

Use of an information system in the management of the vehicular parking process in a Peruvian public hospital

Edinson J. Vásquez-Romero, Ing.¹, Manuel Malpica-Rodríguez, Dr.¹, Daniel A. Pérez-Aguilar, Eng.D.^{2,3}, Jennifer Rodríguez-Alvarado, Ing.², Jair M. Pérez-Aguilar, M.Sc.^{2,3}, Andy P. Pérez-Aguilar, M.Sc.³

¹Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) - Cajamarca, Perú

²Universidad Privada del Norte (UPN) - Cajamarca, Perú

³Universidad Tecnológica del Perú (UTP) - Lima, Perú

ejvasquezr@unc.edu.pe, mmalpica@unc.edu.pe, daniel.perez@upn.pe, N00032017@upn.pe, N00030252@upn.pe, c25932@utp.edu.pe

Abstract— The main objective of this research is to evaluate the effect of the use of an information system in the management of the vehicle parking process in a public hospital in Lima, where all activities in this regard are manually carried out by workers, which causes times of Wait, hinder vehicle flow, cause discomfort to people who visit the hospital and create deficits in the administration. Therefore, an information system was designed and implemented using the RUP methodology, consisting of four phases: conception, elaboration, construction and transition. Workflows were developed, including business modeling, requirements, analysis and design, implementation, tests and deployment. The modules developed with open source technologies were: processes, administration, security and reports. As a result, it was obtained that the use of the information system positively impacted the vehicle management process by reducing the time to carry out parking activities by 66.67%, the worker's satisfaction increased by 34.33%, It also increased the reliability of the calculation of parking fees by 96% and 52% of the activities of the process were automated, optimizing the use of resources.

Keywords— Information system, Management, Process, Vehicle parking, RUP Methodology.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Uso de un sistema de información en la gestión del proceso de estacionamiento vehicular en un hospital público peruano

Edinson J. Vásquez-Romero, Ing.¹, Manuel Malpica-Rodríguez, Dr.¹, Daniel A. Pérez-Aguilar, Eng.D.^{2,3}, Jennifer Rodríguez-Alvarado, Ing.², Jair M. Pérez-Aguilar, M.Sc.^{2,3}, Andy P. Pérez-Aguilar, M.Sc.³

¹Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) - Cajamarca, Perú

²Universidad Privada del Norte (UPN) - Cajamarca, Perú

³Universidad Tecnológica del Perú (UTP) - Lima, Perú

ejvasquezr@unc.edu.pe, mmalpica@unc.edu.pe, daniel.perez@upn.pe, N00032017@upn.pe, N000320252@upn.pe, c25932@utp.edu.pe

Abstract— The main objective of this research is to evaluate the effect of the use of an information system in the management of the vehicle parking process in a public hospital in Lima, where all activities in this regard are manually carried out by workers, which causes times of Wait, hinder vehicle flow, cause discomfort to people who visit the hospital and create deficits in the administration. Therefore, an information system was designed and implemented using the RUP methodology, consisting of four phases: conception, elaboration, construction and transition. Workflows were developed, including business modeling, requirements, analysis and design, implementation, tests and deployment. The modules developed with open source technologies were: processes, administration, security and reports. As a result, it was obtained that the use of the information system positively impacted the vehicle management process by reducing the time to carry out parking activities by 66.67%, the worker's satisfaction increased by 34.33%, It also increased the reliability of the calculation of parking fees by 96% and 52% of the activities of the process were automated, optimizing the use of resources.

Keywords— Information system, Management, Process, Vehicle parking, RUP Methodology.

Resumen— El objetivo principal de esta investigación es evaluar el efecto del uso de un sistema de información en la gestión del proceso de estacionamiento vehicular en un hospital público de Lima, donde todas las actividades al respecto son realizadas manualmente por los trabajadores, lo cual causa tiempos de espera, obstaculizan el flujo de vehículos, causan molestias a las personas que visitan el hospital y crean déficits en la administración. Por ello, se diseñó e implementó un sistema de información utilizando la metodología RUP, que consta de cuatro fases: concepción, elaboración, construcción y transición. Se desarrollaron los flujos de trabajo, incluyendo el modelado de negocio, requisitos, análisis y diseño, implementación, pruebas y despliegue. Los módulos desarrollados con tecnologías de código abierto fueron: procesos, administración, seguridad e informes. Como resultado, se obtuvo que, el uso del sistema de información impactó positivamente en el proceso de gestión vehicular al reducir el tiempo para realizar las actividades del estacionamiento en un 66,67%, aumentó la satisfacción del trabajador en un 34,33%, aumentó también la confiabilidad del cálculo de tarifas de estacionamiento en un 96% y

se automatizó el 52% de las actividades del proceso, optimizando el uso de recursos.

Palabras clave— Sistema de información, Gestión, Proceso, Estacionamiento vehicular, Metodología RUP.

I. INTRODUCCIÓN

En las ciudades existen áreas con una alta concentración de personas debido a que los habitantes suelen trabajar o realizar actividades en esas zonas, a pesar de que los gobiernos han establecido políticas de descentralización en sus planes urbanísticos [1]; por ello, se consideran siempre como puntos inevitables de gran congestión vehicular, sobre todo en horas punta, lo cual crea graves problemas de estacionamiento vehicular siendo esto una de las mayores preocupaciones en la movilidad urbana en el mundo, ya que todos los conductores de vehículos que se desplazan por las ciudades deben encontrar un lugar donde estacionarse ya sea para descansar o finalizar su ruta. Es así que Fonseca [2], indica que es sustancial usar un sistema de información que permita identificar rápida y eficazmente un lugar para aparcar.

Además, es importante incluir la construcción o adecuación de áreas de estacionamiento en cualquier plan de transporte urbano, ya que estos espacios están específicamente diseñados para este propósito y son gestionados por entidades públicas o privadas [3], no obstante, estos presentan una diversidad de problemas, como lo demostró un estudio realizado en Europa [4], donde se manifestó que, conductores de 16 ciudades ubicadas en 15 países distintos expresaron que los costos son elevados, los espacios de estacionamiento son reducidos y hay obstáculos arquitectónicos en los lugares donde utilizaron los servicios de estacionamiento.

América Latina se enfrenta a problemas similares; en Colombia, por ejemplo, las políticas gubernamentales se han centrado en el sistema de transporte público, descuidando el sistema de estacionamiento como una alternativa para descongestionar el tráfico vehicular, provocando que solo el sector privado cree espacios de estacionamiento [5].

Según un estudio realizado en 2018 por la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos, a nivel nacional, se observó un aumento gradual en el número de vehículos registrados, el cual ha sido impulsado por la estabilidad económica que ha

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

permitido a las personas comprar automóviles particulares [6], siendo los departamentos de Lima, Lambayeque, Cusco, La Libertad y Arequipa los que acumulan la mayor cantidad de vehículos. Particularmente, la ciudad de Lima enfrenta una congestión en sus vías debido al aumento en el número de vehículos privados, que se estima en más de 1,7 millones; además, a ello se suma la falta de medidas para mejorar tanto la infraestructura vial como el sistema de transporte urbano [7].

En ese sentido, considerando que la incorporación de plazas de estacionamiento a la infraestructura vial no solo es cuestión de espacio, sino que sus procesos deben estar soportados por una tecnología ágil con capacidad de minimizar los tiempos de espera y reducir el congestionamiento vehicular. Por lo que, según Vergara [8], usar dispositivos interconectados en distintos procesos requiere de un proceso más elaborado y de la aplicación de una metodología como lo es el desarrollo Proceso Unificado Ágil. Esto es respaldado por Chaca [9], porque expresa que la implementación de un sistema de información en el proceso de control vehicular resuelve problemas de congestión.

En su estudio, Castaño y Salazar [10], muestran como el diseño de un sistema de información para el registro de ingreso y salida de vehículos a una universidad puede mejorar el servicio de parqueo y reducir en un 10% el tiempo que le toma a un conductor estacionar su vehículo, por tanto, ello contribuye en la investigación ya que expresa que con la ayuda de la tecnología, la gestión del proceso de estacionamiento vehicular mejoraría considerablemente.

Por su parte, Arévalo y Romero [11], en su investigación plantean como objetivo desarrollar un software que permitiera mejorar la administración y uso de los recursos disponibles en el estacionamiento de un pequeño centro comercial. A través de encuestas al personal de tres centros comerciales, basándose en el modelo de calidad ISO 9126-1, se definieron los requerimientos no funcionales del software, incluyendo la disponibilidad de siete días a la semana, agilidad en la generación de información, facilidad de mantenimiento y portabilidad. Como resultado, se obtuvo un sistema de información que redujo el tiempo del proceso de entrada y salida de vehículos.

Rodríguez [12], planteó en su investigación mejorar la gestión del parque automotor de red de Telefónica del Perú S.A.A mediante la implementación de un sistema de información web y móvil, planteando una investigación aplicada con diseño pre-experimental; como resultado, se redujo significativamente el tiempo para la generación de reportes y estadísticas de flota, y se logró un aumento del 22.8% en la satisfacción de los usuarios de alto mando.

Asimismo, Calle [13], investigó acerca del estado del arte mundial de los sistemas de estacionamiento a través de una búsqueda bibliográfica y aplicó un sistema inteligente de estacionamiento en una universidad, utilizando una ficha de observación para registrar la entrada y salida de vehículos, determinó un déficit de 30 espacios en un período de 15 minutos. Como resultado, se implementó un sistema llamado

PS001 que consta de tres niveles y se incorporaron nuevas tecnologías para mejorar la efectividad de los estacionamientos, lo que llevó a un aumento en la satisfacción del usuario y a una disminución en los tiempos de procesamiento de la empresa.

Cabrera y Ruiz [14], se enfocaron en mejorar el control vehicular en una playa de estacionamiento mediante la implementación de un sistema de reserva de parqueo vía web y móvil utilizando la metodología de desarrollo de software ágil ICONIX y el diseño estadístico experimental - pre experimental; mostrando como resultados que, la implementación del sistema redujo significativamente el tiempo en el registro de las reservas de parqueos, la búsqueda de parqueos disponibles y la obtención de reportes de las reservas.

Por tanto, sabiendo que, un sistema de información consiste en procesos que trabajan con datos estructurados para seleccionar, preparar y canalizar información de acuerdo con las necesidades de la empresa [15], se reconoce su importancia para realizar operaciones y actividades de control y dirección, así como para tomar decisiones que se alinean con la estrategia de la empresa, y en consecuencia, su utilidad para la gestión del estacionamiento vehicular; sin embargo, ello depende mucho de la metodología que se utilice para el diseño del sistema.

En la presente investigación se aplicó la metodología tradicional de Proceso Unificado de Rational (RUP) para el diseño de un sistema de información, porque brinda un enfoque disciplinado en cuanto a la asignación de tareas y responsabilidades [16]. RUP es un proceso disciplinado de ingeniería de software que busca garantizar la producción de software de alta calidad que cumpla con las necesidades de los usuarios en tiempos y presupuestos predecibles; además, se apoya en herramientas que permiten la automatización del proceso en todas sus disciplinas [17]. Esta metodología se enfoca en casos de uso, es iterativa e incremental, lo que significa que recomienda dividir un proyecto en ciclos y para cada ciclo se establecen fases de referencia que se consideran como mini proyectos [18].

Las fases del RUP son cuatro: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición. En la fase de Inicio se establece el caso de negocio y se identifican las entidades externas y sus interacciones para valorar la aportación del sistema al negocio [19]. La fase de Elaboración se enfoca en comprender el dominio del problema y diseñar el sistema basado en un plan y la identificación de riesgos, la fase de Construcción implica el diseño, programación y pruebas del sistema, desarrollando partes del sistema y uniéndolas para obtener un sistema funcional; finalmente, en la fase de Transición, se produce un cambio desde la teoría del diseño hasta la aplicación práctica del mismo, es decir, el funcionamiento real [20]. En general, se espera que el producto entregado satisfaga las necesidades del usuario, pero es común que surjan inconvenientes que requieran nuevas versiones, correcciones o la finalización de características postpuestas [21].

Como variable de estudio el sistema de información se midió mediante criterios basados en las sub características de la

norma ISO/IEC, las cuales incluyen la completitud funcional, que se refiere al grado en que todas las tareas y objetivos del usuario especificados son cubiertos por el conjunto de funcionalidades; la corrección funcional, que se relaciona con la capacidad del producto o sistema para proporcionar resultados precisos; la pertinencia funcional, que se refiere a la capacidad del software para ofrecer un conjunto adecuado de funciones para las tareas y objetivos del usuario; la facilidad de entendimiento, que se refiere a la capacidad del producto para que el usuario pueda entender si el software es adecuado para sus necesidades; la facilidad de aprendizaje, que se relaciona con la capacidad del producto para que el usuario pueda aprender su aplicación; la facilidad de operación, que se refiere a la capacidad del producto para que el usuario pueda operarlo y controlarlo fácilmente, y la satisfacción de uso, que es la capacidad de la interfaz de usuario para agrandar y satisfacer la interacción con el usuario [22].

En cuanto a la gestión de procesos, la segunda variable, se sabe que es un enfoque organizacional que combina tecnologías y metodologías para mejorar, gestionar y optimizar el desempeño de los procesos de negocio de una empresa. Su objetivo principal es aumentar la satisfacción del cliente o usuario, mediante la identificación, registro, documentación, organización, control y mejora de los procesos de la empresa [9].

La palabra "proceso" deriva del término en latín "processus", que se refiere al avance o progreso, y se define como un conjunto de actividades de trabajo interrelacionadas, que involucran la entrada de insumos (inputs) como productos o servicios obtenidos de otros proveedores, la realización de actividades específicas que agregan valor y la producción de resultados (outputs) [23]. Por ello, se considera conveniente cuantificar los tiempos de ciclo que involucra, la calidad del servicio, la satisfacción de los clientes internos y externos, y los recursos que se necesitan para completar una tarea.

En este caso, el centro hospitalario público donde se llevó a cabo la investigación no está exento de este problema, ya que se encuentra ubicado en uno de los distritos con mayor congestión vehicular de Lima Metropolitana [24], cuyo proceso de estacionamiento se encuentra a cargo del Comité de Administración de Fondos de Asistencia y Estímulo (CAFAE), y son los trabajadores los que asignan un espacio dentro del estacionamiento a cambio de un pago dependiente del tiempo que permanezcan los vehículos en la institución.

Por tanto, en base a la situación descrita en la institución, se planteó como pregunta de investigación: ¿Cómo afecta el uso de un sistema de información en la gestión del estacionamiento de vehículos en un centro hospitalario público de la ciudad de Lima? Y al respecto, se propuso la siguiente hipótesis: La utilización de un sistema de información mejora la administración del proceso de estacionamiento de vehículos en un centro hospitalario de salud en la Ciudad de Lima.

II. METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en un centro hospitalario público especializado que se ubica en el distrito de Surquillo, provincia y departamento de Lima por un periodo de cuatro meses, inició el mes de enero del 2021 y culminó en abril del mismo año.

Es de tipo aplicada porque busca mejorar un problema en un sector específico [25]. El nivel de investigación es descriptivo y se utiliza un diseño experimental del tipo pre-experimental, en el que se manipula intencionalmente una variable independiente (el sistema de información) para verificar sus efectos en una variable dependiente (la gestión de proceso de estacionamiento vehicular) [26]. Se utiliza el método inductivo, que implica el estudio de casos particulares para llegar a conclusiones generales o leyes universales que expliquen los fenómenos estudiados.

La población de estudio estuvo compuesta por los trabajadores involucrados en el proceso de estacionamiento vehicular. Se utilizaron técnicas de recolección de información como la observación y la encuesta, y se utilizaron instrumentos como la ficha de observación y el cuestionario respectivamente, para medir las dimensiones de tiempo, calidad y recursos en la variable dependiente, así como la satisfacción del usuario y del trabajador en la variable independiente. Los cuestionarios fueron validados expertos y se aplicó la prueba T-Student para analizar los datos.

En cuanto al desarrollo del sistema de información, se utilizó la metodología RUP, desarrollando los cinco flujos de trabajo principales, donde cada uno de ellos se apoyó en el flujo de gestión del proyecto. El EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) se muestra en la Figura 1.



Fig. 1. Estructura de descomposición de trabajo.

En ese sentido, de la variable gestión de estacionamiento vehicular, se analizó cada dimensión en función de una prueba estadística que permite contrastar los resultados del pre y post test respectivamente mediante la aplicación de la prueba de t-Student.

En cuanto a la dimensión tiempo, se consideró, el tiempo de atención al momento de registrar el ingreso de un vehículo, tiempo de atención al momento de registrar la salida de un vehículo y el tiempo de procesamiento y generación de reportes de gestión.

En la dimensión satisfacción, se cuantificó el nivel de satisfacción del trabajador respecto a la información que genera el proceso y respecto de los tiempos del proceso. En la dimensión calidad se midió el nivel de fiabilidad en el cálculo del cobro por el servicio de estacionamiento y finalmente, en la dimensión recursos se cuantificó el número de actividades automatizadas del proceso de estacionamiento.

Respecto de la variable independiente sistema de información se midió la satisfacción de uso del usuario en función de cada uno de sus indicadores, ver Tabla I.

TABLA I
VARIABLE INDEPENDIENTE, DIMENSIÓN E INDICADORES

VAR	DIMENSIÓN	INDICADORES
SISTEMA DE INFORMACION	Satisfacción del usuario	Compleitud Funcional
		Corrección Funcional
		Pertinencia Funcional
		Facilidad de Entendimiento
		Facilidad de Aprendizaje
		Facilidad de Operación
		Satisfacción de uso

III. RESULTADOS

Como resultados de la investigación se logró desarrollar el sistema para la gestión de estacionamiento vehicular en un centro hospitalario de la ciudad de Lima, tal como se muestra en las Figuras 2 y 3, se muestra los diagramas clases y despliegue finales.

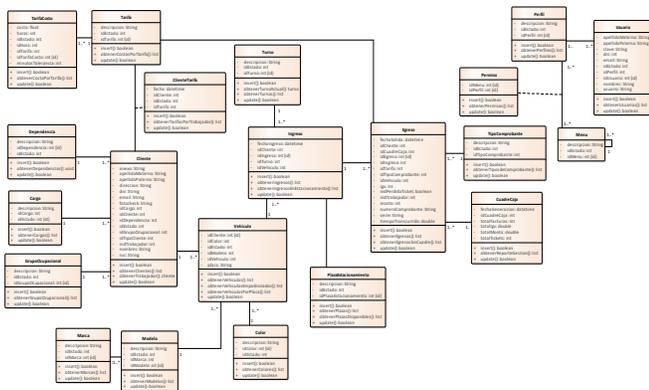


Fig. 2. Diagrama de clases del sistema de información desarrollado.

Respecto al hardware se utilizaron impresoras térmicas de etiquetas de alta velocidad con cortador automático, evitando de esta manera el desperdicio de hojas de etiquetas. El periférico de lectura de código de barras tenía conexión inalámbrica vía Bluetooth con potente motor sensor CCD para lectura en cualquier tipo de superficie.

Ambos dispositivos tenían compatibilidad con Windows 7 sistema operativo instalado en las PCS de ingreso y del cajero. Para el servidor de aplicaciones se virtualizó en VMWARE el sistema operativo Ubuntu, sobre el cual se instaló el software XAMPP 1.8.2-6 con PHP 5.4.31, Apache 2.4.10, MySQL Community Server 5.5.39.

Así mismo, Apache Tomcat 7 donde se desplegaron componentes de reportes desarrollados en lenguaje de programación java. La arquitectura del sistema desarrollado se puede visualizar en el diagrama de despliegue mostrado en la Figura 3.

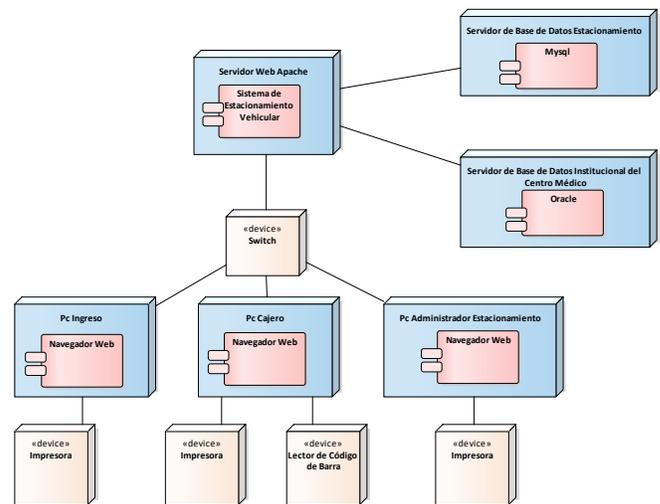


Fig. 3. Diagrama de despliegue del sistema de información desarrollado.

La Figura 4 muestra capturas de algunas de las interfaces desarrolladas, entre ellas se tiene la de acceso al sistema, el registro de la salida de un vehículo, así como un resumen de las salidas de los diferentes vehículos.

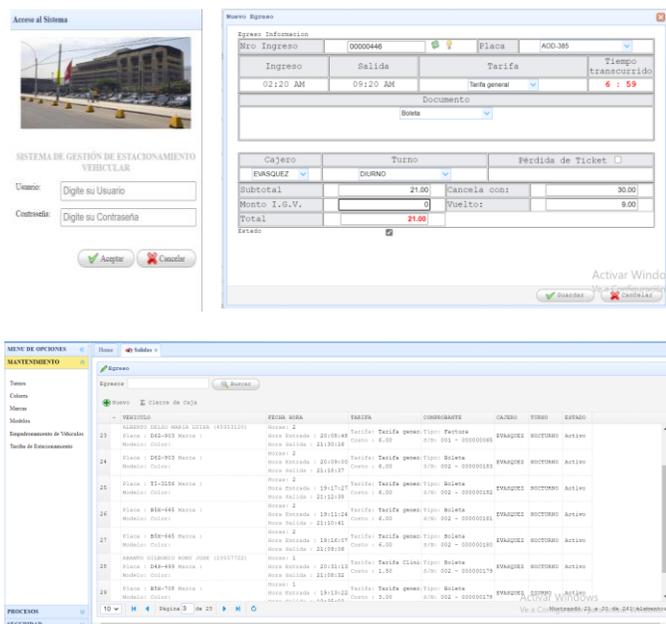


Fig. 4. Interfaces del sistema de información desarrollado.

En cuanto a los resultados de la investigación, se midió la dimensión de tiempo mediante la evaluación de tres indicadores, mostrando una disminución en el tiempo promedio en cada uno de ellos gracias al uso del sistema de información, ver Tabla II.

TABLA II
RESULTADOS - DIMENSIÓN TIEMPO

Indicador	Tiempo Manual (min)	Tiempo con Sistema (min)	Efecto	
Tiempo promedio de atención al momento de registrar el ingreso	0.73	0.41	0.32	-44%
Tiempo promedio de atención al momento de registrar la salida	4.06	1.36	2.7	-66%
Tiempo promedio para el procesamiento y generación de reportes de gestión	70.67	7.33	63.34	-90%

Respecto del tiempo de atención al momento de registrar el ingreso de un vehículo antes del uso del sistema de información, se observa que dicho tiempo antes del uso del sistema de información, es mayor que el tiempo después del uso del sistema (H_a); ya que, con un nivel de confianza del 95%, el $t = 7.676$ es mayor que $\alpha = 1.691$, entonces se rechaza H_0 y se acepta la H_a . A un mismo nivel de confianza, en cuanto al el tiempo de atención al momento de registrar la salida de un vehículo se concluye que, dicho tiempo antes de la implementación del sistema es mayor que el tiempo de atención después del uso del sistema de información, pues $t = 8.978$ es mayor que $\alpha = 1.761$; finalmente, igualmente aun 95% de confianza, respecto del tiempo de procesamiento y generación de reportes, el tiempo antes del uso del sistema de información

también fue mayor que el tiempo registrado después de su uso, ya que $t = 11.773$ es mayor que $\alpha = 2.920$.

Entonces, en general el tiempo se redujo con el uso del sistema de información. Dicha reducción de tiempo coincide con la investigación de Chaca [9] realizado en una empresa privada, donde se identificaron deficiencias en el proceso de control de ingreso y salida vehicular en estacionamientos y se propuso un rediseño de procesos que incorporó un sistema de información móvil y lector de placas vehiculares, el estudio encontró una disminución del 50% en los tiempos de ingreso y salida, resultados similares a los de la presente investigación; sin embargo, este estudio no consideró el tiempo para la generación de reportes y no se incluyó el uso de un lector de barras debido a que los usuarios informaron que era un problema potencial debido al uso de tickets físicos.

Asimismo, ello coincide con el modelo de sistema de información propuesto por Castaño y Salazar [27], que logró reducir en un 10% tanto el tiempo de estacionamiento como el tiempo que el conductor tarda en verificar los espacios disponibles en el estacionamiento, y aunque en la presente investigación la verificación de espacios se consideró como una actividad adicional dentro del proceso de ingreso, se sugiere que se podría desarrollar una funcionalidad nueva en el sistema para que los conductores la utilicen antes de ingresar al estacionamiento.

Además, Cabrera y Ruiz [14], también implementaron un sistema de información que redujo el tiempo promedio para la obtención de reportes de reservas en un 94.03%, aparte de que, se enfocaron en los indicadores de tiempo de registro de reservas y de búsqueda de espacios, logrando reducirlos respectivamente en un 87.26% y 83.09.

En la dimensión satisfacción de un trabajador de parqueo se encontró que, su satisfacción se incrementó a partir del uso del sistema de información, porque, con un nivel de confianza del 95%, en cuanto al nivel de satisfacción del trabajador respecto a las actividades del proceso, su satisfacción antes del uso del sistema de información fue menor que el nivel de satisfacción después de su uso, ya que se encontró un $t = -18.435$ es menor que $\alpha = -2.132$.

Respecto del nivel de satisfacción del trabajador frente a la información que genera el proceso, también su satisfacción fue menor antes del uso del sistema de información, puesto que $t = -19.000$ es menor que $\alpha = -6.314$.

Finalmente, en cuanto al nivel de satisfacción del trabajador respecto a los tiempos del proceso, dicha satisfacción también fue menor antes del uso del sistema de información, pues el $t = -10.954$ es menor que $\alpha = -2.132$. Los resultados se resumen en Tabla III.

TABLA III
RESULTADOS - DIMENSIÓN SATISFACCIÓN DEL TRABAJADOR

Indicador	Valoración Manual (1-5)	Valoración con sistema (1-5)	Efecto	
Nivel de satisfacción del trabajador respecto a las actividades del proceso	2.50	4.07	1.57	+31.33%
Nivel de satisfacción del trabajador respecto a la información que genera el proceso	2.50	4.08	1.58	+31.67%
Nivel de satisfacción del trabajador respecto al tiempo del proceso	2.03	4.03	2.00	+40.00%

Este resultado, coincide con la investigación de Rodríguez [28], quien logró un aumento del 22.8% en la satisfacción de los altos mandos, que eran responsables de controlar las actividades y verificar la información en el proceso de salidas de vehículos. Por otro lado, Chaca [9], también trató el tema de la satisfacción, pero se enfocó en la satisfacción del cliente, y es que, para mejorar la experiencia del servicio, identificó dos indicadores, el primero referido a la tecnología y el segundo enfocado en el conocimiento del personal, con el fin de que estén capacitados para resolver incidencias del proceso, realizar evaluaciones periódicas y verificar si se requiere algún cambio.

En cuanto a la dimensión calidad, se analizó un solo indicador, que mostró que, la calidad del proceso se incrementó con el uso del sistema de información porque se redujo errores, además, se obtuvo un $t = 13.748$ que es mayor que $t_{\alpha} = 1.943$; lo que significa aceptar la hipótesis nula, que indica que, el número de errores en el cálculo del cobro por el servicio de estacionamiento antes del uso del sistema de información fue mayor que luego de usarlo; esto, a su vez incrementó el nivel de fiabilidad, a un nivel de confianza del 95% (ver Tabla IV).

TABLA IV
RESULTADOS - DIMENSIÓN CALIDAD DEL PROCESO

Indicador	Error manual	Errores con uso de SI	Efecto	
Nivel de fiabilidad en el cálculo del cobro por el servicio de estacionamiento	3.14	0.14	3.00	-96.00%

Lo encontrado en esta dimensión coincide con el estudio de Vergara [8], quien propuso el desarrollo de un módulo de pagos que administraba las tarifas y las modalidades de pago y que se interconectaba con dispositivos de monitoreo y control de acceso para obtener información de estadías, y ello logró reducir los errores en el proceso de pago. Pero, la presente investigación utiliza dispositivos de reconocimiento de placas para mantener todo de forma virtual y evitar errores; sin embargo, un rezago del 4% de errores se debe al error de ingreso de datos de los clientes por parte del trabajador del parqueo, lo que puede solucionarse mediante la interconexión con la SUNAT o la RENIEC.

Respecto de la dimensión recursos del proceso, se demostró que las actividades automatizadas aumentaron con el uso del sistema de información, además que la prueba estadística confirmó ello, porque se obtuvo un $z = -4.19$ que es menor al $Z_{\alpha} = -1.645$, entonces se acepta la hipótesis alternativa, es decir que se concluye que el número de actividades automatizadas del proceso de estacionamiento antes del uso del sistema de información fueron menores que luego de su uso, con un nivel de confianza del 95% (ver Tabla 5).

TABLA V
RESULTADOS - DIMENSIÓN RECURSOS

Indicador	Manual	Sistema	Impacto	
Número de actividades automatizadas del proceso de estacionamiento.	0	13	13.00	52.00%

Este resultado, se relaciona con lo mostrado por Vergara [8], en su investigación donde logró automatizar el 90% del proceso de actividades como la generación de folios de entrada y salida, así como la creación de reportes de caja, lo que mejoró la eficiencia del proceso; porque, en la presente investigación el porcentaje fue mayor pero también se esperó que el cliente prácticamente realice un autoservicio con el uso del sistema informático.

De la variable independiente se analizó la dimensión satisfacción del usuario considerando como indicadores las características de la ISO/IEC 25010 (ver Tabla 6).

TABLA IIIII
RESULTADOS - DIMENSIÓN SATISFACCIÓN DE USUARIO (VARIABLE INDEPENDIENTE)

Indicador/Característica	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
Compleitud funcional	16.67%	66.66%	16.67%
Corrección Funcional	66.66%	16.67%	16.67%
Pertinencia Funcional	83.33%	16.67%	-
Facilidad de entendimiento	66.67%	33.33%	-
Facilidad Aprendizaje	83.33%	0.00%	16.67%
Facilidad de operación	66.66%	27.78%	5.56%
Satisfacción de Uso	60.00%	30.00%	10.00%

En cuanto a estos resultados, Arévalo y Romero [11], quienes utilizaron el modelo de calidad ISO-9126-1 estableciendo rangos para las características de fiabilidad, usabilidad, eficacia, mantenibilidad y portabilidad desarrollando un sistema de información que controla el proceso en cuestión haciéndolo más eficaz.

En consecuencia, debido a los resultados obtenidos en cada una de las dimensiones se confirma que la gestión del proceso vehicular en el centro hospitalario presentaba inconvenientes relacionadas al tiempo, satisfacción del trabajador, calidad y recursos, los cuales una vez implementado el sistema de información mejoraron considerablemente, por tanto, se acepta

la hipótesis propuesta, que manifiesta que, el uso de un sistema de información en el proceso vehicular tiene un efecto positivo.

Esta investigación contribuye al campo del desarrollo de software, al demostrar cómo el diseño e implementación de un sistema de información puede mejorar la gestión de procesos en una organización. La metodología tradicional RUP utilizada es una herramienta importante en el desarrollo de software que permite una planificación y gestión efectiva de proyectos, garantizando la calidad del software resultante a diferencia de las metodologías ágiles que son utilizadas cuando los requerimientos son cambiantes o no se conoce el producto final. Además, el uso de tecnologías de código abierto demuestra la capacidad de adaptación del software a diferentes entornos y la posibilidad de utilizar soluciones económicas y flexibles en el desarrollo de sistemas de información. En resumen, esta investigación destaca la importancia de la implementación de sistemas de información en la optimización de procesos empresariales y su impacto positivo en la eficiencia y efectividad.

IV. CONCLUSIONES

En base al análisis realizado, se concluye que el uso de un sistema de información tiene un efecto positivo en el proceso de gestión vehicular, esto da respuesta directamente al objetivo de la investigación, observando que es dependiente de los resultados por cada dimensión de las variables respectivamente, estos indicaron que se redujo el tiempo para realizar las actividades en un 66.67%, se incrementó la satisfacción del trabajador en un 34.33%, se mejoró el cálculo del cobro en un 96% y se automatizó el 52% de las actividades del proceso, lo que en conjunto ha permitido optimizar el uso de los recursos y mejorar el servicio ofrecido a los usuarios del estacionamiento.

Asimismo, producto de la búsqueda del objetivo principal, se determinó que, en general el tiempo para realizar las tareas haciendo uso del sistema de información se redujo. En un 44%, el tiempo de atención promedio para registrar el ingreso de vehículos al estacionamiento, en un 66% el tiempo de atención promedio para registrar la salida de vehículos del estacionamiento y en un 90% el tiempo promedio para la generación y procesamiento de reportes de gestión.

En cuanto al nivel de satisfacción del trabajador en el proceso de estacionamiento vehicular, este aumentó una vez que se empezó a usar el sistema de información, pues se incrementó en un 31.33% el nivel de satisfacción del trabajador respecto a las actividades del proceso de estacionamiento vehicular, en un 31.67% el nivel de satisfacción del trabajador respecto a la información que genera el proceso y en un 40.00% el nivel de satisfacción del trabajador respecto al tiempo del proceso.

De igual manera, se determinó que el uso del sistema de información mejoró la calidad del proceso medido por el nivel de fiabilidad en el cálculo del cobro por el servicio de estacionamiento, reduciendo en 96% la ocurrencia de errores.

Finalmente, se percibió que, con el uso del sistema de información los recursos del proceso fueron mejorados porque

se logró automatizar el 52% de todas las actividades que en él intervienen, lo cual aligeró la carga del trabajo manual que usualmente realizaban los trabajadores.

Todos estos resultados parciales, son los que llevaron a aceptar la hipótesis nula, es decir se confirmó que, el uso de un sistema de información tiene un efecto positivo en el proceso de gestión vehicular.

REFERENCIAS

- [1] A. López, «El transporte. Hacia vehículos autónomos, ecológicos y compartidos.» 2020. [En línea]. Available: <https://www.lanacion.com.ar/opinion/el-transporte-hacia-vehiculos-autonomos-ecologicos-y-compartidos-nid2326787>. [Último acceso: 20 Noviembre 2020].
- [2] J. V. Fonseca Pazmiño, «Sistema de detección de plazas de aparcamiento disponible, mediante procesamiento digital de imágenes,» Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador, 2020.
- [3] L. A. Alonzo Salomón y G. Rodríguez Rufino, Carreteras, México: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, 2005.
- [4] P. EuroTEST, «Plazas estrechas, precios altos y barreras arquitectónicas, principales problemas de los aparcamientos europeos,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.race.es/area-de-prensa/informe-europeo-de-analisis-de-aparcamientos>. [Último acceso: 14 Diciembre 2020].
- [5] P. Medellín, «Parqueo público, un rezago en la política de movilidad,» 2020. [En línea]. Available: <http://ieu.unal.edu.co/medios/noticias-del-ieu/item/parqueo-publico-un-rezago-en-la-politica-de-movilidad>. [Último acceso: 15 Diciembre 2020].
- [6] I. N. d. E. e. Informática, «Parque automotor en circulación a nivel nacional, según departamento, 2000-2018,» 2018. [En línea]. Available: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/cap20025_2.xlsx. [Último acceso: 15 Diciembre 2020].
- [7] A. Almeida, «Congestión vehicular y la autoridad de transporte urbano de Lima y Callao,» 2018. [En línea]. Available: <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/congestion-vehicular-y-la-autoridad-de-transporte-urbano-de-lima-y-callao-noticia-1166651>.
- [8] V. J. A., «Sistema de Información para la Gestión Integral de Estacionamientos de Automóviles,» Tecnológico Nacional de México, México, 2020.
- [9] A. L. Chaca Castañudi, «Diseño de automatización del control de acceso vehicular en los estacionamientos de la empresa Los Portales S.A, 2019,» Universidad Norbert Wiener, Lima, Peru, 2019.
- [10] J. C. Castaño Loayza y J. M. Salazar Marín, «Modelo de sistema de información para el registro de acceso a los estacionamientos de la Universidad Tecnológica de Pereira,» Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, 2018.
- [11] D. S. Arévalo Sandoval y Y. A. Romero Ruiz, «Software para administrar y manejar los recursos disponibles en parqueaderos de pequeños centros comerciales – system parking,» Universidad de Cundinamarca, Cundinamarca, Colombia, 2017.
- [12] C. E. Rodríguez Pérez, «Sistema de información web y móvil para mejorar la gestión del parque móvil de red en telefónica del Perú S.A.A,» Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2016.
- [13] C. V. Calle Müller, «Sistemas de estacionamiento,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2014.
- [14] K. Á. Cabrera Rojas y D. R. Ruiz Villar, «Sistema de reserva de parqueo vía web y móvil para mejorar el control vehicular en una playa de estacionamiento 2019,» Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2020.

- [15] A. Hernández Trasobares, «Los sistemas de información: Evolución y desarrollo,» *Revista de relaciones laborales*, nº 10-11, pp. 149-165, 2003.
- [16] R. A. López y J. A. Pech, *Desarrollo de herramientas de gestión de proyectos RUP usando metodología SCRUM+ XP: Pruebas*, Universidad Politécnica de Madrid, 2015.
- [17] W. Jaramillo , *Aplicación de la metodología RUP y el patrón dediseño MVC en la construcción de un sistema de gestión académica para la Unidad Educativa Ángel de la Guarda*, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016.
- [18] A. Martínez y R. Martínez , «Guía Rational Unified Process,» 10 10 2018. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/268005509_Guia_a_Rational_Unified_Process.
- [19] A. Martínez y R. Martínez , «Guía a Rational Unified Process,» 10 10 2018. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/268005509_Guia_a_Rational_Unified_Process.
- [20] I. Sommerville, *Ingeniería de software*, México: Pearson Educación, 2011.
- [21] W. Jaramillo , *Aplicación de la metodología RUP y el patrón dediseño MVC en la construcción de un sistema de gestión académica para la Unidad Educativa Ángel de la Guarda*, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016.
- [22] P. I. 25000, «ISO/IEC 25010,» [En línea]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>. [Último acceso: 13 Diciembre 2020].
- [23] M. Á. Mallar, «La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente,» *Visión de Futuro*, vol. 13, nº 1, 7.
- [24] T. Perú, «Estos son los 12 distritos de Lima donde se genera tráfico vehicular a cualquier hora,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.tvperu.gob.pe/noticias/locales/estos-son-los-12-distritos-de-lima-donde-se-genera-trafico-vehicular-a-cualquier-hora>. [Último acceso: 15 Diciembre 2020].
- [25] S. Carrasco Díaz, *Metodología de la investigación*, Lima - Perú: San Marcos, 2017.
- [26] R. Hernandez Sampieri, C. Fernandez Collado y P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*, 6ta Edición, Perú, 2014.
- [27] J. C. Castaño Loayza y J. M. Salazar Marin, «Modelo de sistema de información para el registro de acceso a los estacionamientos de la Universidad Tecnológica de Pereira,» *Universidad Tecnológica de Pereira*, Pereira, Colombia, 2018.
- [28] C. E. Rodríguez Perez, «Sistema De información web y móvil para mejorar la gestión del parque móvil de red en telefónica del Perú S.A.A,» *Universidad Nacional de Trujillo*, Trujillo, Perú, 2016.