UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora del servicio de atención aplicando teoría de colas para reducir los tiempos de espera en un laboratorio en Chiclayo

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR

Wendy Eliana Cabrejos Saavedra

ASESOR

Santos Confesor Gabriel Blas

https://orcid.org/0000-0003-0306-108X

Chiclayo, 2023

MEJORA DEL SERVICIO DE ATENCIÓN APLICANDO TEORIA DE COLAS PARA REDUCIR LOS TIEMPOS DE ESPERA EN UN LABORATORIO EN CHICLAYO

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	1%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	revistas.uta.edu.ec Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	prezi.com Fuente de Internet	1%
8	www.aiteco.com Fuente de Internet	1%

ÍNDICE

RESUMEN 4

ABSTRACT 5

I. INTRODUCCIÓN 6

II. MARCO TEÓRICO 7

III. METODOLOGÍA 15

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15

V. CONCLUSIONES 20

VI. ANEXOS 24

RESUMEN

Para la elaboración de la presente investigación que tuvo como objeto principal la disminución de tiempos de espera y el incremento de la producción, es por ello se diagnosticó la realidad problemática actual con la ayuda del software Promodel y se observó que el tiempo que pasa un cliente en el sistema es de aproximadamente 18.77 minutos y la producción no supera los 28 pacientes atendidos por jornada, esto representa un 29% de productividad y un 57.63% de eficiencia en la línea, es por ello se propuso la mejora mediante el modelado eliminando una locación que consumía recursos y tiempo dentro del sistema y su porcentaje de utilización era bajo 3.84%, además se consideró incorporar un operador adicional con el objetivo de que los tiempos se reduzcan un 27% y los tiempos de atención se redujeron en un 4% trayendo como consecuencia una productividad de 103% en la línea estudiada.

Palabras clave: Automatización, líneas de espera, sistemas de colas, laboratorio clínico.

ABSTRACT

The main objective of this research was to reduce waiting times and increase production, that is why the current problematic reality was diagnosed with the help of Promodel software and it was observed that the time a customer spends in the system is approximately 18.77 minutes and the production does not exceed 28 patients served per day, this represents 29% productivity and 57. 63% of efficiency in the line, that is why the improvement was proposed through modeling by eliminating a location that consumed resources and time within the system and its percentage of use was low 3.84%, it was also considered to incorporate an additional operator with the objective that the times are reduced by 27% and the attention times were reduced by 4% bringing as a consequence a productivity of 103% in the line studied.

Keywords: Automation, waiting lines, queuing systems, clinical laboratory.

I. INTRODUCCIÓN

El sector Salud Latinoamericano a raíz del brote de COVID-19 ha sufrido un incremento mientras los productos primarios sufrían una importante caída de precios, las economías sufrían situaciones críticas a nivel financiero esta epidemia muestra un nuevo escenario en el sector de la salud donde la captación de los clientes que permite apalancar el crecimiento económico de las empresas pertenecientes al rubro, es por ello importante según Peñafiel-Chang *et al*., **[1]** elegir otras estrategias en la calidad de atención al paciente que esto permita una conexión con los clientes en medio de las secuelas post Covid-19 y los demás virus que se encuentran en vías de propagación como la Viruela del mono y demás virus que se puedan afrontar en el futuro. Al ser los servicios de salud críticos en tiempos de atención y espera, en la actualidad se observan salas de espera con una demanda creciente, los tiempos de atención son cada vez más largos, los clientes deben llegar al área de laboratorio, tomar un número, ser llamados por counter para el pago, posterior a ello cada paciente debe dirigirse al área de extracción dónde el personal de salud debe realizar un protocolo de desinfección y extracción según cada muestra para luego realizar la rotulación de las muestras, introducir en el sistema los datos y poder brindar el ticket de atención al paciente finalmente, esto hace que cada atención tenga tiempos diversos, los pacientes llegan en su mayoría en ayunas y con algún malestar de la enfermedad o condición que padecen y estos tiempos de espera generan incomodidad, malestar y molestia.

En Perú cada vez son más las organizaciones que apuestan por implementar instrumentos estratégicos que permitan la apropiada administración de la interacción proveedor de servicio - cliente, el presente proyecto plantea la mejora en los tiempos de atención mediante la aplicación de la teoría de colas dentro del proceso de la toma de muestras dentro del laboratorio de una clínica con sede Chiclayo, al ser una clínica de reciente creación (No mayor a 2 años) y que ofrece unos de los conceptos más modernos de la región, así mismo se perciben retrasos en la atención dentro de los servicios médicos tal como Molina M., Quesada L., Ulate D., Vargas S. *et al* **[2]** demostraron en un trabajo de investigación que el 22.3% de las encuestadas recibieron atención impuntual lo que va en contra de la calidad asistencial definida como factor principal que garantiza una organización de servicios que contribuye a una mayor satisfacción reduciendo los tiempos de espera.

El problema identificado se debe a que los clientes manifiestan recurrentemente inconformidad por los largos tiempos de espera a ser atendidos, desde su llegada hasta ser atendidos hay pacientes que esperan 1 hora 46 minutos, por otra parte el intervalo de atención en promedio es de 7 minutos, frente a la problemática expuesta nace la siguiente interrogante ¿Cuál es el efecto de la teoría de líneas de espera en la reducción de los tiempos de espera en el servicio de atención en el laboratorio en Chiclayo?.

Por tal motivo el objetivo principal es proponer una mejora del servicio de atención para reducir los tiempos de espera en el laboratorio de la clínica y aumentar su productividad, como objetivos específicos, diagnosticar la situación actual mediante el uso del software ProModel, elaborar la propuesta de mejora dentro del proceso de atención simulado mediante el uso del software ProModel.

A través de la presente investigación se pretende la mejora en la atención percibida por los pacientes y familiares que dan uso al servicio de laboratorio, evitar la pérdida de clientes actuales y potenciales debido a que los tiempos de espera impactan directamente al paciente que hace uso de este servicio, además de aportar información que genera oportunidades de mejora que contribuirán a aumentar la rentabilidad y la competitividad en el mercado.

II. MARCO TEÓRICO

El ser humano se enfrenta a menudo a circunstancias donde debe esperar un tiempo determinado para recibir un bien o servicio para que pueda satisfacer sus necesidades, se pueden mencionar por ejemplo cuando un usuario espera su turno en una peluquería, un ama de casa espera su turno para pagar en un supermercado, cuando una persona espera en fila para poder abastecerse de gasolina, también se puede observar este mismo comportamiento cuando se hace una fila en un banco para realizar algún trámite. En efecto este fenómeno sucede debido a que conllevaría altos costos de operación para satisfacer la capacidad infinita de llegada de clientes, en efecto es labor ingenieril resolver este cuello de botella causantes de pérdidas de clientes y afecta directamente a la productividad.

Debido a que la teoría de colas es aplicada para resolver retrasos en los tiempos de espera o colapsos de sistemas en diferentes áreas de la ingeniería, y en diferentes ámbitos de los servicios dónde es posible aplicarlas para la mejora en el uso de recursos y la atención, es por ello se

toma los siguientes trabajos de investigación en diversas áreas de aplicación y en vista que no hay suficientes estudios específicos en el área de laboratorios clínicos recientes se toman en consideración diversos estudios recientes que permiten evidenciar la utilidad del uso de las líneas de espera.

Capellán, Aris y Nomberto, L. **[3]** con el propósito de establecer la cantidad óptima de ventanillas de atención aplicando teoría de colas para lograr reducir tiempos de espera y mejorar la atención, mediante el uso de la hoja de tiempo, registraron los tiempos del proceso de atención al contribuyente además del uso de software QM for Windows para determinar costos, asimismo de diagnosticar las líneas de espera y su variabilidad en los tiempos de arribo y tiempo de atención. Obteniendo como resultado que el tiempo óptimo de espera para un contribuyente es de 00:06:09 contando con 11 servidores permite ahorrar el 85% de tiempos improductivos.

Torres L. [4] a fin de minimizar tiempo de espera en la permanencia en línea del cliente y la minimización de la cantidad de llamadas que desisten y se desconectan del sistema que representaban el 25% de las llamadas que ingresaban al sistema en una central de servicios asistenciales dónde los clientes esperaban hasta 3.02 minutos para ser atendido, así mismo diagnosticaron e identificaron el problema para posteriormente elaborar el diagrama de flujo del proceso, recolectaron información y obtuvieron la matriz generadora de mejoras que luego fueron comunicadas a la compañía. Trayendo como resultado la mejora en el nivel de servicio que se incrementó del 85% al 90%, por otro lado, las llamadas abandonadas se redujeron hasta llegar a 2.7% y el tiempo de espera se redujo a 2.03 min.

Cano, Jesús y Vargas, A., **[5]** Con el objeto de incrementar la calidad brindada a los clientes de una financiera, mediante la observación directa y el uso de la hoja de registro que sirvió para el cálculo de las dimensiones de la variable independiente en la aplicación de la teoría de líneas de espera además del uso del cuestionario para contrastar el nivel de satisfacción y poder proponer la mejora, encontró luego del análisis que es necesario agregar un servidor adicional que tendrá como consecuencia la disminución efectiva de la línea de espera de 13.8 minutos a 2.22 minutos, es por ello se comprueba que la teoría de líneas de espera aporta significativamente una propuesta de mejora del 22.7% al 84.67% en la satisfacción del servicio que los clientes perciben.

Palomino, M. **[6]** Para reducir los tiempos en la línea de espera de los clientes en una agencia bancaria en Trujillo, analizó una base de datos sobre los tiempos de duración del servicio además de la frecuencia en la ocurrencia, usó la simulación Montecarlo como estímulo y lograr el efecto en la variable dependiente "Satisfacción", con ello permitió reducir el tiempo de espera inicial de 1 a 1.30 horas a 33.89 a 3.43 minutos (89.87%), esta mejora tiene un costo de 11, 808 nuevos soles (el menor reportado), un VAN de 5206.00 nuevos soles, TIR 31%, Cock=20%, B/C=1.36, PRI= 4 meses 21 días.

Malca, M**. [7]** tuvo como objetivo mejorar la atención al cliente en una empresa de abastecimiento de agua y alcantarillado, con el uso de la hoja de registro y la observación se pudo construir una matriz donde se pudo calcular el tiempo promedio de atención, los tiempos ociosos, la cola y los tiempos de espera, con la aplicación de Teoría de colas determinaron que la capacitación al personal y la implementación de un cajero adicional para el área de pagos y uno para el área de reclamos permitían disminuir los tiempos de espera de 2-6 minutos para Pagos, 7 A 20 minutos para reclamos y de 9 a 25 minutos para comercialización a 4 minutos para pagos, reclamos 12 minutos y comercialización 22 minutos. Además, con este cambio el COK se mantiene en 15.16%, el VA se incrementó de S/2194.360 a S/.3.078,609, el VAN de S/.1.647.826 a S/.2.561.609, TIR de 107% a 167%.

Linares, R. [8] Analizando literatura de los útimos 5 años demostró que los artículos de investigación de diversas partes del mundo la Teoría de colas es idóneo para la resolución de problemas en áreas de servicio al cliente, además se adaptan perfectamente a cualquier rubro. Además, la aplicación de Promodel o Montecarlo facilita la aplicación de casos para la mejora y tienen gran impacto positivo al ser aplicados adecuadamente para la reducción de tiempos de espera, cuellos de botella.

Liu, Q., y Chen, H. [9] en búsqueda de dar solución al problema que sufren los supermercados debido a la baja eficiencia que provoca los largos tiempos de espera y por ende la insatisfacción al cliente, mediante el método de prueba de bondad de ajuste permitió probar que los datos recopilados obedecen a distribución de poisson, así mismo usó el método de interrogatorio "5W1H" (Principio de cancelación, fusión, reorganización y simplificación) y los 4 principios "ECRS" para optimizar los tiempos de atención de caja, al aplicar la teoría de colas se llegó a la conclusión que las cajas registradoras no deben estar abiertas toda la jornada al mismo tiempo, si no, se debería abrir 03 cajas de 10:00 – 11:00 y 12:00 – 13:00, y 04 cajas de 11:00 –

12:00, con este ajuste se logra optimizar el proceso debido a que la intensidad en el servicio cae por debajo del 85%, el número de cajas debe incrementarse solo en horas de alto flujo y con ello no se desperdician recursos como horas hombre, hubo mayor satisfacción laboral, se redujo los tiempos ociosos y los recursos se asignarán de forma racional.

Delgado, R. **[10]** con el objeto de disminuir el tiempo de espera para la asignación de citas en la admisión del Hospital San Juan de Lurigancho, muestreó los tiempos de atención en admisión y calculó de los tiempos promedios de llegadas y servicio, así mismo aplicó teoría de colas, analizó los parámetros de desempeño de servidores, capacidad de sistema y tiempo de espera, mediante el modelo de simulación ingresado en Promodel y con el incremento de 2 servidores a los 6 que poseía el sistema inicialmente se obtuvo como resultado la disminución del tiempo de espera en 2 minutos y 57 segundos, logró el incremento a 24 usuarios atendidos en horario de 9 a.m. a 1 p.m. dando como resultado satisfacción en los usuarios y el personal que labora en el centro hospitalario.

Salazar, W. **[11]** con la finalidad de solventar los altos tiempos de espera en las 53 oficinas del servicio de rentas internas de Quito, situación que no permitía lograr la política de calidad trayendo como consecuencia malestar e inconformidad en los clientes, en primer lugar se aplicaron pruebas de bondad de ajuste de tal forma le permitió identificar distribuciones de probabilidad para la elección de un modelo de teoría de colas adecuado, posterior a ello realizó la simulación de 300 simulaciones en el programa R para analizar el comportamiento de una línea de espera, logró obtener ventanas horarias específicas donde deben haber una cantidad de servidores mayor a 11 desde las 8:00 a.m. y que se incrementó en una razón de 2 hasta la 1:00 p.m. y que se mantuvo por el turno de la tarde logrando así tiempos de espera menores a 20 minutos, mediante la aplicación de la teoría de colas logró un ahorro en horas de 16.36%. Siendo este estudio importante para describir y mejorar los comportamientos de líneas de espera y la elección de un número óptimo de servidores lo que permite uso correcto de los recursos al flexibilizar la estructura de servidores.

Loor A. *et.al.* **[12]** tuvo como objetivo establecer la contribución de la teoría de líneas de espera en la mejora del proceso de atención al usuario en un almacén de artículos de oficina y bazar en Guayaquil, mediante el uso de la observación directa, el trabajo de campo tomó los tiempos de espera de los clientes en las líneas de espera, así mismo aplicó la teoría de colas con los datos que obtuvo, como hallazgo principal evidenció la reducción de tiempos de espera en los clientes

de 10.52 min. A 2.56 minutos (75%) con una expectativa de atención de 5 minutos al proponer el incremento de 1 ventanilla a las 7 encontradas inicialmente lo que permite ser más competitiva a la empresa con esta reducción de tiempo de espera.

2.1.Modelo de líneas de espera o teoría de colas

Izar Landeta **[13]** refiere que la teoría de líneas de espera o **teorías de colas** fue descubierta por un ingeniero danés A.K. Erlang, trabajaba dentro de una compañía telefónica y empezó a observar este fenómeno mientras los clientes esperaban en línea a ser atendidos, posterior a su estudio fue reconociendo la gran importancia a nivel mundial y se empezó a aplicar en diferentes áreas de la sociedad. Por consiguiente, después de la segunda guerra mundial este tema tuvo un gran apogeo.

Este sistema se basa en una interacción entre usuarios – servidores que se va desencadenando en un orden de inicio – fin, donde es considerado como **inicio** cuando el usuario ingresa a las instalaciones del negocio para obtener la atención y **fin** ocurre cuando el usuario ha sido atendido y sale del establecimiento [3] ver anexo 1 y anexo 2.

En efecto este modelo se caracteriza por ser descriptivo y no normativo, es un modelo que persigue describir el funcionamiento de un sistema mediante la consideración de sus parámetros más importantes, por consiguiente, esta investigación se realiza de forma probabilística y no determinística debido a que como señala el autor no se sabe el momento exacto en el que un usuario solicitará el servicio [3].

En Latinoamérica algunos países como Ecuador realizan el uso de la estadística para optimizarlos servicios hospitalarios dónde pretenden reducirlos tiempos de espera en algunos centros hospitalarios con la finalidad que los servicios de emergencia no se vean saturados debido a que el sistema hospitalario colapsó, tal como lo explica Borja V. y Vinueza V. [14] los sistemas de colas hospitalarias están parametrizados mediante la distribución de la tasa de llegada de pacientes (media, desviación típica, etc.) que los autores definen como la cantidad de pacientes que llegan por la unidad de tiempo ʎ, así pues la distribución de la tasa de atención, el número de puestos de atención óptimo la distribución del tiempo de espera en la cola (Te), la distribución del tiempo total en el sistema (Ts) Número de pacientes en la cola (Nc) y el número de elementos del sistema (Ns). En síntesis, el modelo permite determinar el número óptimo de puestos de atención óptimo de tal forma que no exista un tiempo de espera que obligue al paciente a buscar otro laboratorio y la percepción de “buena atención” se vea afectado, en conclusión, los autores sugieren en su estudio que si la tasa de llegadas es superior a la de atención se consideran los números de puestos de atención ineficientes [3].

2.2.Clasificación de sistemas de Colas según Kendall

Con el objeto de analizar características en los procesos de líneas de espera, Kendal y Lee para 1953 elaboraron un sistema donde se clasifica y estandariza los sistemas de cola [15].

Gracias a ello permitió uniformizar fórmulas para las distribuciones exponenciales tales como la distribución del tiempo entre ingresos a sistema consecutivos, del tiempo de servicio, el número de servidores, disciplina en la línea de espera, capacidad máxima de una línea de espera en un instante de tiempo determinado y por último la población.

Así mismo Kendall consideró tipos de distribuciones de líneas de espera codificándolas para el proceso de llegada donde:

M → Distribución de Poisson.

D → Tiempos de llegadas determinísticas.

E_k → Distribución Erlang.

G → Distribución General.

2.3. Parámetros de estudio

Los parámetros de estudio dentro de un sistema de simulación se definen como el valor numérico que va a describir ciertas características de la población que se desea analizar, en primer lugar, la distribución de la Tasa de llegada de pacientes (media, desviación típica etc.), definido como el número de pacientes que llegan por unidad de tiempo, ʎ. Así mismo la distribución de la Tasa de atención que se puede definir como el número de pacientes atendidos por unidad de tiempo, μ. También se deben tomar en cuenta el número de puestos de atención óptimo de acuerdo con los objetivos perseguidos S. la Distribución del tiempo de espera en la cola (Te), la distribución del tiempo total en el sistema (Ts), el número de pacientes en la cola (Nc), el Número de elementos del sistema (Ns), el patrón de llegadas (V). Se denomina a la frecuencia en la cual llegan los usuarios al punto de inicio, el tiempo es definido por la concurrencia entre la llegada de un usuario y la llegada del siguiente. El patrón de servicio (W). Este patrón es el tiempo que ocupa un servidor para atender a un usuario. La Disciplina de la línea de espera (Z) se traduce en el orden estricto al cual se van atendiendo los clientes. Por otra parte la capacidad del sistema (Y). se trata del número máximo de usuarios que pueden estar en el negocio, ya sea en la línea de espera o siendo atendidos. Además, el estado del sistema como la cantidad de clientes que hay en una línea de espera o en servicio. La longitud de la línea de espera es el número de usuarios que están en línea de espera, el abandono se da cuando un usuario se encuentra en línea de espera y debido a que el sistema se encuentra ocupado y el estado del sistema se encuentra sobrepasado deduce que e tiempo de espera es demasiado grande. El parámetro de rechazo se da cuando un usuario llega al negocio y no ingresa a él debido a que la línea de espera es demasiado grande. Con motivo que la distribución

Markoviana se refiere a una distribución aleatoria de probabilidad para que se pueda definir el número de llegadas a un laboratorio teniendo en cuenta que se debe usar la distribución de poisson para poder definir el tiempo de servicio, para poder comprender la característica de la línea de espera y el uso dentro del sistema se debe tomar en cuenta que la capacidad del sistema es infinita, y la disciplina de la línea de espera debe ser del tipo PEPS, en otras palabras, primero en entrar primero en salir.

2.4. Distribución de probabilidad de Poisson

Simeón – Denis Poisson (178-1840) un gran matemático y filósofo francés diseñó una distribución que se utiliza en la actualidad en situaciones donde los eventos son totalmente impredecibles o cuya ocurrencia es aleatoria, en pocas palabras se desconoce el total de posibles resultados.

Ya que esta distribución permite determinar la probabilidad de ocurrencia de un suceso con resultado discreto, es de gran utilidad cuando la muestra o segmento **n** es de gran tamaño y la probabilidad de éxito **p** es pequeña. Ver fórmula en anexo 03.

Por consiguiente, esta distribución es ampliamente utilizada cuando los tiempos de servicios son aleatorios que corresponda a una línea de espera donde las llegadas se representan por una distribución de Poisson.

2.5. Modelo SERVQUAL

Parasuraman, Z. **[16]** es un modelo de calidad de servicio y cuya finalidad es mejorar la calidad de servicio ofrecida por cualquier organización, en efecto, hace uso de un cuestionario estandarizado que es posible customizar o ajustarse según las necesidades de cada organización, está conformado por una escala de respuesta múltiple que está diseñada para comprender mejor al cliente y sus expectativas con respecto a un servicio. Ahora bien, permite la evaluación y de comparación con otras organizaciones además de ser un instrumento de mejora. Este modelo mide lo que el cliente espera de la organización además de contrastar la medición con la estimación de lo que el cliente percibe de ese servicio en esas dimensiones, la brecha entre estas dos mediciones o *gap* no es más que la discrepancia entre lo que el cliente espera y lo que

percibe del mismo y pretende facilitar las acciones correctivas adecuadas que permitan mejorar la calidad.

Zeirhaml, P. define que un servicio es de calidad a la brecha entre las expectativas y las percepciones de los usuarios, de tal modo que un escenario de ventaja sería cuando las percepciones superan las expectativas traduciéndose en una elevada calidad percibida del servicio. También se puede traducir como una alta satisfacción del mismo. Por otra parte señala ciertos factores de gran importancia que van condicionando las expectativas de los usuarios tales como:

Comunicación "boca a boca": Las opiniones y recomendaciones de amigos y familiares del mismo o el tan llamado *boca a boca*.

Así mismo otro factor clave son las *necesidades personales*, las *experiencias que tenga el usuario con el servicio*, y las *comunicaciones externas* que la misma institución u organización realiza sobre las prestaciones del servicio y que afectan las expectativas que el usuario tiene sobre la misma.

De la misma forma el autor identifica cinco dimensiones que son relativas a los criterios que son empleados por los usuarios para valorar la calidad de un servicio, por ejemplo la *fiabilidad* o la habilidad con la que se realiza el servicio de modo cuidadoso y fiable, además *la capacidad de respuesta* como la disposición para ayudar a los usuarios y proporcionar un servicio rápido, entre otros. Ver anexo N° 4.

2.6. ProModel

Es un programa de simulación que permite mejorar diversos modelos que se deseen estudiar. Mediante este software liviano se puede simular con ayuda de la animación y una interface amigable al usuario diversos procesos como manufactura, atención al cliente, logística y diversas metologías como sistemas "pull", "Push", "Fifo" entre otros **[17].**

2.7. Servicio de atención

Involucra diversas etapas y factores y refiere a todas aquellas acciones o actividades que se implementan para y por los clientes, antes, durante y posterior al proceso de atención, este servicio se realiza para poder cumplir con la satisfacción del servicio y se orienta en cubrir las necesidades de cada cliente **[18].**

III. METODOLOGÍA

Materiales y métodos

En primer lugar, para el diagnóstico de la situación inicial de los tiempos de espera en el laboratorio de la clínica, mediante la observación se logrará elaborar una tabla de tiempos aplicado a una jornada laboral, así mismo mediante el uso del software ProModel y el análisis de sus resultados permitirá elaborar la propuesta de mejora dentro del proceso de atención simulado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico de la situación actual del laboratorio clínico

Acerca del cumplimiento del primer objetivo respecto al diagnóstico de la situación actual, se inicia la investigación observando el proceso de atención desde que el cliente llega al área de atención del laboratorio clínico hasta que sale del área, teniendo como resultado que los clientes tienen un tiempo de llegada de 10.35 minutos, para el servicio de extracción de sangre un promedio de 15 pacientes, recepción de muestras 8 pacientes y por último los pacientes que llegan a consultar y desisten de la atención 2, al llegar los clientes deben tomar un ticket para ser atendidos en el counter, posterior a ello son atendidos por una señorita que solicita los datos del paciente para tomar su orden de su historia clínica, brindar cotizaciones, recibir pagos y asignar turnos dentro del laboratorio, el paciente luego de realizar el pago se dirige al área de extracción y es atendido por una sola colaboradora que realiza el protocolo de extracción y cierre de atención por cada cliente, el tiempo de atención tiene una media de 7 minutos aproximadamente tal como se puede apreciar en la figura 2 donde se realiza un muestreo no probabilístico que permitió determinar los tiempos de cada operación, el tamaño de la muestra es de 10 mediciones de tiempo por cada paciente atendido.

Imagen 1: Resultados del diagnóstico de la situación actual

Fuente: Elaboración propia

En el proceso inicial emulado en Promodel se observa que al sistema pueden ingresar hasta 28 clientes por jornada.

Locaciones

En el proceso de atención actual las locaciones son: fila de llegada, llegada de clientes, sala de espera, dispensador de turno, counter de laboratorio, clientes no atendidos, clientes atendidos.

Imagen 2: Locaciones del modelo de simulación diagnóstico

Report1 × | Entidad Resumen Table × | **Locación Resumen Table** ×

Locación Resumen

Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
LLEGADA DE CLIENTES	5.00	1.00	28.00	0.54	0.05	1.00	0.00	5.06
DISPENSADOR DE TURNO	8.29	1.00	28.00	0.41	0.02	1.00	0.00	2.32
COUNTER LABORATORIO	8.29	1.00	28.00	4.17	0.23	1.00	0.00	23.44
NO ATENDIDO	8.29	1.00	8.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
ATENCIÓN	8.29	1.00	20.00	7.33	0.29	1.00	0.00	29.49
SALA ESPERA	8.29	5.00	28.00	3.75	0.21	3.00	0.00	4.23
FILA	5.00	999,999.00	28.00	0.80	0.07	2.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Entidades

Imagen 3: Entidad del modelo de simulación diagnóstico

Report1 × Entidad Resumen Table ×

Entidad Resumen							
Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
CLIENTE	28.00	0.00	18.77	3.86	0.00	9.83	5.08

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de Ishikawa

Mediante el siguiente diagrama se identificó las causas de los elevados tiempos de espera que afectan la productividad en el proceso.

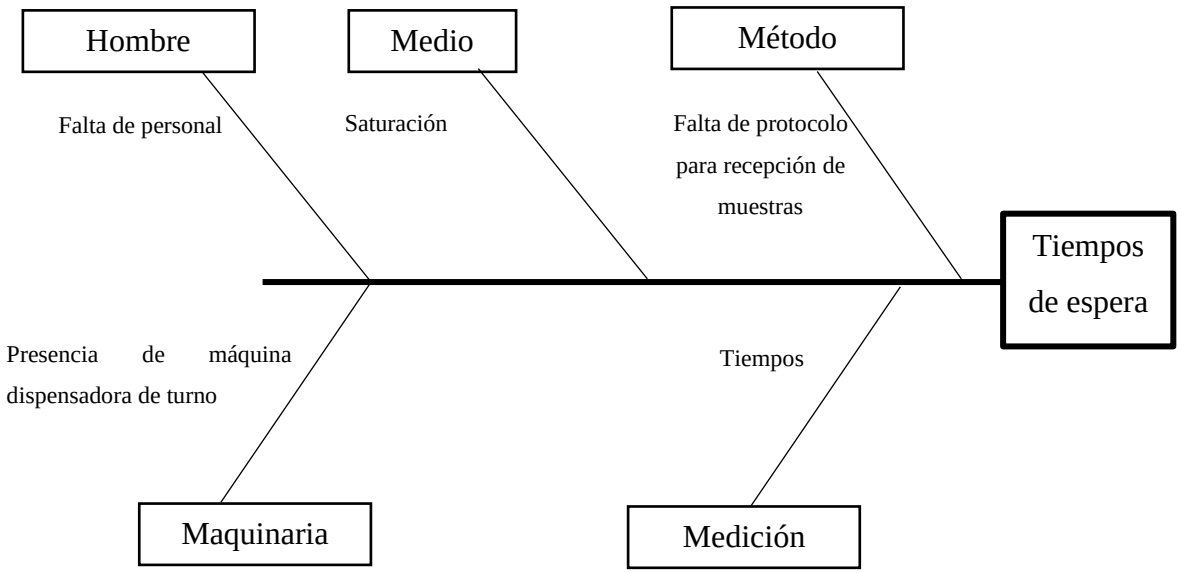


Figura 4. Diagnóstico de las causas mediante el Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Muestreo no probabilístico de tiempos

Muestreo no probabilistico de tiempos											
	Tiempo (min)										
Operación	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	**Tiempo Promedio**
Toma de ticket	1.01	1.05	1.02	1.03	1.05	1.01	0.59	1.08	1.11	1.02	1.00
Atencion en counter	2.58	4.00	2.01	3.45	2.45	3.18	4.40	3.59	4.02	3.58	3.33
Atención	7.01	7.12	6.72	7.15	7.42	6.59	7.00	7.00	7.02	7.00	7.00

Elaboración propia

Indicadores iniciales

Se realizó el cálculo de la capacidad real de la empresa, tomando en consideración el tiempo de trabajo de 6 horas al día tomando en cuenta que un ciclo de atención tiene una duración de 12.83 minutos.

$$capacidad\ real\ diaria = \frac{360\ min/dia}{12.83\ min/ciclo} = 28.059\ \frac{Ciclos}{dia}$$

$$capacidad\ real\ mensual = 28.059\ \frac{Ciclos}{dia} * 21\frac{dias}{mes} = 589.23\frac{Ciclos}{mes}$$

El tiempo base se considera 1800 min o 30 horas semanales, los horarios de trabajo para la atención del público externo son 06 horas al día de lunes a viernes.

$$Tiempo\ base = 30\ \frac{horas}{semana} * 4\ \frac{semanas}{mes} = 120\ \frac{horas}{mes}$$

Al calcular la producción inicial, se considera el tiempo cuello de botella de 7 min/ciclo atribuido a la operación de extracción.

$$Producción = \frac{(120 * 60)min/mes}{7\ min/ciclo} = 1028.57\ \frac{ciclos}{mes}$$

Con respecto a la productividad se observa un resultado de 29 ciclos/operario.

$$Productividad = \frac{29\ ciclos/dia}{1\ operario} = 29\ \frac{ciclos}{operario}$$

Por último, se calcula la eficiencia de 57.63% del proceso:

$$Eficiencia = \frac{100 * 12.83}{3 * 7.42} = 57.63\%$$

Diseño de propuesta mediante simulación

Como resultado previo de la simulación en la situación actual, se logró evidenciar una producción diaria de 20 clientes atendidos con 1 operario en el área de laboratorio tal como se aprecia en la figura 1. Por consiguiente, para poder elaborar una propuesta que mejore la situación actual se tuvo como idea principal agregar 1 operario adicional, y retirar el uso de la maquina que asigna los turnos, dando como resultado una cantidad de 55 clientes atendidos por jornada diaria.

Imagen 4. Diseño de sistema mejorado

Fuente: Elaboración propia

Imagen 5. Resultado de la Entidad en propuesta de mejora

Report1 × Entidad Resumen Table ×

Entidad Resumen							
Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
PACIENTE	63.00	2.00	13.63	1.12	0.01	9.42	3.08

Fuente: Elaboración propia

Imagen 6. Resultado de las locaciones en propuesta de mejora

Report1 × Entidad Resumen Table × Locación Resumen Table ×

Locación Resumen								
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
COUNTER LABORATORIO	5.00	1.00	65.00	3.74	0.81	1.00	1.00	81.09
NO ATENDIDO	5.00	1.00	8.00	0.44	0.01	1.00	0.00	1.18
ATENCIÓN 1	5.00	2.00	26.00	5.15	0.45	2.00	0.00	22.32
SALA ESPERA	5.00	4.00	64.00	0.61	0.13	2.00	1.00	3.24
FILA	5.00	1.00	65.00	3.56	0.77	1.00	0.00	77.08
ATENCIÓN 2	5.00	2.00	29.00	5.23	0.51	2.00	0.00	25.28

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtuvo una reducción de 27% en los tiempos de espera de los pacientes del laboratorio de la clínica, por otra parte los tiempos de atención se redujeron en 4%, y la producción mensual se incrementó en un 83% así como la productividad en la M.O. de 103% logrando así demostrar que la máquina dispensadora en un sistema donde ya existe un counter no representaba elemento de mejora, por el contrario, generaba un incremento en los tiempos

en aproximadamente 1 minuto, así mismo al agregar una enfermera adicional incrementa la producción.

Tabla 2. Variación de Indicadores

	Valor Actual	Mejora Propuesta	Diferencia
Cantidad de Operarios	1	2	100%
Tiempos de espera	18.77	13.63	-27%
Tiempos de operación	9.83	9.42	-4%
Producción (mensual)	1029	1886	83%
Productividad M.O.	29	59	103%
Eficiencia de Linea	57.63	72.35	26%
Tiempos de espera	18.77	13.63	-27%
Tiempos de operación	9.83	9.42	-4%

Fuente: Elaboración Propia

V. CONCLUSIONES

Mediante un diagnóstico usando la observación, la hoja de registro de tiempos y el diagrama de Ishikawa se logró diagnosticar la situación actual y recabar información que sirvió para poder elaborar el presente trabajo, la productividad se logró incrementar en 103% debido a la de la locación de la máquina dispensadora de turnos era innecesaria en el sistema estudiado y se logró evidenciar gracias a la simulación de Promodel además de agregar una segunda enfermera para agilizar la atención y el análisis de los datos arrojados por el sistema.

5.1.1. REFERENCIAS

[1] Peñafiel-Chang, L., Camelli, G., & Peñafiel-Chang, P. “Pandemia COVID-19: Situación política – económica y consecuencias sanitarias en América Latina”. Science Magazine Unemi, 13(33), 120-128. https://bit. Ly/2VhZm4j

[2] Molina M., Quesada L., Ulate D., Vargas S. *et al.* “La calidad en la atención médica”. Med. leg. Costa Rica. 21(1), 109-117. En línea: https://bit.ly/3TgZrBy.

[3] Capellán, Aris y Nomberto, L., “Modelo de la teoría de colas en el área de servicios al contribuyente de la SUNAT – Trujillo para disminuir el tiempo de atención al contribuyente”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. UPAO, Trujillo, 2021. Disponible en: https://bit.ly/3f261N8.

[4] Torres, L., “Aplicación de la teoría de colas en una central de servicios asistenciales para minimizar el tiempo de espera de los clientes en línea”, Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial, UCC, Bogotá, 2020. Disponible en: https://bit.ly/3NjdFQd.

[5] Cano, Jesús y Vargas, A., “Teoría de colas para incrementar la satisfacción de los clientes de la caja del santa – 2021”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. UCV, Chimbote, 2021. Disponible en: https://bit.ly/3zdHhbR.

[6] M. Palomino “Aplicación de teoría de colas en la simulación de escenarios para mejorar el tiempo de espera de los clientes del área operaciones de una agencia bancaria en la ciudad de Trujillo”, Tesis de grado, UPN-Institucional, UPN, Trujillo, 2021. Disponible en: https://hdl.handle.net/11537/27664.

[7] Malca, M., “Teoría de colas para disminuir tiempos de espera en el área de atención al cliente en la empresa E. P. S. SEDACAJ S. A.” Tesis de grado, UPN, Trujillo, 2021. Disponible en: https://hdl.handle.net/11537/28672.

[8] Linares, R. “El impacto de la reducción de tiempos de espera en el área de atención al cliente a través de teoría de colas, en los últimos 5 años: una revisión de la literatura científica”, Tesis de grado, UPN, Trujillo, 2019. Disponible: https://hdl.handle.net/11537/27188.

[9] Liu, Q., y Chen, H. “Optimization of J supermarket cashier service system based on M/M/c model”, International Conference on Management Science and Industrial Engineering, Chiang Mai, Tailandia, 2022, 7. https://doi.org/10.1145/3535782.3535846.

[10] Delgado, R. “Propuesta de mejora para disminuir el tiempo de espera en obtención de citas en periodos de mayor demanda en área de admisión del Hospital San Juan de Lurigancho”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial”, UPN, Lima, 2019. Disponible en: https://hdl.handle.net/11537/15220

[11] Salazar, W. “Modelo de teoría de colas y simulación para la asignación del recurso humano en un sistema operativo de servicios”, Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Matemático, EPN, Quito, 2022. Disponible en: https://bit.ly/3DvAsVn.

[12] Loor, G., Rodríguez, M., Santos, O., *et.al.* *“*Teoría de colas y optimización de proceso de atención al usuario”. AlfaPublicaciones, 4(3), 22–38. [En línea]. Disponible en: doi.org/10.33262/ap.v4i3.221.

[13] Izar Landeta, J.M. “Investigación de operaciones”. Volumen II. San Luis Potosí. Editorial Universitaria Potosina. 1998. En línea: https://bit.ly/3dk0MHO.

[14] Borja, M., Vinueza, V. Aplicación de modelos de teorías de colas a la gestión asistencial en los centros de salud. Revista enfermería investiga. En línea: https://bit.ly/3Bp7g0f.

[15] Gross, D. y Harris, C. *“Fundamentals of queueing theory”* Third Edition. New York: John Wiley & Sons, 1998.

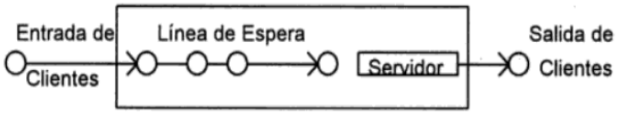
[16] Parasuraman, A, Ziethaml, V. and Berry, L.L., «SERVQUAL: A Multiple- Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality’ Journal of Retailing, Vo. 62, no. 1, 1988, pp 12-40.

[17] Software PROMODEL. Software de Simulación de sistemas. [En línea]. Disponible en: https://bit.ly/3Cwl4GN.

[18] Question Pro. “¿Qué es servicio al cliente?”. [En línea]. Disponible en: https://bit.ly/3MBJHXa.

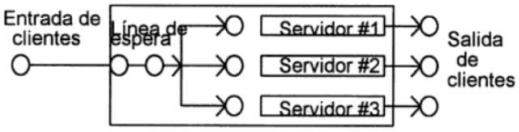
VI. ANEXOS

Anexo 1. Modelo gráfico una línea de espera y un servidor



Fuente: https://bit.ly/3eYFf7T

Anexo 2. Modelo gráfico una línea de espera y más de un servidor



Fuente: https://bit.ly/3eYFf7T

Anexo 3. Fórmula de la distribución de probabilidad de Poisson

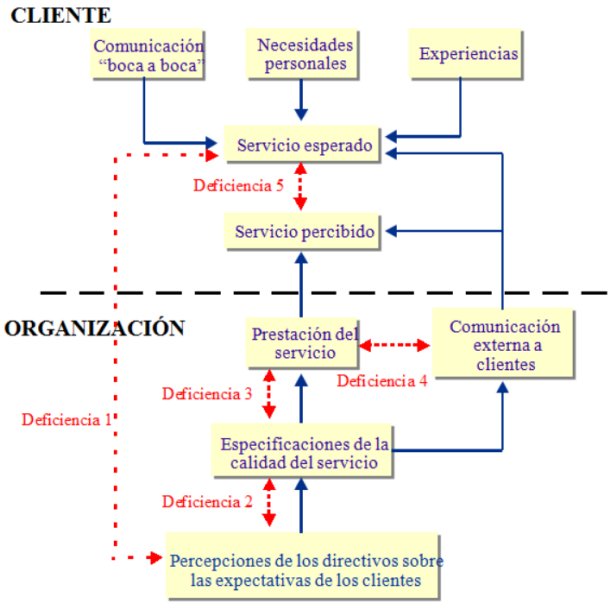
$$p(n;\lambda) = Exp\frac{(-\lambda)\lambda^n}{n!}$$

P(n;λ)= Es la probabilidad de que haya una cantidad ***n*** de sucesos cuyo promedio es ***λ.***

N= Número de sucesos

λ= Número promedio de sucesos de la muestra

Anexo 4. Esquema del modelo Servqual de calidad del servicio



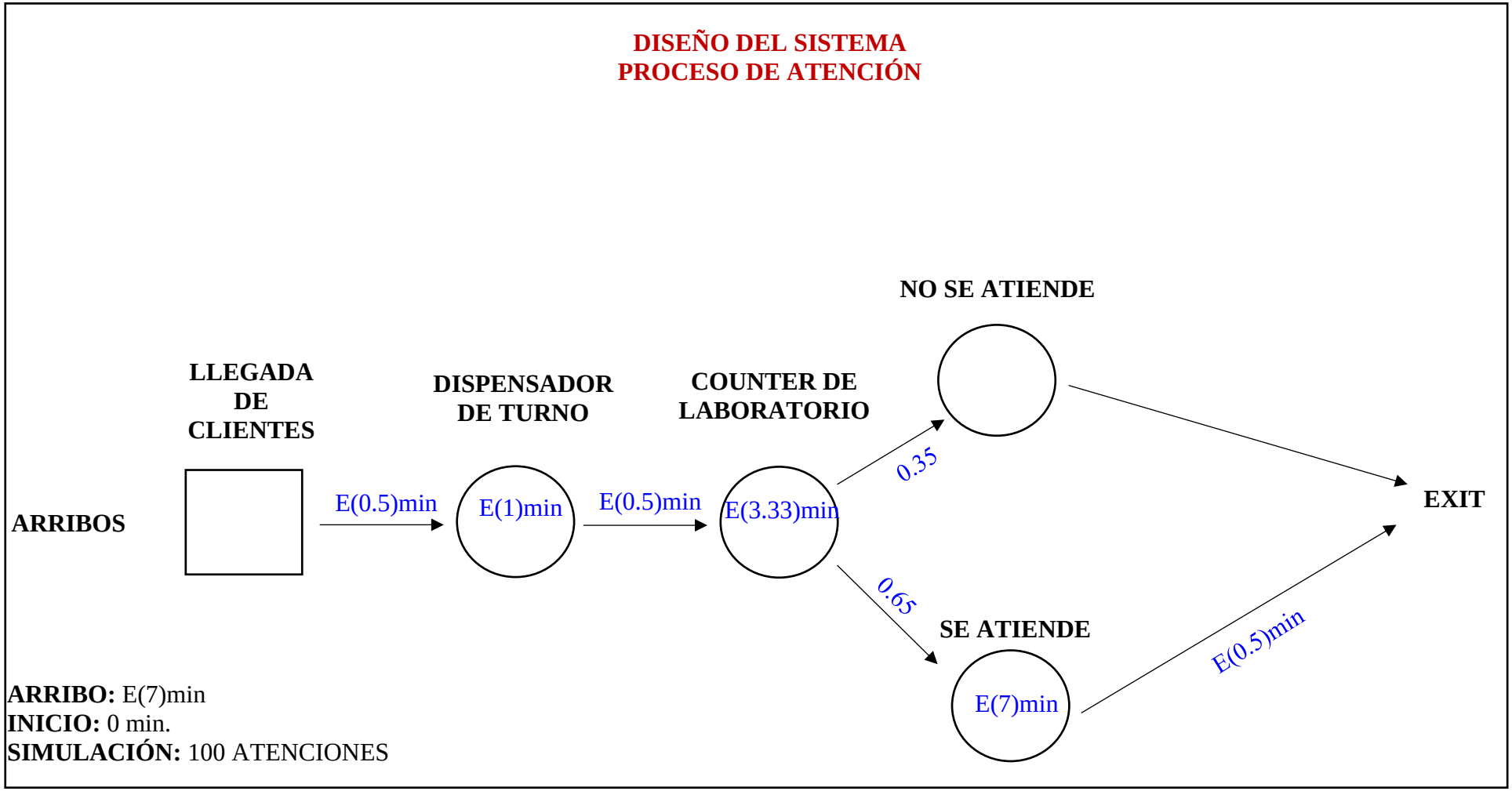
Fuente: https://bit.ly/2H9bACs

Anexo 5. Tabla de tiempos de Atención Laboratorio Clínico

Hora de Llegada	Tipo de Operación	Inicio de atención	Final de Atención	Diferencia	Tiempo de espera
6:30:00:a. m.	Extracción de Sangre	7:00:00:a. m.	7:08:00:a. m.	08	30
6:45:00:a. m.	Extracción de Sangre	7:10:00:a. m.	7:22:00:a. m.	12	25
6:46:00:a. m.	Extracción de Sangre	7:26:00:a. m.	7:31:00:a. m.	05	40
6:59:00:a. m.	Extracción de Sangre	7:35:00:a. m.	7:45:00:a. m.	10	36
7:08:00:a. m.	Extracción de Sangre	7:50:00:a. m.	7:59:00:a. m.	09	42
7:25:00:a. m.	Recepción Orina	8:04:00:a. m.	8:09:00:a. m.	05	39
7:32:00:a. m.	Extracción de Sangre	8:12:00:a. m.	8:19:00:a. m.	07	40
7:45:00:a. m.	Extracción de Sangre	8:21:00:a. m.	8:28:00:a. m.	07	36
7:51:00:a. m.	Extracción de Sangre	8:31:00:a. m.	8:40:00:a. m.	09	40
7:52:00:a. m.	Extracción de Sangre	8:43:00:a. m.	8:50:00:a. m.	07	51
7:59:00:a. m.	Extracción de Sangre	8:58:00:a. m.	9:05:00:a. m.	07	59
8:12:00:a. m.	Recepción H	9:08:00:a. m.	9:14:00:a. m.	06	56
8:20:00:a. m.	Extracción de Sangre	9:18:00:a. m.	9:24:00:a. m.	06	58
8:22:00:a. m.	Extracción de Sangre	9:31:00:a. m.	9:39:00:a. m.	08	69
8:45:00:a. m.	CONSULTA	9:46:00:a. m.	9:55:00:a. m.	09	61
8:51:00:a. m.	Recepción Orina	10:02:00:a. m.	10:09:00:a. m.	07	71
8:55:00:a. m.	Recepción H	10:15:00:a. m.	10:22:00:a. m.	07	80
9:02:00:a. m.	Recepción H	10:30:00:a. m.	10:35:00:a. m.	05	88
9:09:00:a. m.	Recepción H	10:40:00:a. m.	10:49:00:a. m.	09	91
9:15:00:a. m.	Extracción de Sangre	10:55:00:a. m.	11:03:00:a. m.	08	100
9:23:00:a. m.	CONSULTA	11:09:00:a. m.	11:17:00:a. m.	08	106
9:52:00:a. m.	Recepción Orina	11:21:00:a. m.	11:29:00:a. m.	08	89
10:01:00:a. m.	Recepción H	11:34:00:a. m.	11:40:00:a. m.	06	93
10:22:00:a. m.	Extracción de Sangre	11:44:00:a. m.	11:52:00:a. m.	08	82
10:25:00:a. m.	Extracción de Sangre	12:00:00:p. m.	12:12:00:p. m.	12	95
				07	**63**

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6. Diseño del sistema del proceso de atención en el Laboratorio



Fuente: Elaboración propia