuada distribución o programación de los especialistas y recursos. Además el tiempo de espera promedio en el sistema es de 1 hora y 47 minutos (106 minutos) como se observa en la tabla 8, como consecuencia de la no aplicación del triage.

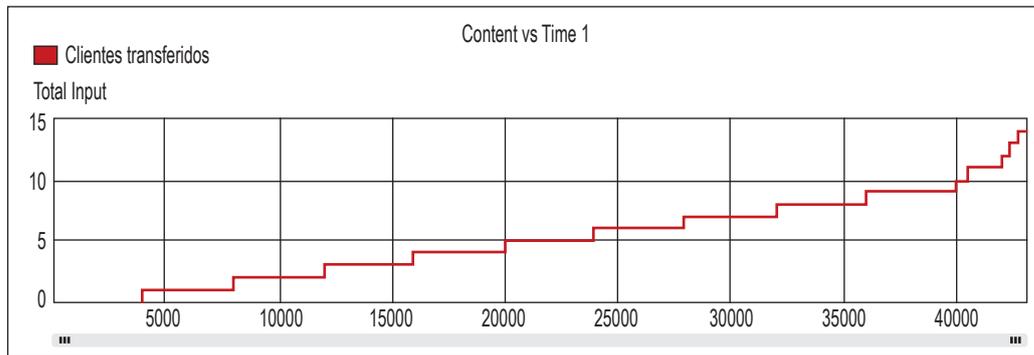


Figura 6. Número de pacientes remitidos escenario actual (número de personas vs. tiempo en seg)

Fuente: Elaboración de los autores

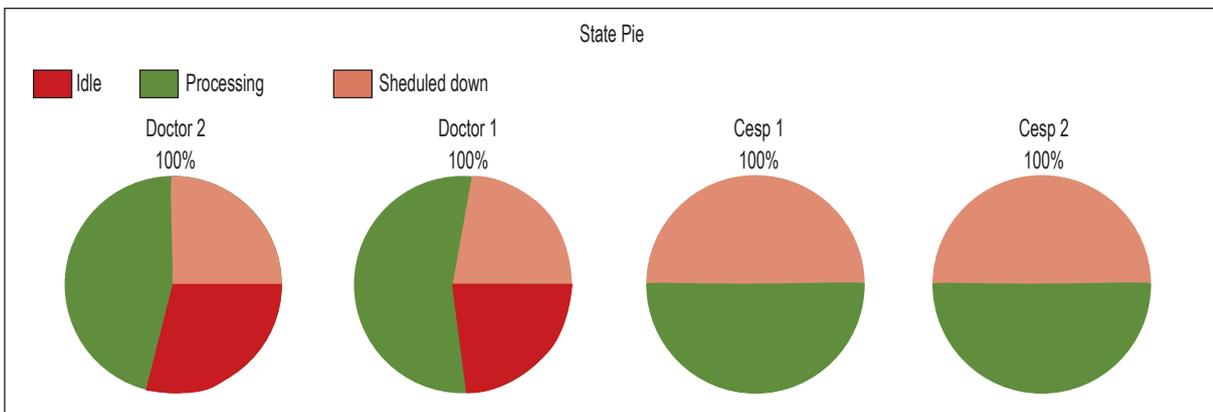


Figura 7. Porcentaje utilización de los recursos humanos escenario actual.

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 8. Tiempos de espera en el sistema.

Tiempo promedio de espera (min.)		
Ítem	Tiempo promedio de espera	Promedio de personas
Cola recepción	14,43	1,4
Cola especialista	92,25	5,2
	106,68	6,6

Fuente: Elaboración de los autores



Figura 8. Escenario actual del área de urgencia

Fuente: Elaboración de los autores

4.2. Propuestas de mejora

Para el caso se evaluaron las siguientes propuestas de solución, aplicación del triage y variar la programación de los turnos de los especialistas y médicos. Se utilizaron las herramientas experimenter y dashboard de Flexsim.

A través de la aplicación del sistema de clasificación de prioridad de atención triage, se establece que aquellos pacientes de tasa de pronta atención de 18% (atendidos en urgencias sin presentar ningún síntoma que requiera de una atención inmediata) sean remitidos a consultas prioritarias. Además de establecer la prioridad de atención. El efecto de remitir a esos pacientes a consultas prioritarias da como resultado una disminución en la congestión del área urgencia, en este caso solo se remiten 8 pacientes a otras entidades como se aprecia en la figura 9, disminuyendo en aproximadamente el 43% lo que deja de ingresar la IPS por remisiones. Por otro lado, los especialistas dejan de estar siempre ocupados (trabajan aproximadamente 67% de su tiempo de trabajo) como se observa en la figura 10. Además el tiempo promedio de espera en el sistema se reduce aproximadamente un 49% siendo ahora de 53 minutos como se muestra en la tabla 9.

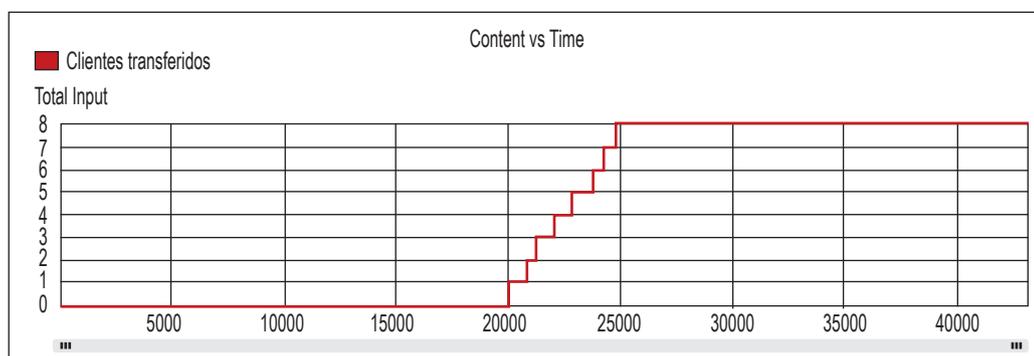


Figura 9. Número de pacientes remitidos escenario triage (número de personas vs. tiempo en seg)

Fuente: Elaboración de los autores

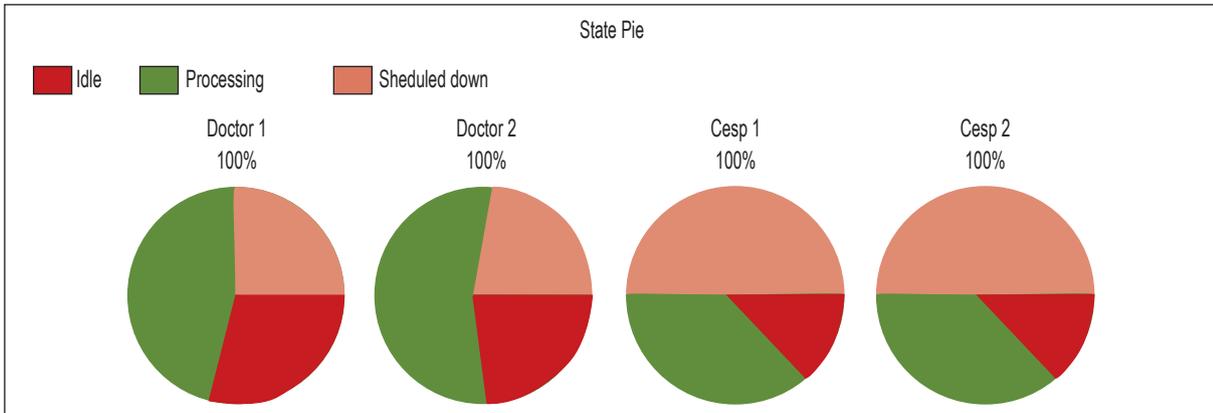


Figura 10. Porcentaje utilización de los recursos humanos escenario triage

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 9. Tiempos de espera en el sistema escenario triage

Tiempo promedio de espera (min.)		
Ítem	Tiempo promedio de espera	Promedio de personas
Cola recepción	19,99	1,9
Cola especialista	33,71	1,8
Cola triage	0,02	0
	53,71	3,7

Fuente: Elaboración de los autores



Figura 11. Escenario triage + programación de especialistas del área de urgencia

Fuente: Elaboración de los autores

Se determinó que el cuello de botella estaba en los especialistas al ver las largas esperas como se observa en las tablas 8 y 9 respectivamente (cola especialista), además el cambio en los turnos de los médicos

no tenía impacto significativo en los resultados. En el escenario actual los especialistas se encuentran trabajando de forma paralela de 10 am-12 pm y de 3 pm- 5 pm, lo que conlleva que en momentos se represen gran cantidad de pacientes, contribuyendo directamente a la remisión de pacientes a otras entidades como se observa en la figura 9 en el lapso de 1:30 pm a 3:00 pm. Dado lo anterior se obtuvo que una buena solución a la problemática sea que el pediatra trabaja de 10 am a 1 pm y de 2 pm a 5 pm, y la ginecóloga de 12 pm a 6 pm. Se muestra que el número de pacientes remitidos disminuye a solo 2 como se aprecia en la figura 12, es decir que a partir del escenario actual se reduce aproximadamente un 85% los pacientes remitidos a otras entidades. Significando un impacto positivo en las finanzas (\$600.000 en los 3 días de la simulación) dejando de ingresar solo \$100.000. Por otro lado se utiliza de mejor forma los especialistas al aumentar su tasa de ocupación y existe menos tiempo ocioso como se observa en la figura 13 (trabajan aproximadamente 80% de su tiempo de trabajo). Además el tiempo promedio de espera en el sistema disminuye a aproximadamente 38,24 minutos como se observa en la Tabla 10, lo que representa una disminución aproximadamente del 64%.

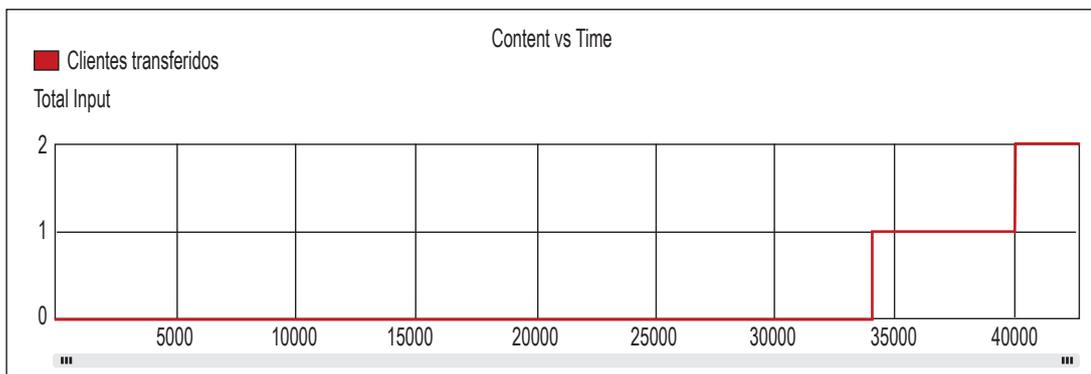


Figura 12. Número de pacientes remitidos escenario triage + programación especialistas (número de personas vs. tiempo en seg)

Fuente: Elaboración de los autores

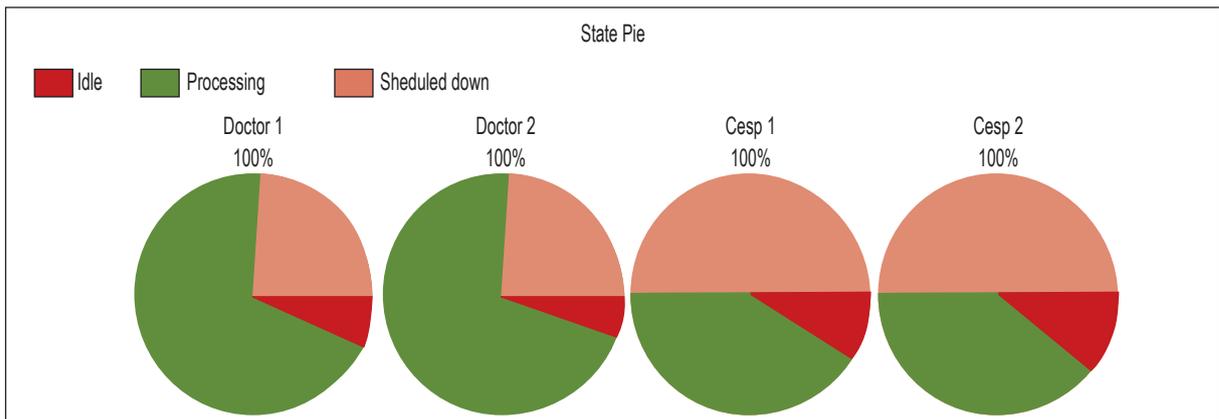


Figura 13. Porcentaje utilización de los recursos humanos escenario aplicación triage + programación especialistas

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 10. Tiempos de espera en el sistema escenario triage + programación de especialistas

Tiempo promedio de espera (min.)		
Ítem	Tiempo promedio de espera	Promedio de personas
Cola recepción	30,90	3,4
Cola especialista	7,35	0,9
Cola triage	0,11	0
	38,36	4,3

Fuente: Autores

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de la investigación son:

- Los servicios de salud prestados en la IPS en el área de urgencia deben contar con un mejor control de flujo de pacientes y una mejor asignación de capacidad para reducir el efecto negativo de largos tiempos de espera de los pacientes y pérdida de los mismos.
- La simulación resultó ser una herramienta efectiva para evaluar el estado actual del área de urgencias de la IPS, además las posibles alternativas de solución y así establecer propuestas de mejoras a la gerencia de la entidad.
- Se logra una reducción considerable en el número de pacientes remitidos y el tiempo de espera del 85% (de 14 a 2 pacientes) y 64% (de 1h 47min a 38,24 min.) respectivamente implementando el triage y la nueva programación de horarios de los especialistas en pediatría (10 am a 1 pm y de 2 pm a 5 pm) y ginecología (de 12 pm a 6 pm), significando un impacto positivo en las finanzas de la IPS (se ingresan 600.000 adicionales) y el servicio prestado a los pacientes.

REFERENCIAS

- [1] D. R. Ruiz Rubiano, "Diseño y Evaluación de Intervenciones en Organizaciones Empresariales desde la Dinámica de Sistemas: Triage," Trab. grado Adm. Empresas, Dept. Adm. Emp., Univ. Rosario, Bogotá, Colombia, 2014.
- [2] A. B. Bindman., K. Grumbach., D. Keanne., L. Rauch., J. M. Luce, "Consequences of queuing for care at a public hospital emergency department", *Journal of the American Medical Association*, Vol. 266, No. 8, pp. 1091-1096, Ago., 1991.
- [3] J. Lloret., M. Colominas Grau., X. Puig Pujol., J. Pujol Casadevall, "Temps D'estada dels malats mèdics al servei d'urgències d'un hospital general: evolució durant els darrers dos anys". *Gasetta Sanitaria*, Vol. 16, pp. 155-159, Sep-Oct., 1984.

- [4] L.G. Graff., S. Wolf., R. Dinwoodie., D. Buono., D. Mucci, "Emergency phisician workload: a time study", *Annals of Emergency Medicine*, Vol 22, pp. 1156-63, Jul., 1993.
- [5] M.J. Etxebarria., C. Silvestre., M.A. Moros., J.M. Aréjola., J. Agorreta., A. Oliván, "Estudio de los tiempos de permanencia en urgencias de los pacientes de medicina interna como instrumento de mejora de calidad", *Calidad Asistencial*, Vol. 12, pp. 372, Oct., 1997.
- [6] F. Mc Guire, "Using simulation to reduce length of stay in emergency departments", *Simulation Conference Proceedings*, Vol. 5, pp. 81-90. 1997.
- [7] C.E. Saunders., P. K. Makens., L. J. Leblank, "Modeling emergency department operatios using advanced computer simulation systems", *Annals of Emergency Medicine*, Vol. 18, pp. 134-40, Dic., 1989.
- [8] F. Venegas., C. A. Amaya., N. Velasco, "Modelo de Simulación de eventos discretos del servicio del departamento de emergencias para un hospital", Tesis Doctoral, Ing. Ind, Uniandes, Bogotá, Colombia, 2008.
- [9] K. Delgado Encinas., M. Mejía Puente, "Aplicación de la simulación discreta para proponer mejoras en los procesos de atención en el área de emergencia de un hospital público", *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, Vol. 14, No. 1, pp. 47-54, Ene-Jun., 2011.
- [10] S. Llorente Álvarez., F. J. Puente García., M. Alonso Fernández., P. I. Arcos González, "Aplicaciones de la simulación en la gestión de un servicio de urgencias hospitalario", *Revista de emergencias*, Vol. 13, pp. 90-96, Sep-Dic., 2001.
- [11] R. E. Blasak., D. W. Starks., W. S. Armel., M. C. Hayduk, "The use of simulation to evaluate hospital operations between the emergency department and a medical telemetry unit", *Proceedings of the 35th conference on Winter simulation: driving innovation*, pp. 1887-93, Dic., 2004.
- [12] C. R. Flores. "La saturación de los servicios de urgencias: una llamada a la unidad", *Revista Emergencias*, Vol 23, pp.59-64, Feb., 2011.
- [13] J. S. Peck, "Securing the Safety Net: Applying Manufacturing Systems Methods Towards Understanding and Redesigning a Hospital Emergency Department", Tesis M.Sc., Eng. Systems, MIT, Boston Massachusetts, USA, 2008.
- [14] L. M. Pantoja Rojas., L. A. Garavito Herrera, "Análisis del proceso de urgencias y hospitalización del CAMI Diana Tubay a través de un modelo de simulación con Arena 10.0 para la distribución óptima del recurso Humano", *Revista Ingeniería E Investigación*, Vol. 28, No. 1, pp. 146-153, Abr., 2008.
- [15] P. A. Velásquez Restrepo., A. K. Rodríguez Quintero., J. S. Jaen Posada, "Metodologías cuantitativas para la optimización del servicio de urgencias: una revisión de la literatura", *Rev. Gerenc. Polit. Salud, Bogotá*, Vol. 10, pp. 196-218, Jul-Dic, 2011.
- [16] C. W. Noyes, "Analysis and optimization of the 25. Emergency Department at Beth Israel Deaconess Medical Center via simulation", Tesis M.Sc. Operations Research, Eng. Civ & Envi Eng, MIT, Boston Massachusetts, USA, 2008.
- [17] L. M. Pantoja., L. A. Garavito, "Análisis del proceso de urgencias y hospitalización del CAMI Diana Tubay a través de un modelo de simulación con Arena 10.0 para la distribución óptima del recurso humano", *Revista Ingeniería e Investigación*, Vol. 28, pp. 146-153, Abr. 2008.

- [18] K. Delgado., M. Mejía. “Aplicación de la simulación discreta para proponer mejoras en los procesos de atención en el área de emergencia de un hospital público”, *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, Vol. 14, pp. 47-54, 2011.
- [19] S. Llorente., F. J. Puente., M. Alonso., P. I. Arcos. “Aplicaciones de la simulación en la gestión de un servicio de urgencias hospitalario”, *Revista emergencias*, Vol. 13, pp. 90-96, 2001.
- [20] S. Aguirre., C.A. Amaya., N. Velasco. “Planeación y Programación del Personal del Servicio de Urgencias en un Centro Médico”, *Los cuadernos de PYLO–Logística Hospitalaria*, Vol. 14, 2008.
- [21] F. F. Baesler., H. E. Jahnsen., M. DaCosta. “The use of simulation ad design of experiments for estimating maximum capacity in an emergency room”. *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, pp. 1903-1906, Dic., 2003.
- [22] MSP (1997). DECRETO 2753 DE 1997 [En línea]. Disponible en: <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/16629/Decreto+2753-1997.pdf/ab852e96-9dff-4b16-9be9-4dd85cb49bce>.
- [23] J. Peralta Cabarcas. “Simulación de procesos a través de eventos discretos”, *Revista Inventio*, Vol. 15, pp. 71-74, Mar. 2012.
- [24] Uni. Oviedo (2011). Ejemplo análisis. Simulación de eventos discretos [En línea]. Disponible en: http://www.di.uniovi.es/~dediego/is/recursos/ej_eve.pdf.
- [25] M. Dueñas., M. Velandia. “Triage en el servicio de urgencias”, *Guías Para Manejo De Urgencias Tomo III: Grupo Atención de Emergencias y Desastres*, 3. Ed., Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2009, pp. 279-291.
- [26] Grupo CTO. “Conceptos de Urgencia y Emergencia. Valoración y Cuidados de Enfermería ante situaciones Críticas. Parada Cardiorrespiratoria. Rcp en Adultos y en Pediatría. Cuidados Postresucitación”. Definición de urgencia según OMS, en *Manual CTO Oposiciones de Enfermería*, Vol. 1, Madrid: CTO Medicina, 2014, Capítulo 19, pp. 197-219.