



Industrial Data

ISSN: 1560-9146

iifi@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Perú

Delgado Encinas, Karem; Mejía Puente, Miguel

Aplicación de la simulación discreta para proponer mejoras en los procesos de atención en el área de  
emergencia de un hospital público

Industrial Data, vol. 14, núm. 1, enero-junio, 2011, pp. 47-54

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81622582008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial  
14(1): 47-54 (2011) UNMSM  
ISSN: 1560-9146 (Impreso) / ISSN: 1810-9993 (Electrónico)

# Aplicación de la simulación discreta para proponer mejoras en los procesos de atención en el área de emergencia de un hospital público

Recibido: 15/11/10 Aceptado: 28/06/11

Karem Delgado Encinas<sup>1</sup>  
Miguel Mejía Puente<sup>2</sup>

## RESUMEN

En esta investigación se ha evaluado la situación actual del área de emergencia que atiende adultos, en un hospital público del Perú. Se utilizó el software Arena para realizar simulaciones discretas, con el objetivo de obtener propuestas de mejora que permitan reducir el tiempo total de permanencia del paciente en esta área antes de que sea dado de alta o admitido en el hospital.

Se desarrolló un modelo de simulación donde se identificaron varios tipos de pacientes que se atendieron en los tópicos de cirugía, medicina y traumatología. En algunos casos se requirieron análisis en laboratorios.

Para disminuir el tiempo de permanencia de un paciente en el sistema se evaluaron diversas posibilidades, y se obtuvo como mejor alternativa la modificación en el horario de atención de los médicos en el tópico de medicina. Esta solución considera que cuatro médicos atiendan de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y dos médicos de 7:00 p.m. a 7:00 a.m.

**Palabras clave:** Simulación, Hospital, Programación.

## DISCRETE SIMULATION APPLICATION FOR DEVELOPING IMPROVEMENTS FOR THE PROCESSES OF THE EMERGENCY SERVICE DEPARTMENT OF A PUBLIC HOSPITAL

### ABSTRACT

In this investigation it has been evaluated the current situation of the emergency area that assists adults, in a public hospital of Peru. The software Arena was used to perform discrete simulations, with the objective of obtaining improvement proposals that allow reduce the total time of the patient's permanency in this area before he is to discharge from hospital or admitted in the hospital.

A simulation model was developed where several types of patients were identified that were assisted in the surgery, medicine, and traumatologia topics. In some cases clinical analysis was required.

For reduce the time of a patient's permanency in the system diverse possibilities were evaluated, being the best alternative a modification in the schedule of the doctors' attention in the medicine topic. This solution considers that four doctors assist from 7:00 a.m. to 7:00 p.m. and two doctors from 7:00 p.m. to 7:00 a.m.

**Key words:** Simulation, Hospital, Scheduling.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los servicios de salud en el Perú se brindan a través de los sectores privado y público, este último sector concentra el 51% de los hospitales, según datos del Ministerio de Salud (MINSA, 2007). El hospital que se estudiará es considerado uno de los más importantes del país, debido a su infraestructura, cantidad de pacientes atendidos en consultorios y en el área de emergencia cada año, por la variedad y complejidad de casos atendidos, siendo posible esto último pues se cuenta con personal médico altamente especializado.

En el hospital en estudio, el área de emergencia es una de las más críticas debido a que está encargada de proporcionar atención médica oportuna y eficiente a todas las personas cuya vida está en riesgo. La atención en esta área se realiza durante las 24 horas del día, todos los días. El área de emergencia tiene cuatro zonas: Emergencia Pediátrica, Emergencia Obstétrica, Salud Mental y Emergencia Adultos, siendo esta última la más concurrida en los últimos años. Por todo lo expuesto, el estudio se centrará en Emergencia Adultos.

Dada la importancia de que en el área de emergencia se brinde a los pacientes una atención rápida, y con el menor tiempo de espera posible, el estudio a realizar evaluará la zona Emergencia Adultos para proponer soluciones que reduzcan el tiempo de permanencia de los pacientes en esta área antes de que lo den de alta o lo deriven al área de internamiento del hospital.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Un paciente que llega a Emergencia Adultos, que cuenta con ocho salas de atención, recibe una primera evaluación en la sala de Triage, donde el médico de turno evaluará sus signos vitales, le asignará un nivel de prioridad y lo derivará a una unidad de atención según el tipo de dolencia. A continuación, el paciente debe registrarse en la oficina de Admisión, donde se anotarán sus datos personales y la unidad donde se le derivó.

En Emergencia Adultos los pacientes se clasifican según la gravedad de su enfermedad o dolencia en cuatro niveles de prioridad, que son los siguientes (de mayor a menor): I. Atención

<sup>1</sup> Ingeniera Industrial, PUCP, Consultora, ActualiSAP Consultores  
E-mail: kdelgado@actualisap.com

<sup>2</sup> Doctor en Ingeniería Industrial, UNMSM, Profesor del Departamento de Ingeniería, PUCP.  
E-mail: miguel.mejia@pucp.edu.pe

inmediata por shock y/o trauma, II. Atención antes de los diez minutos, III. Atención después de diez minutos, IV. Atención por consulta externa.

Los pacientes de prioridad I son enviados a la sala de reanimación y luego a unidad de dolor torácico o a la unidad crítica de pacientes, dependiendo del caso. Los pacientes de prioridad II y III pueden ser enviados a tópico de cirugía, tópico de medicina o tópico de traumatología. Después de ser atendidos los pacientes son observados en las salas de reposo o son dados de alta.

En todos los casos, el médico puede indicar que se realice al paciente algún tipo de evaluación especial que requiera el uso del laboratorio, tomografía axial computarizada o rayos X. Una vez solicitada la evaluación correspondiente por el médico, la orden es llevada a la Oficina de Digitación donde se imprime un documento que debe ser presentado en la unidad respectiva. Si se requiere una muestra para el laboratorio, el personal encargado se desplaza al encuentro del paciente, toma la muestra y la lleva al laboratorio para luego recoger los resultados. Si se trata de otro tipo de evaluación se llevará al paciente a las unidades respectivas.

Los pacientes se han clasificado en quince tipos, que se muestran en la Tabla N.º 1.

Luego de la evaluación de la sala de Triage, la probabilidad asociada a la asignación del paciente a un determinado tópico, se muestra en la Tabla N.º 2. Es-

tas probabilidades son resultados del levantamiento de información realizado en Emergencia Adultos.

**Tabla N.º 2.** Probabilidad de que un paciente sea derivado a un tópico o sala.

| Ambiente              | Probabilidad |
|-----------------------|--------------|
| Sala de Espera        | 0.079        |
| Medicina              | 0.403        |
| Cirugía               | 0.170        |
| Traumatología         | 0.152        |
| Shock-Trauma          | 0.033        |
| Otros (no emergencia) | 0.163        |
| <b>TOTAL</b>          | <b>1.000</b> |

Fuente: Hospital público; elaboración propia

A continuación se muestra en la Tabla N.º 3, los porcentajes por tipo de paciente en cada tópico.

Los pacientes tipo 3, 7, 11 y 14 no tienen un porcentaje asignado debido a que ellos son los mismos pacientes que ingresaron por primera vez a un tópico de Emergencia Adultos.

Los pacientes tipo 15 ingresan al sistema con una prioridad I, son atendidos en Triage y luego su acompañante se dirige a Admisión mientras que el paciente es atendido en el tópico de Shock-Trauma, luego lo derivan al área de internamiento de hospital. Debido a que solo se analizará la zona Emergencia Adultos, se considerará que este tipo de pacientes sale del sistema una vez que fue atendido.

**Tabla 1.** Clasificación de los pacientes atendidos en Emergencia Adultos

| Tipo de paciente | Tópico        | Descripción  |
|------------------|---------------|--|
| 1                | Medicina      | Paciente de alivio que no necesita una segunda revisión                          |
| 2                | Medicina      | Paciente de alivio que sí necesita una segunda revisión                          |
| 3                | Medicina      | Paciente de alivio que ingresa para su segunda revisión                          |
| 4                | Medicina      | Paciente de medicina sin atención previa que no requiere análisis                |
| 5                | Medicina      | Paciente de medicina sin atención previa que requiere análisis en el laboratorio |
| 6                | Medicina      | Paciente de medicina sin atención previa que requiere otros análisis             |
| 7                | Medicina      | Paciente de medicina con resultados de análisis                                  |
| 8                | Cirugía       | Paciente de cirugía sin atención previa que no requiere análisis                 |
| 9                | Cirugía       | Paciente de cirugía sin atención previa que requiere análisis en el laboratorio  |
| 10               | Cirugía       | Paciente de cirugía sin atención previa que requiere otros análisis              |
| 11               | Cirugía       | Paciente de cirugía con resultados de análisis                                   |
| 12               | Traumatología | Paciente de traumatología sin atención previa que no requiere rayos X            |
| 13               | Traumatología | Paciente de traumatología sin atención previa que requiere rayos X               |
| 14               | Traumatología | Paciente de traumatología con resultados de rayos X                              |
| 15               | Shock-Trauma  | Paciente crítico   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N.º 3.** Distribución porcentual de los tipos de pacientes atendidos en cada tópico de Emergencia Adultos.

| Tópico de Medicina |            | Tópico de Cirugía |            | Tópico de Traumatología |            |
|--------------------|------------|-------------------|------------|-------------------------|------------|
| Tipo de paciente   | Porcentaje | Tipo de paciente  | Porcentaje | Tipo de paciente        | Porcentaje |
| 1                  | 20.69%     | 8                 | 41.67%     | 12                      | 36.67%     |
| 2                  | 10.34%     | 9                 | 29.17%     | 13                      | 63.33%     |
| 4                  | 24.14%     | 10                | 29.17%     | TOTAL                   | 100.00%    |
| 5                  | 37.93%     | TOTAL             | 100.00%    |                         |            |
| 6                  | 6.90%      |                   |            |                         |            |
| TOTAL              | 100.00%    |                   |            |                         |            |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N.º 4 se muestran las secuencias de recorrido que sigue cada tipo de paciente. También se indica qué tipos de pacientes se convierten en otro tipo. Así tenemos que para efectos de la simulación, los siguientes casos:

- a) El paciente tipo 1 realiza el recorrido Triage-Admisión-Medicina-Farmacia-Salida.
- b) El paciente tipo 2 realiza el recorrido Triage-Admisión-Medicina-Farmacia-Sala de Espera, y luego el recorrido Medicina-Farmacia-Salida, pero como paciente tipo 3.
- c) El paciente tipo 4 realiza el recorrido Triage-Admisión-Medicina-Farmacia-Salida.
- d) El paciente tipo 5 realiza el recorrido Triage-Admisión-Medicina-Digitación-Análisis en Laboratorio-Otros Análisis, y luego el recorrido Digitación-Medicina-Farmacia-Salida, pero como paciente tipo 7.
- e) El paciente tipo 6 realiza el recorrido Triage-Admisión-Medicina-Digitación-Laboratorio, y luego el recorrido Digitación-Medicina-Farmacia-Salida, pero como paciente tipo 7.
- f) El paciente tipo 8 realiza el recorrido Triage-Admisión-Cirugía-Farmacia-Salida.
- g) El paciente tipo 9 realiza el recorrido Triage-Admisión-Cirugía- Digitación-Análisis en Laboratorio-Otros Análisis, y luego el recorrido Digitación-Cirugía-Farmacia-Salida, pero como paciente 11.
- h) El paciente tipo 10 realiza el recorrido Triage-Admisión-Cirugía- Digitación-Laboratorio, y luego el recorrido Digitación-Cirugía-Farmacia-Salida, pero como paciente 11.
- i) El paciente tipo 12 realiza el recorrido Triage-Admisión-Traumatología-Farmacia-Salida.
- j) El paciente tipo 13 realiza el recorrido Triage-Admisión-Traumatología-Digitación-Rayos X, y luego el recorrido Traumatología-Farmacia-Salida, pero como paciente 14 (Tabla 4).

**Tabla N.º 4.** Secuencias de recorrido para cada tipo de paciente.

| Tipo de paciente | Secuencia de recorrido   | ¿Nuevo Tipo de paciente? |
|------------------|--|--------------------------|
| 1                | Triage-Admisión-Medicina-Farmacia-Salida                                   | No                       |
| 2                | Triage-Admisión-Medicina-Farmacia-Sala de Espera                           | Sí, Tipo 3               |
| 3                | Medicina-Farmacia-Salida   | No                       |
| 4                | Triage-Admisión-Medicina-Farmacia-Salida                                   | No                       |
| 5                | Triage-Admisión-Medicina-Digitación-Análisis en Laboratorio-Otros Análisis | Sí, Tipo 7               |
| 6                | Triage-Admisión-Medicina-Digitación-Laboratorio                            | Sí, Tipo 7               |
| 7                | Digitación-Medicina-Farmacia-Salida  | No                       |
| 8                | Triage-Admisión-Cirugía-Farmacia-Salida                                    | No                       |
| 9                | Triage-Admisión-Cirugía--Digitación-Análisis en Laboratorio-Otros Análisis | Sí, Tipo 11              |
| 10               | Triage-Admisión-Cirugía--Digitación-Laboratorio                            | Sí, Tipo 11              |
| 11               | Digitación-Cirugía-Farmacia-Salida   | No                       |
| 12               | Triage-Admisión-Traumatología-Farmacia-Salida                              | No                       |
| 13               | Triage-Admisión-Traumatología-Digitación-Rayos X                           | Sí, Tipo 14              |
| 14               | Traumatología-Farmacia-Salida  | No                       |

Fuente: Elaboración propia

La Sala de Espera indicada para los pacientes tipo 2, se ha considerado en el recorrido porque ellos deben esperar un tiempo determinado para que la medicina aplicada les haga efecto; luego puedan ingresar a su segunda evaluación como pacientes tipo 3.

### 3. MODELADO DEL SISTEMA

Para determinar el tamaño de muestra fue necesario realizar una prueba piloto. Esta prueba permitió identificar tres intervalos de tiempos adecuados para la toma de datos: de 7:00 a.m. a 12:00 p.m.; de 12:00 p.m. a 3:00 p.m.; de 3:00 p.m. a 12:00 a.m. La identificación de cada intervalo se basó en la tasa de llegada de los pacientes al sistema, siendo el primer intervalo el que contiene el menor tiempo promedio entre llegadas, seguido por el segundo intervalo, y por último el de 3:00 p.m. a 12 a.m. La tasa de llegada es despreciable de 12 a.m. a 7 a.m. Este comportamiento es similar de lunes a viernes, teniéndose una pequeña diferencia el fin de semana, donde la mayor afluencia de pacientes es de 12:00 p.m. a 3:00 p.m. Además, la semana tomada de referencia es representativa de lo que acontece semanalmente en Emergencia Adultos.

Los días lunes se tiene mayor afluencia de pacientes, siendo menor de martes a jueves, sin embargo los viernes y sábados se tiene un pequeño incremento en el arribo de los pacientes, por último, el domingo es el día menos concurrido.

#### Tamaño de muestra

Para cada intervalo establecido y en cada día de la semana, se evaluó el comportamiento de los tiempos entre llegadas y la variación de éstos según el tamaño de muestra. En la Tabla N.º 5 se presenta un resumen del tamaño de muestra para cada intervalo de tiempo. La fórmula empleada para determinar el tamaño de muestra con un nivel de confiabilidad del 95% es  $N = (1.96)^2 * (S)^2 / d^2$ .

#### Tiempos entre llegadas

En la Tabla N.º 6 se presenta la distribución de probabilidades del tiempo entre llegadas para cada intervalo de tiempo definido. Para obtener estos resultados se tomaron los tiempos de llegada en cada horario y cada día de la semana y se analizaron mediante la prueba de Kolgomorov, con un p-valor mayor a 5% y el menor error.

**Tabla N.º 5.** Tamaño de muestra para cada intervalo de tiempo simulado.

| Día de la semana | Horario                | Promedio | Desviación estándar (S) | Precisión (d) | Tamaño de muestra |
|------------------|------------------------|----------|-------------------------|---------------|-------------------|
| Lunes            | 7:00 a.m. a 12:00 p.m  | 0.93     | 0.26                    | 0.0510        | 100               |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | 1.34     | 0.20                    | 0.0506        | 60                |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | 3.34     | 0.18                    | 0.0494        | 51                |
| Martes           | 7:00 a.m. a 12:00 p.m  | 1.83     | 0.28                    | 0.0501        | 120               |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | 2.66     | 0.21                    | 0.0496        | 69                |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | 4.06     | 0.19                    | 0.0502        | 55                |
| Miércoles        | 7:00 a.m. a 12:00 p.m  | 1.80     | 0.20                    | 0.0506        | 60                |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | 3.41     | 0.16                    | 0.0496        | 40                |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | 5.01     | 0.17                    | 0.0491        | 46                |
| Jueves           | 7:00 a.m. a 12:00 p.m  | 1.94     | 0.25                    | 0.0505        | 94                |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | 3.94     | 0.19                    | 0.0489        | 58                |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | 3.95     | 0.16                    | 0.0502        | 39                |
| Viernes          | 7:00 a.m. a 12:00 p.m  | 2.08     | 0.21                    | 0.0488        | 71                |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | 2.15     | 0.21                    | 0.0488        | 71                |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | 3.62     | 0.19                    | 0.0498        | 56                |
| Sábado           | 7:00 a.m. a 12:00 p.m  | 2.62     | 0.21                    | 0.0499        | 68                |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | 2.44     | 0.16                    | 0.0516        | 37                |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | 3.49     | 0.18                    | 0.0489        | 52                |
| Domingo          | 7:00 a.m. a 12:00 p.m  | 4.11     | 0.21                    | 0.0499        | 68                |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | 2.34     | 0.15                    | 0.0504        | 34                |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | 4.36     | 0.21                    | 0.0499        | 68                |

**Tabla N.º 6.** Distribución de probabilidades del tiempo entre llegadas.

| Día de la semana | Horario                | Distribución de probabilidad   |
|------------------|------------------------|--------------------------------|
| Lunes            | 7:00 a.m. a 12:00 p.m. | -0.001 + EXPO (0.93)           |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | TRIA(-0.001, 0.0695, 3.94)     |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | -0.001 + EXPO (3.34)           |
| Martes           | 7:00 a.m. a 12:00 p.m. | -0.001 + WEIB (1.92, 1.15)     |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | -0.001 + WEIB (2.72, 1.06)     |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | -0.001 + EXPO (4.06)           |
| Miércoles        | 7:00 a.m. a 12:00 p.m. | -0.001 + WEIB (1.74, 0.931)    |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | -0.001 + EXPO (3.41)           |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | -0.001 + 13*BETA (0.918, 1.46) |
| Jueves           | 7:00 a.m. a 12:00 p.m. | -0.001 + LOGN (2.52, 5.64)     |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | -0.001 + WEIB (4.15, 1.17)     |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | EXPO(3.95)                     |
| Viernes          | 7:00 a.m. a 12:00 p.m. | -0.001 + EXPO (2.08)           |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | -0.001 + WEIB (2.23, 1.11)     |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | -0.001 + 11*BETA (0.713, 1.52) |
| Sábado           | 7:00 a.m. a 12:00 p.m. | -0.001 + 13*BETA (0.838, 3.22) |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | -0.001 + EXPO (2.44)           |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | -0.001 + WEIB (3.36, 0.925)    |
| Domingo          | 7:00 a.m. a 12:00 p.m. | -0.001 + EXPO (4.11)           |
|                  | 12:00 p.m. a 3:00 p.m. | -0.001 + EXPO (2.34)           |
|                  | 3:00 p.m. a 12:00 a.m. | -0.001 + WEIB (4.08, 0.869)    |

Fuente: Elaboración propia

**Tiempos de espera**

En el modelo de simulación se evaluarán los tiempos de espera generados en cada ambiente, sin embargo en los ambientes donde se realizan los análisis clínicos y los rayos X, no se consideran tiempos de espera, debido a que el tiempo de atención incluye el tiempo de espera previo.

**Tiempos de servicio**

En la Tabla N.º 7 se presenta la distribución de probabilidades de la duración del servicio. Para obtener estos resultados se tomaron los tiempos de atención para cada tópico y se analizaron mediante la prueba de Kolgomorov con un p-valor mayor a 5% y el menor error.

**Tabla N.º 7.** Distribución de probabilidades de la duración del servicio.

| Proceso                     | Distribución de probabilidad |
|-----------------------------|------------------------------|
| Atención en Triaje          | EXPO(0.961)                  |
| Atención en Admisión        | LOGN(2.22, 2.01)             |
| Atención en Medicina        | 2 + 27*BETA(0.68, 1.59)      |
| Atención en Cirugía         | 2 + WEIB(9.26, 1.29)         |
| Atención en Traumatología   | 1 + GAMM(3.54, 1.7)          |
| Análisis en Laboratorio     | 1 + EXPO(2.43)               |
| Atención en Digitación      | LOGN(2.35, 3.32)             |
| Atención en Farmacia        | LOGN(1, 0.874)               |
| Resultado de otros análisis | 62 + 437*BETA(1.16, 2.93)    |
| Resultado de Rayos X        | 24.5 + 26*BETA(0.799, 1.13)  |

Fuente: Elaboración propia

**Supuestos considerados en el modelo**

En el diseño del modelo se han considerado los siguientes supuestos:

- La atención del paciente dura hasta el momento en que el doctor obtiene un diagnóstico y prescribe la medicina al paciente.
- Se considera que el paciente sale del sistema en cualquiera de los siguientes casos:
  - Se interna al paciente en el hospital.
  - Se mantiene al paciente en sala de observación.
  - Se atiende al paciente y después este se retira.
- Al llegar un paciente de shock o trauma esperará su turno para ser atendido en la sala de Triaje, es decir, no interrumpe la atención de otro paciente, sin embargo, se le ha considerado la mayor prioridad.
- Un paciente se atiende en un solo tópico.
- El tiempo de desplazamiento de las personas que toman la muestra de sangre hacia el laboratorio y su regreso a la unidad es constante.
- El tiempo que un paciente Tipo 2 requiere para asimilar un medicamento es constante.

- g) Los pacientes esperan hasta ser atendidos, no abandonan el sistema por espera excesiva.
- h) Se trabajará el modelo como un sistema terminal. El sistema comienza a simularse el día lunes a las 7:00 a.m. con cero pacientes y finaliza el lunes siguiente a la misma hora también con cero pacientes (el domingo es el día menos concurrido). Se simulan 10,080 minutos (una semana).

La simulación se realizó empleando el software Arena, se efectuaron ochenta réplicas de la simulación para obtenerse errores máximos de 6%.

#### 4. RESULTADOS DEL SISTEMA ACTUAL

En la Tabla N.º 8 se muestran los tiempos de permanencia en el sistema para cada tipo de paciente.

Como se aprecia en la Tabla N.º 8, los pacientes tipo 1, 3, 7 y 11 son los que permanecen más tiempo en el sistema.

Los pacientes tipo 7 y 11 son aquellos que ingresan a los tópicos de medicina y cirugía, con resultados de análisis. El tiempo obtenido para estos dos tipos de pacientes es coherente con el tiempo promedio que se demora el laboratorio en obtener los resultados de análisis (180 minutos). Falta considerar el tiempo de atención en el tópico.

Los pacientes tipo 1 y 3 son pacientes de alivio que si bien no requieren de ningún tipo de análisis, se atienden en el tópico de medicina que es el más concurrido. Estos pacientes tienen prioridad IV.

Los pacientes tipo 15 son los que menos tiempo permanecen en el sistema debido a que tienen prioridad I.

**Tabla N.º 8.** Tiempos de permanencia en el sistema para cada tipo de paciente

| Tipo de paciente            | Tiempo de permanencia en el sistema (minutos) |
|-----------------------------|---|
| 1                           | 430   |
| 2, luego 3                  | 515   |
| 4                           | 88  |
| 5, luego 7<br>6, luego 7    | 325   |
| 8                           | 16  |
| 9, luego 11<br>10, luego 11 | 232   |
| 12                          | 18  |
| 13, luego 14                | 64  |
| 15                          | 3   |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N.º 9 se muestran los porcentajes de utilización en cada unidad de servicio.

**Tabla N.º 9.** Porcentajes de utilización de las unidades de servicio.

| Ambiente               | Utilización |
|------------------------|-------------|
| Sala de reposo         | 0.000       |
| Triaje                 | 0.169       |
| Admisión               | 0.246       |
| Medicina               | 0.665       |
| Cirugía                | 0.211       |
| Traumatología          | 0.240       |
| Laboratorio            | 0.121       |
| Digitación en Análisis | 0.223       |
| Farmacia               | 0.108       |
| Shock-Trauma           | 0.052       |

Fuente: Elaboración propia

El tópico de Medicina tiene la mayor afluencia de pacientes, sin embargo su utilización es de 66.5%, lo que puede deberse a una mala distribución del personal médico en los tres turnos.

Los tópicos de Cirugía y Traumatología, tienen utilidades de 21.1% y 24.0% respectivamente, esto hace suponer que hay excesivo personal médico asignado.

Actualmente, se tiene la misma cantidad de médicos por turno durante toda la semana. Tres médicos atienden por turno en el tópico de Medicina, igualmente, tres atienden por turno en el tópico de Cirugía, y uno atiende por turno en el tópico de Traumatología.

Los demás ambientes de atención (Digitación, Farmacia, Admisión y Análisis en Laboratorio) tienen baja utilización, sin embargo no se considerarán ambientes críticos, debido a que prestan servicios a otras unidades del hospital, y los resultados obtenidos sólo corresponden a la zona de Emergencia Adultos.

#### PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Se evaluaron siete propuestas de solución que se resumen en la Tabla N.º 10. Los tiempos de permanencia en el sistema de los pacientes tipo 8, 12, 14 y 15 no difieren significativamente de la situación actual ( $\pm 1$  minuto). En todas las propuestas, un médico por turno atenderá en el tópico de Traumatología.

**Tabla N.º 10.** Resumen de las propuestas de solución para Emergencia Adultos.

| Número de propuesta | Descripción   | Tiempo de permanencia en el sistema  |
|---------------------|---|--|
| 1                   | En el tópico de Medicina atenderán cuatro médicos de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y dos médicos el resto del día.<br>En el tópico de Cirugía atenderán tres médicos en cada turno.   | 301 minutos el paciente tipo 1 (reducción de 129 minutos)<br>369 minutos el paciente tipo 3 (reducción de 146 minutos)<br>57 minutos el paciente tipo 4 (reducción de 31 minutos)<br>294 minutos el paciente tipo 7 (reducción de 31 minutos)<br>238 minutos el paciente tipo 11 (aumento de 6 minutos)    |
| 2                   | En el tópico de Medicina atenderán cuatro médicos de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y dos médicos el resto del día.<br>En el tópico de Cirugía atenderán cuatro médicos de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y dos médicos el resto del día.   | 301 minutos el paciente tipo 1 (reducción de 129 minutos)<br>365 minutos el paciente tipo 3 (reducción de 150 minutos)<br>58 minutos el paciente tipo 4 (reducción de 30 minutos)<br>296 minutos el paciente tipo 7 (reducción de 29 minutos)<br>236 minutos el paciente tipo 11 (aumento de 4 minutos)    |
| 3                   | En el tópico de Medicina atenderán cuatro médicos de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y dos médicos el resto del día.<br>En el tópico de Cirugía atenderán tres médicos en cada turno.<br>Reducir en 30 minutos la obtención de los resultados de Análisis en Laboratorio.     | 319 minutos el paciente tipo 1 (reducción de 111 minutos)<br>406 minutos el paciente tipo 3 (reducción de 109 minutos)<br>62 minutos el paciente tipo 4 (reducción de 26 minutos)<br>270 minutos el paciente tipo 7 (reducción de 55 minutos)<br>208 minutos el paciente tipo 11 (reducción de 24 minutos) |
| 4                   | En el tópico de Medicina atenderán tres médicos en cada turno.<br>En el tópico de Cirugía atenderán tres médicos en cada turno.<br>En el segundo turno los médicos de la Sala de Triage apoyan al tópico de Medicina, atendiendo también a los pacientes de alivio. | 403 minutos el paciente tipo 1 (reducción de 27 minutos)<br>488 minutos el paciente tipo 3 (reducción de 27 minutos)<br>86 minutos el paciente tipo 4 (reducción de 2 minutos)<br>324 minutos el paciente tipo 7 (reducción de 1 minuto)<br>238 minutos el paciente tipo 11 (aumento de 6 minutos)         |
| 5                   | En el tópico de medicina atenderán cuatro médicos de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y un médico el resto del día.<br>En el tópico de cirugía atenderán tres médicos en cada turno.   | 616 minutos el paciente tipo 1 (aumento de 186 minutos)<br>727 minutos el paciente tipo 3 (aumento de 212 minutos)<br>110 minutos el paciente tipo 4 (aumento de 22 minutos)<br>352 minutos el paciente tipo 7 (aumento de 27 minutos)<br>240 minutos el paciente tipo 11 (aumento de 8 minutos)           |



**Tabla N.º 10.** Resumen de las propuestas de solución para Emergencia Adultos.

| Número de propuesta | Descripción   | Tiempo de permanencia en el sistema   |
|---------------------|---|---|
| 6                   | En el tópico de Medicina atenderán cinco médicos de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y un médico el resto del día.<br>En el tópico de Cirugía atenderán tres médicos en cada turno.  | 251 minutos el paciente tipo 1 (reducción de 179 minutos)<br>339 minutos el paciente tipo 3 (reducción de 176 minutos)<br>73 minutos el paciente tipo 4 (reducción de 15 minutos)<br>315 minutos el paciente tipo 7 (reducción de 10 minutos)<br>240 minutos el paciente tipo 11 (reducción de 8 minutos) |
| 7                   | En el tópico de Medicina atenderán dos médicos en cada turno (no atienden a los pacientes de alivio).<br>En el tópico de Cirugía atenderán tres médicos en cada turno.<br>En un ambiente separado un médico en cada turno atenderá a los pacientes de alivio. | 26 minutos el paciente tipo 1 (reducción de 404 minutos)<br>70 minutos el paciente tipo 3 (reducción de 445 minutos)<br>383 minutos el paciente tipo 4 (aumento de 295 minutos)<br>624 minutos el paciente tipo 7 (aumento de 299 minutos)<br>231 minutos el paciente tipo 11 (disminución de 1 minuto)   |

Fuente: Elaboración propia

**CONCLUSIONES**

Las principales conclusiones de la investigación son:

- La utilización de los médicos es menor al 70%, lo que indica que no es recomendable contratar más personal para disminuir los tiempos de atención.
- Se logra una reducción considerable en el tiempo de permanencia de los pacientes que son atendidos en el tópico de medicina asignando a cuatro médicos en el horario de 7:00 a.m. a las 7:00 p.m. y dos médicos de 7:00 p.m. a 7:00 a.m.
- En el sistema actual los mayores tiempos de permanencia lo tienen los pacientes tipo 3 (paciente de alivio que requiere una segunda revisión), siendo este tiempo de 515 minutos (8.58 horas), seguidos por los pacientes tipo 1 (pacientes de alivio que no requieren segunda revisión) con 430 minutos (7.17 horas) y por los pacientes tipo 7 (paciente de medicina con resultados de análisis) con 325 minutos (5.42 horas). Con la propuesta 1 sus tiempos se redujeron a 369, 301 y 294 minutos (6.15, 5.02 y 4.90 horas) respectivamente.

**RECOMENDACIONES**

La principal recomendación es:

- Evaluar la posibilidad de adquirir una aplicación informática que permita integrar la información de los pacientes de emergencia generada en los diferentes ambientes del área Emergencia Adultos (Digitación, Laboratorios, Farmacia, Rayos X, etc.)

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Delgado K.C. (2007), Diagnóstico y Propuestas de Mejora del Sistema de Atención a Pacientes de Emergencia Adultos de un Hospital Público Utilizando Simulación Discreta. Tesis (Ingeniera Industrial), Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú.
- [2] Fitzsimmons, J. A. Y FITZSIMMONS, M. J. (2008). Service Management: Operations, Strategy and Information Technology. 6ta. ed. McGraw-Hill/ Irwin.
- [3] Kelton, W.D.; Sadowski, R.P. And Sturrock, D.T. (2008), Simulación con Software Arena. Cuarta ed. McGraw Hill.
- [4] Torres, P. (2010), Simulación de Sistemas con el software Arena. Fondo Editorial, Universidad de Lima.