

03-002

ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF THE OPERATIONAL PROCESS OF DONATION SERVICE IN A BLOOD BANK, APPLYING DISCRETE SIMULATION

Guerrero Chanduví, Dante A. ⁽¹⁾; Benites Correa, Felipe A. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Piura

The objective of this study is to generate a proposal to improve the operational process of the Piura blood bank, since currently the attention time is very long (176.99 average minutes) and generates dissatisfaction among its donors. To do this, it is necessary to identify which sub-processes are currently affecting attention time. In this first stage, the SERVQUAL survey was used, recommended by the Ministry of Health of Peru in health services, and is used to measure the level of donor satisfaction and its correlation with service times. In addition, its application allowed us to know which are the sub-processes that affect the entire operating process. From this, proposals for improvement were developed using the ExtendSim Software. Four proposals were generated, from which a final improvement proposal was obtained, which includes the hiring of one more person in the process, the change of new software, and the implementation of an automated and accessible communication artificial intelligence voice system for donors. The investment is 34,250 EUR per year, and it is possible to reduce 53.51% of the current service time.

Keywords: processes; blood bank; discrete simulation

ANÁLISIS Y MEJORA DEL PROCESO OPERATIVO DEL SERVICIO DE DONACIÓN EN UN BANCO DE SANGRE, APLICANDO SIMULACIÓN DISCRETA

El objetivo de este estudio es generar una propuesta de mejora del proceso operativo del banco de sangre de Piura, ya que actualmente el tiempo de atención es muy largo (176.99 minutos promedio), y genera insatisfacción en sus donantes. Para ello, es necesario identificar qué subprocesos actualmente están afectando el tiempo de atención. En esta primera etapa se utilizó la encuesta SERVQUAL, recomendada por el Ministerio de Salud de Perú en los servicios de salud, y es utilizada para medir el nivel de satisfacción de los donantes y su correlación con los tiempos de atención. Además, su aplicación permitió conocer cuál son los subprocesos que afectan todo el proceso operativo. A partir de ello, se desarrollaron propuestas de mejora utilizando el Software ExtendSim. Se generaron cuatro propuestas, de las cuales se obtuvo una propuesta final de mejora, que incluye la contratación de una persona más en el proceso, el cambio de un nuevo software y la implementación de un sistema de comunicación de voz automatizado y accesible para los donantes. La inversión es de 34,250 euros anuales y se logra reducir el 53.51% del tiempo de servicio actual.

Palabras clave: procesos; banco de sangre; simulación discreta



1. Introducción

Perú necesita 600.000 unidades de sangre al año como stock adecuado para cubrir emergencias que se puedan presentar (Arias Quispe et al., 2018). Sin embargo, cifras del Ministerio de Salud muestran que solo se recolectan 346.000 (57,67%), por lo que existe un déficit de 254.000 unidades (Ministerio de Salud, 2018). Un indicador de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) da cuenta de que para que un país tenga autosuficiencia, el 5% de la población debería donar sangre (Organización Panamericana de la Salud, 2012). A pesar de que ha aumentado la colecta durante los últimos años, apenas se cubre la mitad de las unidades que se necesitan en Perú.

Asimismo, un sistema de salud sin un correcto servicio de transfusiones de sangre se verá sumamente debilitado. El abastecimiento de sangre es responsabilidad del Ministerio de Salud, pero se debe contar con el interés y compromiso de toda la población (Pacheco Aráoz, 2017).

La satisfacción del servicio de donación cumple un rol fundamental e influye en la decisión de este para regresar a pasar por el mismo proceso en otra oportunidad (Malagón Martínez & Pichardo Martínez, 2011). A un donante puede tomarle dos o hasta tres días donar sangre, convirtiéndolo así en un proceso tedioso. Los tiempos de espera en el banco de sangre son cruciales para la satisfacción del donador; ante tales circunstancias es necesario mejorar el servicio de atención a los usuarios aplicando la ingeniería de procesos.

Este artículo analiza el nivel de satisfacción en un banco de sangre en cuanto a los tiempos de atención. En base a esto, se parte como premisa para mejorar el proceso. Considerando que, desde un punto de vista productivo, la sincronización permite disminuir los cuellos de botella, reducir tiempos de espera, inventarios y mejorar la utilización de recursos (Contreras De La Cruz & Trejo, 2016). Por esto es imprescindible utilizar metodologías de análisis de procesos para obtener resultados que reduzcan costos de operación y mejoren la calidad del servicio otorgado al paciente cumpliendo con las demandas en forma oportuna, segura y eficiente (Baesler et al., 2011).

Como resultado de la investigación, se somete el sistema a un modelo de simulación del cual se obtendrán 4 propuestas de mejora que llevan a una propuesta de mejora final, logrando una reducción del 53.51% del tiempo.

2. Objetivos

El objetivo de esta investigación es describir el desempeño operativo, medir el nivel de satisfacción de los usuarios (donantes) y mejorar el servicio de atención del banco de sangre del Hospital Santa Rosa de Piura, Perú, mediante la aplicación de simulación discreta.

3. Metodología

Para esta investigación se utilizó el instrumento de investigación multidimensional SERVQUAL, diseñado para capturar las expectativas y percepciones del consumidor de un servicio a lo largo de cinco dimensiones que se cree representan la calidad del servicio (Massip Pérez et al., 2008). Asimismo, esta herramienta es recomendada por el Ministerio de Salud para la medición de tiempos (Guerra Vega & Cabello Morales, 2012). Además, este instrumento fue comparado con el de los autores Guizado Pino (2016) y Aliano Palomino

(2018), quienes validaron la encuesta para servicios de salud donde midieron la satisfacción de los donantes en los bancos de sangre en Lima, Perú.

Bajo esta misma encuesta se realizó la medición de estándares de tiempo para encontrar deficiencias y propuestas de mejora, ya que, si los estándares estuviesen mal establecidos, produciría costos altos, inconformidades de los donantes y posiblemente fallas de todo el banco de sangre. Para Niebel y Freivalds (2009) esto puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de cualquier organización.

En una primera etapa esta información se utiliza para analizar cómo está afectando cada proceso a la satisfacción del donante. Además, si influye en el tiempo total que pasa éste en el banco de sangre. Los resultados obtenidos se utilizan como datos de entrada en el modelo de simulación para, finalmente diseñar experimentos que ayuden a obtener propuestas de mejora, las cuáles variarán según la inmediatez, presupuesto y escenarios que presenten como prioridad del banco de sangre.

3.1. Recolección de datos

A través de SERVQUAL se recolectaron datos durante 10 días de 7 am a 1 pm, de lunes a viernes, también se utilizó para tomar los tiempos.

Se aplicó el cálculo de la muestra en un hospital tipo II según Guerra Vega y Cabello Morales (2012) y el valor de n fue de 226, con un intervalo de confianza del 95% según Candia y Caiozzi (2005). Adicionalmente, para analizar los datos y obtener el nivel de satisfacción, se utilizó un segundo n de 133 y un intervalo de confianza del 93.12%, debido a que no todos los usuarios lograron finalizar el proceso.

3.2. Encuesta de Satisfacción SERVQUAL

La encuesta SERVQUAL define las dimensiones a medir: confiabilidad, capacidad de atención, seguridad, empatía y aspecto tangible (Zeithaml et al., 1988).

La escala de medición aplicada para los indicadores es la escala de Likert donde 1 es menos importante y 7 es más importante, en la dimensión de expectativa. Mientras que 1 está menos satisfecho y 7 está más satisfecho en la dimensión perspectiva (Schiffman & Kanuk, 2010). La herramienta SERVQUAL define la satisfacción del usuario como la diferencia (P menos E). La escala de satisfacción se describe en el siguiente cuadro según Ninamango Vicuña (2014):

Tabla 1. Puntaje de nivel de satisfacción

Nivel de satisfacción	Puntaje
Insatisfacción severa	Menos de -2 puntos
Insatisfacción leve – moderada	Entre -2 y 0 puntos
Satisfacción	0 puntos
Satisfacción alta	Más de 0 puntos

3.3. Tiempo de atención

Para efectos de este estudio, se consideró tiempo de servicio la suma de todos los tiempos de servicio y tiempos de espera que atravesó el donante en cada etapa dentro del banco de sangre. Los valores se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 2. Valores de Escala de Medición

Dimensión	Escala de Medida	Valores
Tiempo de atención	Tiempo en horas	< 1 hora
		≥ 1 hora y < 2 horas
		≥ 2 horas y < 3 horas
		≥ 3 horas y < 4 horas
		≥ 4 horas y < 5 horas
		≥ 5 horas

3.4. Correlación

En esta investigación se utilizó el Coeficiente de Correlación de Spearman (Rho de Spearman). Según Hernandez Sampieri et al. (1998) el grado de correlación se puede clasificar según la Tabla:

Tabla 3. Clasificación de Grado de Correlación de Spearman

Rango R	Grado de correlación
-0.91 a -1	Correlación negativa perfecta
-0.76 a 0.9	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa significativa
-0.11 a -0.5	Correlación negativa media
-0.01 a -0.1	Correlación negativa débil
0	No hay correlación
0.01 a 0.1	Correlación positiva débil
0.11 a 0.5	Correlación positiva media
0.51 a 0.75	Correlación positiva significativa
0.76 a 0.9	Correlación positiva muy fuerte
0.91 a 1	Correlación positiva perfecta

Para encontrar la correlación de Spearman se utilizó el software estadístico SPSS de IBM.

4. Caso de estudio

Esta investigación busca una alternativa para mejorar el proceso operativo del servicio de donación de sangre en el banco de sangre del Hospital Santa Rosa.

4.1. Proceso de donación de sangre

La figura 1 muestra el proceso de donación de sangre:

Figura 1: Proceso de donación de sangre



4.2. Problemas en el banco de sangre

Durante la realización de las encuestas se pudo observar los siguientes problemas que afectan la satisfacción de los donantes:

Tabla 4. Problemas del banco de sangre

Ítem	Problemas
Tiempos de atención	Altos tiempos de atención. La suma total de los tiempos de espera es de 89.36 min. Además, el tiempo de adquisición de material es de 47.75 min. Esto se debe a que un donante debe salir del sistema de donación para adquirir una bolsa de sangre en otro lugar del hospital.
Equipos y materiales	El banco de sangre no entrega las bolsas dentro del banco. El donante tiene que salir del banco y buscar la bolsa en la farmacia. Esto aumenta los tiempos de espera. Además, hay escasez de sillones de extracción.
Software	El software E-Delphyn presenta problemas de funcionamiento diario que ralentizan el servicio.
Infraestructura	Escasos espacios para la extracción y no hay carteles sobre indicaciones de donación.
Proceso	Carencia de protocolos de atención Lentitud en la atención de cada proceso. Carencia de señalización e información.
Disponibilidad de personal	Poca disponibilidad de personal administrativo, sanitario y médico. Falta de Capacidad Informativa, y mucha Rotación Interna.

4.3. Definición del Sistema del Modelo de Simulación

El sistema por estudiar es el proceso de servicio al que se somete a un donante de sangre. Este proceso tiene como objetivo extraer una unidad de sangre de calidad, apta para ser transferida a un paciente receptor. Para lograr este objetivo, el donante se somete a una serie de procesos, que son: prueba física, prueba de laboratorio, registro de datos y entrevista. En cada una de estas etapas, los donantes pueden ser diferidos o pueden optar por no participar

en el proceso. Una vez que se determina que el donante es apto para donar, se lo somete a una extracción de sangre.

El modelo fue desarrollado en el Software ExtendSim, que es un entorno de simulación probado capaz de modelar una amplia gama de sistemas y, sobre todo, producir mejores resultados de manera más rápida (Krahl, 2008). Los donantes estarán representados por ítems, que se crearán en determinados momentos y acompañados de las distribuciones obtenidas según los datos recabados. Estos ítems pasarán por un bloque llamado **Activity**, que representa que un ítem (donante) está siendo atendido. Al igual que en el modelo observado, también habrá colas antes de ser atendido, por lo que el bloque que representa una cola se llama **Queue**, y debe existir cada vez que un ítem espera por su atención.

Para definir el sistema, se establecerán sus variables y supuestos:

Para el desarrollo del modelo se utilizaron 3 grupos de variables: Resultados de la donación, porcentaje de voluntarios, distribuciones de tiempos de atención:

- Resultados de la donación: se refiere al número de donaciones diferidas y abandonos en cada una de las etapas.
- Porcentajes de voluntarios: se refiere a donantes voluntarios y no voluntarios.
- Distribuciones de tiempos de atención: se refiere a los tiempos de atención en prueba física, prueba de laboratorio, registro de datos, entrevista, extracción, ubicación en camilla, reposo en camilla y tiempo entre llegadas.

Según esas variables se procedió a ajustar las distribuciones y la validación del modelo:

1. La bondad de ajuste de la distribución para cada tiempo de servicio: Se utilizó el software **StatFit** para encontrar la bondad de ajuste de la distribución, a través de la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov Smirnov y Anderson Darling. Sin embargo, para algunos procesos se utilizó una distribución triangular.

Para encontrar las siguientes distribuciones se aplicaron los métodos de bondad de ajuste de distribuciones que se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Resultados de pruebas de hipótesis de ajuste de distribución

Ajuste de distribución									
Tiempo entre llegadas									
Método	Ítems	Data points	Ad stat	Alpha	Ad stat (0.05)	P valor	Conclusión	Distribución	
Kolmogorov - Smirnov	Valores	74	0.09	0.05	0.16	0.56	No rechaza	Pearson VI	
Donantes antes del primer llamado									
Método	Ítems	Data points	Ks stat	Alpha	Ks stat (226, 0.05)	P valor	Conclusión	Distribución	
Kolmogorov - Smirnov	Valores	30	0.16	0.05	0.24	0.36	No rechaza	Pearson VI	
Ubicación en Camilla									
Método	Ítems	Data points	Ks stat	Alpha	Ks stat (135, 0.05)	P valor	Conclusión	Distribución	
Kolmogorov - Smirnov	Valores	135	0.08	0.05	0.12	0.3	No rechaza	Weibull	
Tiempo de extracción									
Método	Ítems	Data points	Ks stat	Alpha	Ks stat (135, 0.05)	P valor	Conclusión	Distribución	
Kolmogorov - Smirnov	Valores	135	0.1	0.05	0.2	0.13	No rechaza	Erlang	
Tiempo de reposo									
Método	Ítems	Data points	Ks stat	Alpha	Ks stat (135, 0.05)	P valor	Conclusión	Distribución	
Kolmogorov - Smirnov	Valores	135	0.08	0.05	0.12	0.29	No rechaza	Log-logistic	

Por otro lado, el resto de las distribuciones se ajustaron a una distribución triangular, para lo cual fue necesario desarrollar un histograma que permita conocer cuáles son las clases que contienen las frecuencias más altas.

Las clases del histograma que presentan las frecuencias más altas se utilizaron como parámetros que se ingresaron en la configuración de la distribución triangular:

Tabla 6. Parámetros de distribución triangular

Proceso	Distribución	Max	Min	Mean
Examen físico	Triangular	3.29	2.04	0.82
Examen de laboratorio	Triangular	1.44	1.03	0.84
Registro de datos	Triangular	5.7	4.5	4.22
Entrevista	Triangular	6.3	4.51	4.32
Adquisición de material	Triangular	41.52	25.09	47.75

- Validación del modelo: A través de esta etapa, es posible detallar deficiencias en la formulación del modelo o en los datos alimentados al modelo. Para ello se tomarán los tiempos observados en cada etapa del proceso, ver tabla 7.

Las variables que se utilizarán para validar el modelo son el tiempo total de atención, el cual se obtiene de la suma de los tiempos de atención y los tiempos de espera, esta suma es de 176.99 minutos.

Tabla 7. Tiempos tomados del proceso observado

Proceso	Activity	
	Tiempo de atención	Tiempos de espera
Examen físico	0.82	26.18
Examen de laboratorio	0.84	2.4
Registro de datos	4.22	45.8
Entrevista	4.32	14.98
Adquisición de material	47.75	
Ubicación en Camilla	5.8	
Extracción	23.89	
SUMA	87.63	89.36

5. Resultados

5.1. Tabla de tiempos

Para los tiempos de atención se consideró la suma de los tiempos de atención y tiempos de espera de cada etapa del proceso, desde que se reciben los documentos hasta que son colocados en camilla antes de su extracción.

Tabla 8. Resultados de tiempos de atención

Tiempo de atención	N	Frecuencia del tiempo de atención (%)
< 1 hora	8	5.93%
≥ 1 hora y < 2 horas	50	37.04%

Tiempo de atención	N	Frecuencia del tiempo de atención (%)
≥ 2 horas y < 3 horas	44	32.59%
≥ 3 horas y < 4 horas	25	18.52
≥ 4 horas y < 5 horas	8	5.93%
Total general	135	100%

5.2. Nivel de satisfacción

En la Tabla 9 se muestra un resumen de los resultados obtenidos del nivel de satisfacción de cada dimensión:

Tabla 9. Nivel de satisfacción de cada dimensión

Nivel de Satisfacción	Satisfacción Global	Satisfacción Fiabilidad	Satisfacción Capacidad de respuesta	Satisfacción Seguridad	Satisfacción Empatía	Satisfacción Aspecto Tangible
Insatisfacción leve moderada	65.93%	45.93%	38.52%	44.44%	47.41%	43.7%
Insatisfacción severa	12.59%	18.52%	34.07%	14.07%	8.89%	24.44%
Satisfacción amplia	16.3%	18.52%	13.33%	22.96%	28.89%	15.56%
Satisfacción	5.19%	17.04%	14.07%	18.52%	14.81%	16.3%
Total general	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

5.3. Tabla de correlación

La Tabla 10 muestra los resultados de correlación:

Tabla 10. Correlación entre nivel de satisfacción y tiempo de atención

Dimensión	Rh ₀	P valor	Correlación
Satisfacción Global	-0.187	0.030	Sí, negativa débil
Fiabilidad	-0.131	0.129	No
Capacidad de respuesta	-0.234	0.006	Sí, negativa media
Seguridad	-0.192	0.026	Sí, negativa media
Empatía	-0.094	0.281	No
Aspecto tangible	-0.109	0.207	No

Se concluye que existe una correlación negativa débil entre la satisfacción global y los tiempos de atención. En otras palabras, los donantes estarán más insatisfechos cuando el servicio lleve mucho tiempo. Además, existe una correlación negativa media entre la capacidad de atención y los tiempos de atención. En otras palabras, los donantes estarán más insatisfechos en esta dimensión cuando el servicio lleve mucho tiempo.

5.4. Resultados del modelo de simulación

El modelo se simuló 30 veces en corridas de 100 días en el software ExtendSim y los resultados fueron: un promedio de 177.44 minutos con un intervalo de confianza del 95% de 0.48 minutos, lo que significa que el tiempo observado que un donante pasa en el sistema (176,99 minutos) se encuentra dentro de este intervalo de confianza.

5.5. Simulación de las propuestas de mejora

Como se ve en el punto de discusión de resultados, se generan algunas propuestas de mejora.

1. Primera propuesta: Agregar 2 servidores adicionales o contratar a 2 personas (Ver figura 3). El resultado de la contratación de dos personas adicionales genera una reducción del

tiempo de atención del 35,7%. Su implementación implica un presupuesto para contratar a dos personas cuyo salario es de 730 € mensuales cada una.

- Segunda propuesta: Unir dos procesos. Para esta propuesta, fue necesario unir el tiempo de servicio de Registro de Datos y Entrevista. Ambos se unieron en un solo bloque **Activity** denominado “reg datos entrevista” (Ver figura 4). Además, se consideró contratar a una persona. Los parámetros utilizados fueron:

Max:	12.07
Min:	6.5
Mean:	8.47

Esta propuesta requiere una persona adicional que genera una reducción de tiempo del 32,6%. Su presupuesto es de 730 € al mes.

- Tercera propuesta: Implementar un Rapid Pass (RP). Rapid Pass es un asistente de voz automatizado que realiza el registro datos y entrevista antes de que los donantes vayan al banco de sangre. Este asistente está entrenado con inteligencia artificial y a través de una llamada telefónica permitía que los donantes resuelvan un cuestionario. El objetivo es ahorrar tiempo de atención y tiempos de espera. Para su configuración se consideró que solo se ahorra el tiempo de registro de datos. Se mantuvo la configuración de la entrevista ya que es un proceso necesario para validar la información en el banco de sangre. ” (Ver figura 4).

Para esta propuesta se evaluaron 3 escenarios. La reducción del tiempo de atención varía de 29,46% a 35,37%. Además, el precio de un asistente virtual automatizado por voz es de 430 € al mes.

- Cuarta propuesta: Eliminar el proceso de adquisición de materiales. Ya que hay un tiempo elevado en el proceso de adquisición de materiales. Por lo tanto, se consideró que este banco de sangre provee las bolsas de sangre que actualmente los donantes deben adquirir fuera del sistema. Para ello, se eliminará el bloque Activity “adquirir material” y se sustituirá por la **Queue** “adquirir material”. La figura 5 representa cómo se reemplaza el bloque **Activity** mencionado anteriormente.

Es posible reducir hasta un 48,23% y sus costos están ligados a lograr la integración del sistema a través de servicios web construidos entre el software del banco de sangre y el software de la farmacia.

5.6. Comparativa de las propuestas

La siguiente tabla muestra los tiempos reducidos en cada propuesta:

Tabla 11. Comparativa de las propuestas

Tiempos de espera	Modelo observado	P1	P2	P3					P4
				E1	E2		E3		
				RP	RP	Sin RP	RP	Sin RP	
Ex. físico	26.18	-53.41%	-52.81%	-52.81%	-52.59%		-53.39%		-42.2%
Ex. laboratorio	2.40	-87.57%	-86.04%	-86.66%	-86.66%		-86.25%		-79.16%
Reg. de datos	45.80	-94.02%	-77.57%	-89.34%	-68.81%		-54.21%		-64.19%
Entrevista	14.98	-94.85%	-	-	-		-		-77.91%
Ad. de material	47.75	27.33%	20.88%	30.81%	19.15%		11.84%		-66.62%
Tiempos de espera	176.99	-35.7%	-32.60%	-35.37%	-33.45%	-31.2%	-31.74%	-29.46%	-48.23%

La Tabla 12 muestra un resumen de la inversión monetaria de cada propuesta:

Tabla 12. Comparación de la inversión monetaria de las propuestas

ÍTEM	P1	P2	P3	P4
Implementación (único pago al inicio del proyecto)	-	-	1,950 €	1950 €
Costo mensual	1,460 €	730 €	430 €	490 €
Inversión anual (12 meses)	17,520 €	8,760 €	7,110 €	7,830 €

La propuesta más cara es la primera que consiste en contratar más personal. Por otro lado, la propuesta más económica es la tercera que implica implementar tecnología.

5.7. Tabla de la propuesta final

Para tener una propuesta final, involucrando a la industria, academia, gobierno, sociedad, etc. Se sometieron a juicio de expertos las 4 propuestas anteriores:

Tabla 13. Entrevista juicio de expertos

Descripción del perfil	Recomendación
Gerente General de SAFTU, software implementado en más de 60 bancos de sangre de México.	Su recomendación es que el software utilizado sea integrado y preferiblemente de una sola marca para evitar integraciones complejas.
Jefa del banco de sangre del Hospital Santa Rosa de la Región Piura.	Su recomendación es contratar más personal porque es lo que se necesita de inmediato, sin embargo, si se implementa la tecnología más tarde, este personal puede ser destinado a campañas de voluntariado en universidades, etc.
Jefa del banco de sangre de la Red de Clínicas Auna.	Su recomendación es contratar a una enfermera para ayudar a controlar el stock y eliminar la espera que existe para obtener material.
Profesor titular de la Universidad de Piura y experta en gestión logística de donaciones	Su recomendación es que la implementación de las propuestas tiene que ser un proceso gradual.

De acuerdo con la información recabada, la propuesta final de mejora considera los siguientes puntos:

- Se eliminaron horas para iniciar procesos de atención.
- Se unieron los procesos de registro de datos y entrevistas en el Proceso Rapid Pass.
- Se agregó una nueva área, justo antes de que comience el proceso de extracción.
- El tiempo de ubicación en camilla se reduce a la mitad ya que los donantes vienen preparados y listos para la extracción. Además, una enfermera ya ha preparado las bolsas para el donante.
- El banco de sangre entrega las bolsas de donación de sangre.

Para el proceso de colocación en camilla se redujo a la mitad el tiempo estimado según la experiencia previa de uno de los expertos (Ver figura 5). Siguiendo este criterio se utilizó una distribución triangular donde las clases con las frecuencias más altas fueron 2.19 y 3.04, por lo que los parámetros del modelo fueron:

Max:	2.9
Min:	2.62
Mean:	3.47

El tiempo promedio total en el sistema del modelo original es de 176.99 minutos y el tiempo promedio total en el sistema de esta propuesta es de 82.28 minutos. Se puede observar que es posible reducir 94.71 minutos. Lo cual se interpreta como una reducción del tiempo en un 53.51% del tiempo original. Respecto a esta propuesta final, se pueden considerar algunos puntos necesarios para describir su aplicación:

1. Valor económico:

- Se implementa un nuevo sistema de banco de sangre.
- Se contrata una enfermera.
- Se desarrolla una integración entre el sistema de la farmacia y banco de sangre.
- Se implementa un asistente de voz con inteligencia artificial para recolectar información antes de la donación.

Tabla 14. Presupuesto anual de la propuesta final

Ítem	Valor mensual (€)	Valor anual (€)
Nueva enfermera	730	8,775
Sistema Implementación del sistema Automatizado de Voz	1,950	1,950
Servicio del Sistema Automatizado de Voz	430	5,256
Software de banco de sangre	1,170	14,040
Costo de la integración del sistema de farmacia y banco de sangre	1,950	1,950
Valor anual del proyecto (€)		31,971

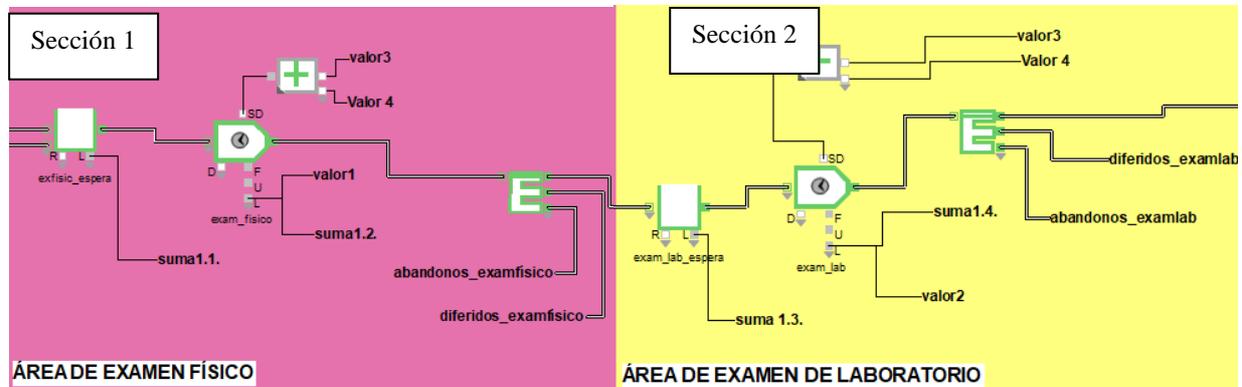
2. Nuevo proceso de donación de sangre: Como se mencionó anteriormente, antes de acudir al banco de sangre, el donante deberá registrar sus datos y realizar una entrevista a través del canal telefónico. Este sistema permite validar la información de los mismos y recabar información sobre su aptitud para donar sangre. Una vez validada la aptitud, el donante podrá acudir al banco de sangre. En la figura 2 se muestra el nuevo proceso de donación de sangre al que un donante debe ser sometido:

Figura 2: Nuevo proceso de donación de sangre



A continuación, las figuras 3, 4 y 5, representan el modelo de simulación final de los procesos. Este modelo final es la propuesta 5 y se obtiene de la combinación de todas las propuestas de mejora mencionadas anteriormente.

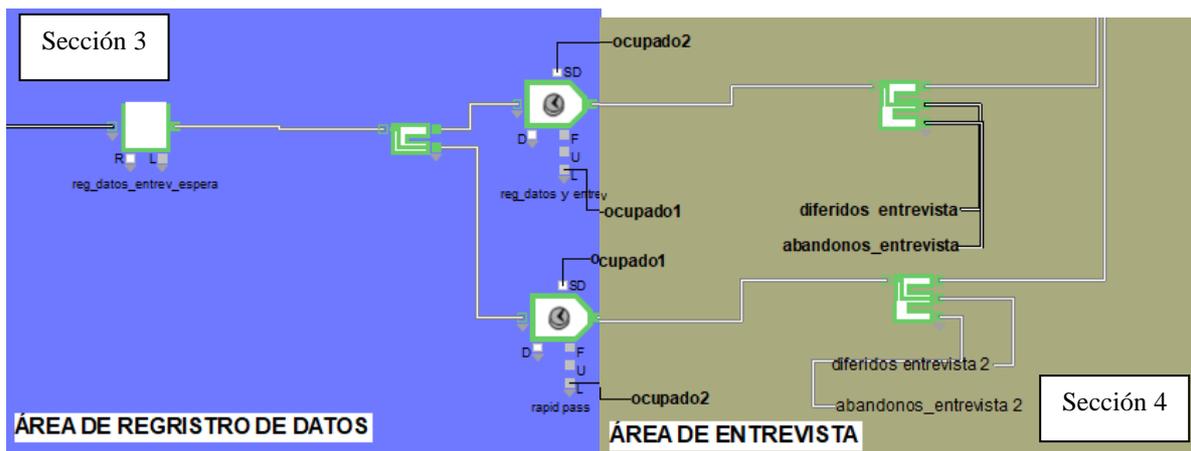
Figura 3: Área de examen físico y área de examen de laboratorio del modelo de simulación final



Nota: La sección 1 representa el área de examen físico, cuyo proceso es sometido el donante. Los donantes son representados por ítems los cuáles deben pasar a ser atendidos en un bloque **Activity** llamado "exam_fisico", pero previamente debe someterse a una cola de espera que se representa por el bloque **Queue** llamado "exfisc_espera". Finalmente, después de ser atendido, existe un bloque **Select Item Out** que divide a los ítems en 3: los que pasan a la siguiente etapa, los que abandonan y los que son diferidos. Los valores "valor3", "valor4", "valor1", y "suma1.2." se utilizan para controlar cuántos donantes están entrando y saliendo. La propuesta 1 sugiere que los bloques **Activity** "exam_fisico" y "exam_lab" se agregan 1 servidor más en cada uno.

La sección 2 tiene un funcionamiento similar a la sección 1. Ambas son secciones consecutivas, es decir un donante después de haber pasado por la sección 1, pasa a la sección 2 según a través del bloque **Select Item Out** que es el que designa qué ítems pasan, cuáles abandonan o cuáles son diferidos del sistema.

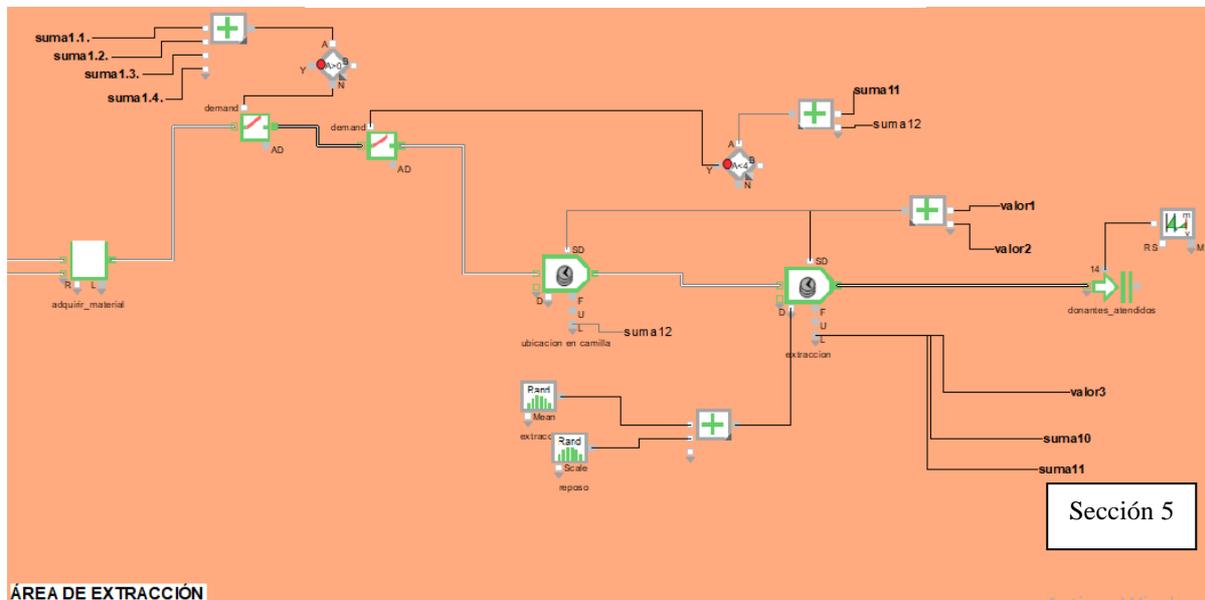
Figura 4: Área de registro de datos y entrevista del modelo de simulación final



Nota: Previamente existían dos procesos separados llamados registro de datos y entrevista, a los cuáles eran sometidos los ítems (donantes). La propuesta 2 sugiere que para simplificar este proceso se considera que tanto el registro de datos y la entrevista se unen en un solo bloque **Activity** llamado "reg_datos y entrev". Además, la propuesta 3 sugiere que se agregue un nuevo bloque **Activity** llamado "Rapid Pass", el cual reemplaza la atención de registro de datos y entrevista, ya que este proceso se llevaría a cabo a través de un sistema automatizado que levante esta información de los donantes previo a que este acuda al banco. En este nuevo proceso existiría un porcentaje de donantes que

utilicen el Rapid Pass y otros que no. Por lo tanto, los valores “ocupado1” y “ocupado2” sirven para determinar quiénes usaron el Rapid Pass y quiénes no, por lo que pasarían a ser atendidos en el bloque “reg_datos y entrev”. Los 3 escenarios que se realizaron fueron: 1. el 77.5% de los donantes usa el Rapid Pass, 2. El 50% de los donantes usa el Rapid Pass, 3. El 100% de los donantes usa el Rapid Pass. Para el modelo de simulación final, se asumió que el 100% usa el Rapid Pass.

Figura 5: Área de extracción del modelo de simulación final



Nota. La propuesta 4 recomienda que, si antes el proceso de adquirir material se realizaba fuera del banco de sangre y que se trabajaba como un **Activity** ya que este proceso dependería de otro sistema distinto al banco de sangre, ahora debería considerar que esta entrega de material se realice dentro del banco de sangre. Esto se lograría integrando los sistemas de stock de banco de sangre. Finalmente, el bloque **Activity** pasaría a ser un bloque **Queue** llamado “adquirir material”.

6. Conclusiones

Las consecuencias de un proceso de banco de sangre mal gestionado pueden ser letales para los pacientes que necesitan una unidad de sangre. Además, un servicio con baja satisfacción del usuario no permite que los donantes (usuarios) vuelvan a donar. Es por ello que se aplicó ingeniería de procesos en el Servicio de Banco de Sangre para analizar el proceso actual, rescatar lo que está generando insatisfacción, midiendo los tiempos de atención, y a partir de esto, simular diferentes escenarios en los que no solo se mejora la satisfacción del donante y se reducen los tiempos, también permitir ahorrar costos y salvar vidas.

Si bien existen otros factores para analizar todos los procesos del Banco de Sangre (compras con proveedores, organización de grupos de trabajo, etc.), la prioridad de esta investigación fue optimizar el tiempo de atención (es posible reducir en un 53,51% del tiempo de atención) y la satisfacción del donante. Además, se elige la propuesta más rentable para optimizar costos, especialmente en un hospital público.

Finalmente, la tecnología cumple un rol importante en la ingeniería de procesos, ya que su implementación permite agilizar, facilitar, medir y optimizar cada uno de los subprocesos que estaban influyendo en el tiempo de atención y satisfacción de los usuarios (donantes). Esta tecnología propuesta llamada Rapid Pass (asistente de voz automatizado con inteligencia artificial) y la integración del software en la nube puede permitir grandes cambios para el banco de sangre, sin embargo, su implementación se basa en un gran desafío para el sector de la salud pública en Perú: invertir en transformación digital.

Referencias

- Aliano Palomino, E. D. (2018). *Satisfacción en donantes de plaquetoféresis. Servicio de banco de sangre, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas*. Tesis para optar el título de Especialista en Hemoterapia y Banco de Sangre, Universidad Nacional Federico Villarreal, Tecnología Médica, Lima.
- Arias Quispe, S., Moscoso Porras, M., Matzumura Kasano, J., Gutiérrez Crespo, H., & Pesantes, M. A. (Julio de 2018). Experiencias y percepciones de los donantes de sangre sobre la donación en un hospital público de Perú. *Horizonte Médico*, 18(3). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2018.v18n3.06>
- Baesler, F., Martínez, C., Yaksic, E., & Herrera, C. (2011). Proceso logístico productivo de un centro. *Revista Médica de Chile*, 1150-1156.
- Candia, R., & Caiozzi, G. (Septiembre de 2005). Intervalos de confianza. *Revista Médica de Chile*, 133(9). Retrieved 15 de Agosto de 2019, from https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872005000900017
- Contreras De La Cruz, J. A., & Trejo, M. (2016). *Análisis de los Procesos Banco de Sangre CMN "La Raza"*. Universidad Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Ciudad de México. Retrieved 01 de Marzo de 2018, from <http://132.248.9.195/ptd2016/mayo/0744225/Index.html>
- Guerra Vega, R., & Cabello Morales, E. A. (2012). *Guía Técnica para la Evaluación de la Satisfacción del Usuario Externo en los Establecimientos y Servicios Médicos de Apoyo*. Guía Técnica, Ministerio de Salud, Dirección General de Salud de las Personas. Dirección de Calidad en Salud, Lima. Retrieved 03 de Julio de 2019, from <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/2252.pdf>
- Guizado Pino, A. L. (2016). *Calidad de atención y satisfacción de los usuarios en el banco de sangre del Hospital Nacional Cercado de Lima, 2016*. Tesis para optar el título académico de Maestra en Gestión de Servicios de la Salud, Universidad César Vallejo, Servicios de Salud, Lima.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1998). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw - Hill .
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (Cuarta ed.). Ginebra, Suiza.
- Krahl, D. (2008). EXTENDSIM 7. En S. J. Mason, R. R. Hill, L. Mönch, O. Rose, T. Jefferson, & J. W. Fowler (Ed.), *Winter Simulation Conference*. San José, California. <https://doi.org/10.1109/WSC.2007.4419605>
- Malagón Martínez, A., & Pichardo Martínez, M. d. (Agosto de 2011). Estrategias en el reclutamiento de donadores de sangre voluntarios en el Banco Central de Sangre Centro Médico Nacional "La Raza" del Instituto Mexicano del Seguro Social. *Revista Mexicana de Medicina Transfusional*, 4(2), 105-110. Retrieved 18 de Julio de 2019, from <https://www.medigraphic.com/pdfs/transfusional/mt-2011/mt112k.pdf>
- Massip Pérez, C., Ortiz Reyes, R. M., Llantá Abreu, M. d., Peña Fortes, M., & Infante Ochoa, I. (Octubre de 2008). La evaluación de la satisfacción en salud: un reto a la calidad. *Revista Cubana de Salud Pública*, 34(4).
- Ministerio de Salud. (2018). *Resolución Ministerial No. 672-2018*. Resolución, Ministerio de Salud, Lima .
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Duodécima ed.). México D.F.: McGraw-Hill/ Interamericana Editores.
- Ninamango Vicuña, W. M. (2014). *Percepción de la calidad de servicio de los usuarios en el consultorio externo de medicina interna del Hospital Nacional Arzobispo Loayza en Enero del 2014*. Tesis para optar el Título Profesional de Médico Cirujano, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Lima.

- Organización Mundial de la Salud. (1993). *Pautas para la organización de un servicio de transfusión de sangre*. (W. N. Gibbs, & A. F. Britten, Edits.) Ginebra, Suiza.
- Organización Panamericana de la Salud. (2012). *Estándares de Trabajo para Servicios de Sangre* (Tercera ed.). (J. R. Cruz, Ed.) Washington, D.C.
- Pacheco Aráoz, E. J. (2017). *Descripción del servicio de transfusión de sangre peruano entre los años 2002 y 2013 y su comparación con servicios de transfusión de sangre exitosos con modelos centralizados y descentralizados*. Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Lima. Retrieved 01 de Agosto de 2017, from <https://hdl.handle.net/11042/3029>
- Schiffman, L. G., & Kanuk, L. (2010). *Comportamiento del consumidor* (Décima ed.). Naucalpan de Juárez, México D.F., México: Pearson Educación.
- Zeithaml, V. A., Berry, L. L., & Parasuraman, A. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 23. Retrieved 03 de Julio de 2019, from https://www.researchgate.net/publication/225083802_SERVQUAL_A_multiple-Item_Scale_for_measuring_consumer_perceptions_of_service_quality

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

