

## Series temporales aplicadas a software de triaje de emergencias



*Temporal series applied to software of triage of emergencies*

José Luis Pérez Rojas.<sup>1</sup>, Luis Stalin López Telenchana.<sup>2</sup>

Recibido: 16-11-2019 /Revisado: 07-12-2019 /Aceptado: 26-12-2019/ Publicado: 04-01-2020

### Abstract

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i1.1087>

The present research study was carried out at the Alfredo Noboa Hospital in the city of Guaranda, the objective of this is to validate the contribution of the Triage software implemented, through a time series analysis. The types of research guides were: bibliographic, quasi-experimental, inductive and longitudinal. The techniques used to gather information correspond to the survey applied to hospital staff and the interview to administrative staff. The results of the investigation showed a notable decrease in time in relation to the manual system used before. Patients categorized within the red priority went from waiting 11.74 seconds (s) to waiting 8.42 seconds (s) to be treated, those with orange priority from 24.8 s to 14.44 s, the yellow priority passed from 73.81 s to 60.16s, the priority green step of 84.48s to 68.49 and the blue priority step of 229.52s to 181.49s. Despite verifying that the Triage times are increasingly sticking to national and international standards (MSP-WHO), these may be lower at the time when hospital staff acquires skill in handling.

**Keywords:** Triage, Manchester code, model, time series, prediction.

### Resumen

El presente estudio de investigación se realizó en el Hospital Alfredo Noboa de la ciudad de Guaranda, el objetivo de esta es validar el aporte del software de Triage implementado, mediante un análisis de series temporales. Los tipos de investigación guías fueron: bibliográfica, cuasiexperimental, inductiva y longitudinal. Las técnicas utilizadas para recopilar información corresponden a la encuesta aplicada al personal hospitalario y la entrevista dirigida al personal administrativo. Los resultados de la investigación mostraron una disminución notable de tiempo en relación con el sistema manual antes utilizado. Los

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba, Ecuador.  
jose.perezl@epoch.edu.ec

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería. Riobamba, Ecuador.  
luis.lopez@unach.edu.ec

pacientes categorizados dentro de la prioridad roja pasaron de esperar 11.74 segundos(s) a esperar 8.42 segundos(s) para poder ser atendidos, los de prioridad naranja de 24.8 s a 14.44 s, la prioridad amarilla paso de 73.81s a 60.16s, la prioridad verde paso de 84.48s a 68.49 y la prioridad azul paso de 229.52s a 181.49s. A pesar de verificar que los tiempos de triaje cada vez se pegan más a estándares nacionales e internacionales (MSP-OMS), estos podrán ser más bajos en el instante en que el personal hospitalario adquiera habilidad en su manejo.

**Palabras claves:** Triaje, código Manchester, modelo, series temporales, predicción.

### **Introducción**

El servicio de emergencias de un hospital es un área importante, a la que acuden pacientes con dolor, con molestias insufribles y en algunos casos con riesgo eminente de muerte, mientras la demanda de pacientes incrementa, los recursos humanos y materiales lo hacen al mismo tiempo. (Maza, 2014). La organización mundial de la salud (OMS) establece indicadores de calidad en la atención de pacientes en salas de emergencia y el ministerio de salud pública del Ecuador (MSP) en cumplimiento con estos adopto al código de Triaje de emergencias Manchester. (Gómez 2010). Al consultar a los visitantes que acuden al Hospital Alfredo Noboa de la ciudad de Guaranda su opinión frente al sistema de atención, manifiestan sentir malestar al ver como en un país tan importante no hacen uso de sistemas avanzados que permitan agilizar procesos de forma significativa, y utilicen hasta la actualidad sistemas manuales. (Orellana 2012).

### **Planteamiento del proyecto**

Ante el problema antes expuesto se plantea diseñar e implementar un sistema semi automático que permita, clasificar de forma ordenada a los pacientes y establecer tiempos acordes a los estándares internacionales de la OMS, para validar su aporte se utiliza series temporales.

### **Metodología**

En base a los objetivos planteados se empleó un enfoque cuali-cuantitativo. Los tipos de investigación guías fueron: bibliográfica, cuasiexperimental, inductiva y longitudinal. Las técnicas utilizadas para recopilar información corresponden a la encuesta aplicada al personal hospitalario, a la revisión y análisis de los registros hospitalarios A08 y a la entrevista dirigida al personal administrativo. Con esta información copiada se realiza un estudio de series temporales demostrando el aporte significativo de la implementación de un sistema semi automático para la realización del Triaje

## Resultados

**Tabla 1.** Análisis temporal del sistema de triaje manual

Prioridad	tiempo de predicción (s)	tiempo MTS
rojo	11.743	0 minutos
naranja	24.8443	< 10 minutos
amarillo	73,814	< 60 minutos
verde	84.480	< 120 minutos
azul	229.525	<240 minutos

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 2.** Índice de abandono de pacientes sin ser atendidos con el sistema manual

Grupos de atención	Número de muestras	
Rojo	208	
Naranja	422	
Amarillo	2384	
Verde	1834	
Azul	59	
Abandonados	123	
Total	5030	100%
Pacientes atendidos	4907	97,55%
Índice de abandono		2,45%

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 3.** Análisis temporal del sistema implementado

Prioridad	Tiempo predicción(s)	Tiempo MTS
Rojo	8,4277	0 minutos
Naranja	14,4401	< 10 minutos
Amarillo	60,1665	< 60 minutos
Verde	82,4919	< 120 minutos
Azul	181,4936	<240 minutos

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 4.** Índice de abandono de pacientes sin ser atendidos con el sistema implementado

Grupos de atención	Número de muestras	
Rojo	208	
Naranja	422	
Amarillo	2384	
Verde	1834	
Azul	59	
Abandonados	68	
Total	4975	100%
Pacientes atendidos	4907	98,63%
Índice de abandono		1.37%

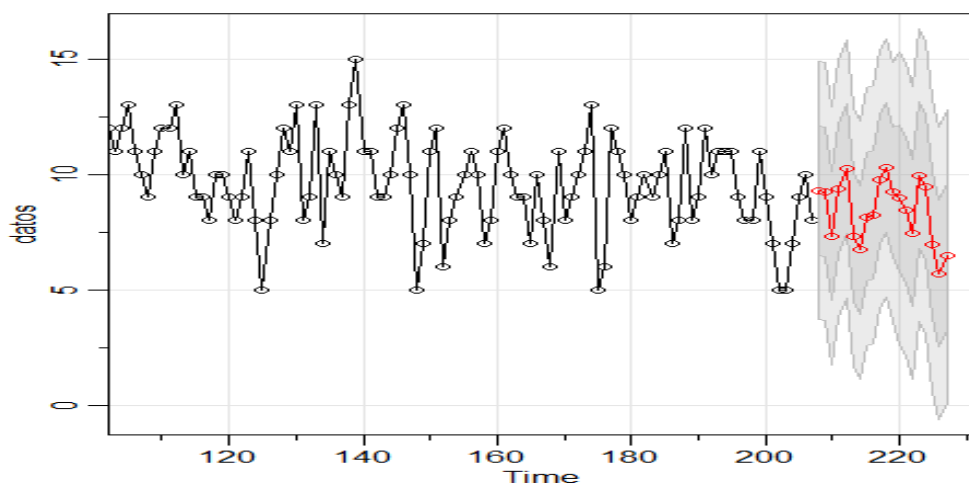
**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Los autores

### Discusión

La información presentada evidencia que los tiempos de Triage por cada prioridad mejoran con la implementación de un nuevo sistema, para tener la certeza de que los datos obtenidos son correctos se realizan varias pruebas de validación. Una vez obtenida toda la información de las series se procede a realizar el pronóstico de cada grupo prioritario para determinar su comportamiento en el transcurso de veinte períodos posteriores, las figuras a continuación presentadas muestran el comportamiento de cada una.

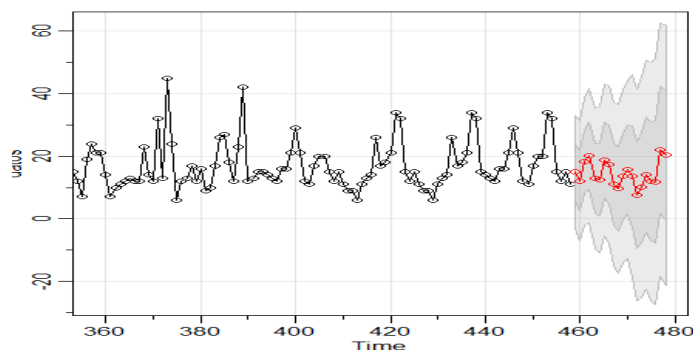
**Figura 1.** Pronóstico prioridad roja



**Fuente:** Trabajo de campo

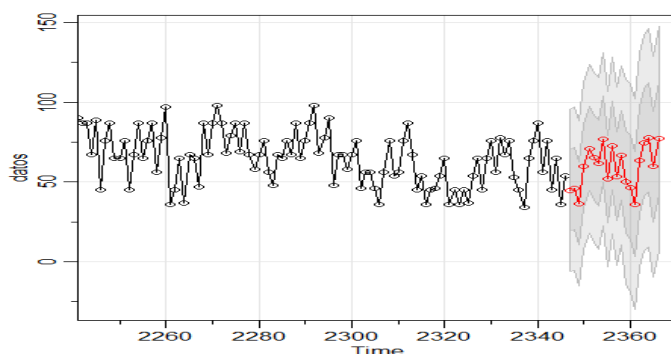
**Elaborado por:** Los autores

**Figura 2.** Pronóstico prioridad naranja



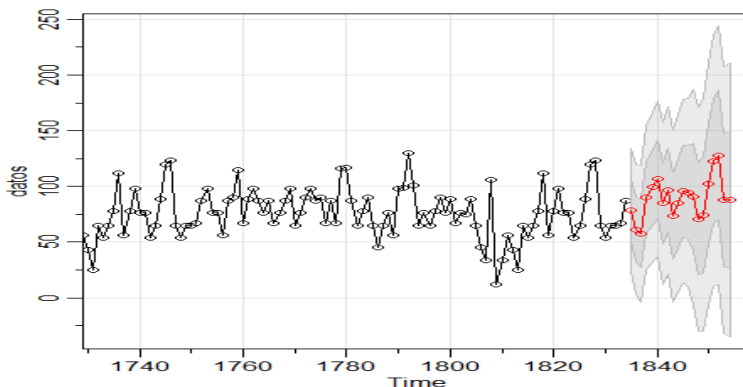
**Fuente:** Trabajo de campo  
**Elaborado por:** Los autores

**Figura 3.** Pronóstico prioridad amarilla



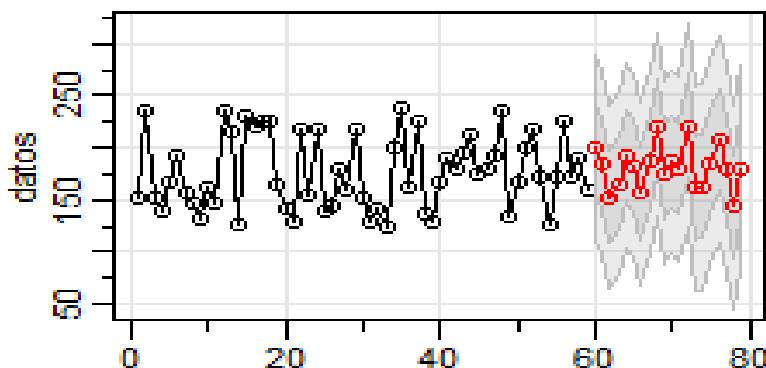
**Fuente:** Trabajo de campo  
**Elaborado por:** Los autores

**Figura 4.** Pronóstico prioridad verde



**Fuente:** Trabajo de campo  
**Elaborado por:** Los autores

**Figura 5.** Pronóstico prioridad azul



**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Los autores

Todos los datos obtenidos son susceptibles a errores sin embargo la prueba de Ljung-Box permite determinar si existe dependencia entre los  $m$  primeros residuos para que el error cometido sea el menos significativo. Otra forma de validación de los datos de la predicción se toma en base a los residuos de cada serie y se establecen dos hipótesis. (García 2016).

H<sub>0</sub>: Hipótesis Nula (los residuos se distribuyen como ruido blanco).

H<sub>1</sub>: Hipótesis alternativa (los residuos no se distribuyen como ruido blanco).

De ahí que al realizar la prueba y dependiendo del valor de  $p$  que se obtenga, la hipótesis puede ser aceptada o rechazada.

Si  $p\text{-valor} < 0.05$ , se rechaza H<sub>0</sub>.

Si  $p\text{-valor} > 0.05$ , no se rechaza H<sub>0</sub>.

En la tabla 5 se muestra los valores obtenidos en las cinco pruebas realizadas, evidenciando que en todos los valores de  $p$  menor que el 0.05. En base a estos resultados se aceptan los datos pronosticados.

**Tabla 5.** Test de residuos

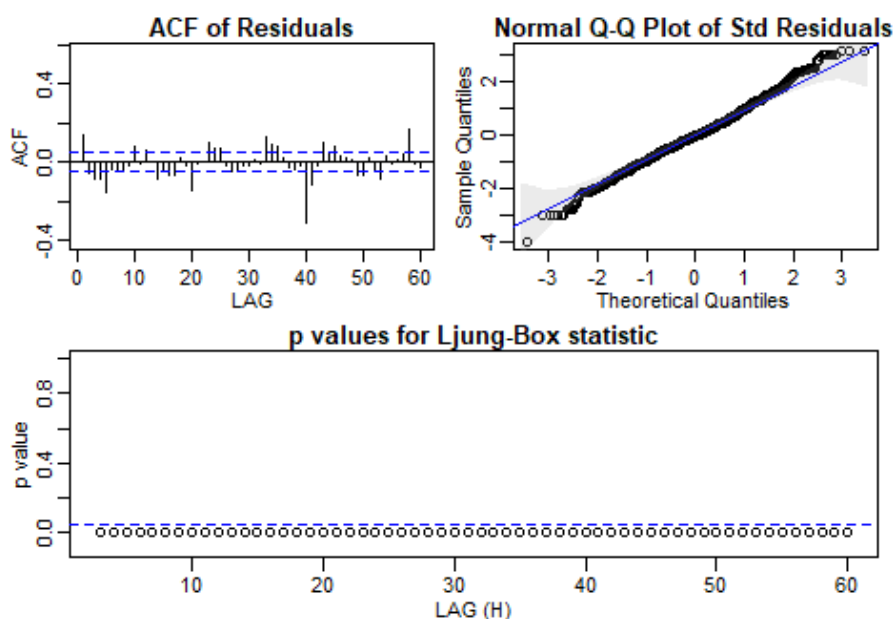
PRIORIDAD	RESULTADOS DEL LJUNG-BOX
rojo	data: residuals(ajuste\$fit) X-squared = 9,6108, df = 1, p-value = 0,001934
naranja	data: residuals(ajuste\$fit) X-squared = 39,596, df = 1, p-value = 3,123e-10
amarillo	data: residuals(ajuste\$fit) X-squared = 9,1839, df = 1, p-value = 0,002442
verde	data: residuals(ajuste\$fit) X-squared = 34,297, df = 1, p-value = 4,732e-09
azul	data: residuals(ajuste\$fit) X-squared = 34,297, df = 1, p-value = 4,732e-09

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Los autores

Encontrar los coeficientes de autocorrelación simple (ACF) y determinar que los residuos sean nulos y no se encuentran correlacionados también ayudan a determinar la validez de los datos. Finalmente, la curva QQ-plot es una opción adicional para validación, la misma que acepta los datos cuando los residuos no se alejan de forma significativa del modelo y la media de residuos es nula como lo muestran los siguientes gráficos.

**Figura 6.** Test de residuos



**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Los autores

## Conclusiones

El análisis de series temporales permitió validar el sistema de Triage implementado en el hospital Alfredo Noboa de la ciudad de Guaranda y todo en base a los siguiente:

- Según la recopilación de información hasta antes de la utilización del nuevo sistema de triaje las categorías roja, naranja y amarilla sobrepasaban los límites establecidos por la OMS en 11.69 s, 15.89 s y 139.98 s respectivamente.
- La implementación del software redujo los tiempos de triaje en 28.23% prioridad roja, 41.87 % prioridad naranja, 18.48% prioridad amarilla, 2.35% prioridad verde y 20.93% para la prioridad azul.
- La derivación de pacientes hacia las diferentes áreas hospitalarias, así como también la clasificación prioritaria mejoro notablemente logrando disminuir el índice de pacientes que abandona el hospital en 1.37%.
- Los beneficios colaterales que se obtuvo de la implementación se vieron reflejados en la calidad de atención que recibían los pacientes por parte del personal hospitalario, debido a que el sistema permite clasificarlos correctamente y distribuir un número de pacientes a cada médico de forma exacta.

## Referencias bibliográficas

- Aranguren, E. (2005). Estudio de la validez pronóstica de la recepción, acogida y clasificación de pacientes en el área de urgencias en un hospital terciario. *Scielo*, 28(2), 177-188.
- Carro, R., & González, D. (2012). Modelos de líneas de espera. Universidad Nacional del Mar de la Plata.
- García, J. C. (2016). Predicción en el Dominio del Tiempo. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Gómez, J., Ramón, P., & Rúa, C. (diciembre de 2010). Manual para la implementación de un sistema de Triage para los cuartos de Urgencias. Organización Panamericana de la Salud., 66.
- Hernández, C., Camacho, O., & Duarte, F. (2017). Análisis del flujo de pacientes en el servicio de urgencias del Hospital Universitario la Samaritana a través de simulación discreta. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 109-122.
- Maza, E. (2014). Perfil de morbimortalidad de una muestra de pacientes con prioridad III, IV, V obtenida en el servicio de emergencia del Hospital Carlos Andrade Marín (Tesis de grado). Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Mauricio, J. (2007). Introducción al Análisis de Series Temporales. Madrid, España.
- Orellana, M., Morocho, V., & Puente, O. (2012). Evaluación de la atención en salud, diseño documentación y medición de procesos del área de emergencia del hospital general Enrique Garcés. (Tesis de Maestría). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí.
- Rodríguez, G. (2017). Analysis of emergency service applying queuing theory. *ScienceDirect*, 719-732.
- Weatherford, L., & Moore, J. (2000). Investigación de operaciones en la ciencia administrativa (Quinta ed.). México: Prentice-Hall.
- Weinerman, E., Robbins, A., & Ratner, R. (1966). Yale studies in ambulatory medical care. V. Determinants of use of hospital emergency 127 services. *American Journal of Public*, 56(7), 1037-1056.



## PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO

Pérez Rojas, J. L., & López Telenchana, L. S. (2020). Series temporales aplicadas a software de triaje de emergencias. *Ciencia Digital*, 4(1), 156-164.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i1.1087>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

