



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CIRUGÍAS HOSPITALARIAS
UTILIZANDO PYTHON Y POSTGRESQL”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERA EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

22141011 KIARA ZERON

22141063 SOFIA LAMRINI

ASESOR: REYNA VALLE

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

MARZO, 2026

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Griselda Velasquez y Miguel Zeron quienes han sido mi pilar fundamental y mi ejemplo para seguir. Cuyos sacrificios y trabajo me han dado el privilegio de llegar hasta acá. Por su amor y su apoyo incondicional y por enseñarme a no darme por vencida.

A mi hermana por ser mi compañera de toda la vida, por sus consejos, aliento y cariño en cada etapa de mi vida.

A mis abuelitos Suyapa Bueso y Luis Velasquez que sé que están muy felices viendo este paso más en mi vida desde el cielo.

A mi novio Ismail Yacaman quien me ha escuchado, apoyado y me ha dado palabras de aliento con amor para impulsarme a dar lo mejor de mí.

- **Kiara Zeron**

Dedico este trabajo a todas las personas que me acompañaron y apoyaron durante este proceso contribuyendo de distintas maneras a que hoy pueda alcanzar esta meta.

De manera especial, a mi familia por su apoyo y motivación constante a lo largo de toda mi formación académica. A mi madre, Marta Reyes, y a mi padre, Samir Lamrini, por ser mi mayor inspiración y por brindarme siempre las herramientas necesarias para seguir adelante.

A mis hermanos, Salma Lamrini y Youssef Lamrini, por su compañía y por estar presentes en cada etapa de este proceso. Este logro también es de ustedes, quienes con su apoyo y paciencia hicieron posible que este sueño se convirtiera en realidad.

- **Sofia Lamrini**

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecerle a Dios por darme sabiduría, guiarme y permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mis papas y a mi hermana por siempre rodearme de ese apoyo, amor y confianza para poder cumplir mis metas.

A mi novio por creer en mí y recordarme con amor de lo que yo era capaz cada vez que me ganaba el cansancio.

A las hermanas que me dio la universidad, Victoria Cantor y María Rivera quienes conocí en los momentos más inesperados y se convirtieron en personas demasiado importantes para mi vida.

Agradecerle de todo corazón a mi compañera de carrera y amiga Sofia Lamrini con quien comencé mi carrera y ahora tengo el privilegio de terminarla, quien me ha apoyado y con quien he enfrentado cada obstáculo siempre juntas entre lágrimas y risas.

- Kiara Zeron

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa de mi formación académica.

A mis padres y hermanos por su cariño, apoyo incondicional y por motivarme siempre a seguir adelante y alcanzar mis metas.

También deseo expresar un especial agradecimiento a mi mejor amiga que me dio la carrera, Kiara Zeron, por su amistad, apoyo y por acompañarme a lo largo de esta etapa académica, compartiendo retos, aprendizajes y momentos importantes durante la carrera.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron y me brindaron su apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

- Sofia Lamrini

Juntas expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Ingeniera Reyna Valle, jefe académico de la carrera de Ingeniería en Biomédica, por su constante apoyo, orientación y acompañamiento a lo largo de nuestra formación académica. Su compromiso con la formación de los estudiantes y su disposición para brindar guía y asesoría han sido de gran importancia para el desarrollo y culminación de este proyecto.

RESUMEN EJECUTIVO

La trazabilidad de la información quirúrgica es un componente primordial para una gestión hospitalaria segura y eficiente. En hospitales públicos de Honduras, la gestión quirúrgica enfrenta limitaciones debido al uso de procesos manuales en la programación y registro de cirugías. Ante esta problemática; que afecta la coordinación entre áreas médicas y administrativas, incrementa los tiempos de espera y limita la capacidad de respuestas ante emergencias, se optimizó un sistema de gestión de cirugías hospitalarias utilizando Python y PostgreSQL.

El sistema integró funciones de registro de pacientes, disponibilidad de quirófanos, historial de cirugías, recordatorios automáticos y estadísticas quirúrgicas, ofreciendo una visualización clara y en tiempo real del bloque quirúrgico. La validación incluyó entrevistas y encuestas al personal de salud, cuyos resultados destacan la reducción de errores, la facilidad de uso y la mejora en la coordinación de roles.

En comparación con métodos manuales, el sistema demostró mayor eficiencia y transparencia, con una mejora de más de 70% en tiempos operativos, constituyéndose en una herramienta innovadora y escalable para la gestión hospitalaria. La implementación del sistema promueve la gestión eficiente, capaz de digitalizar procesos clave y mejorar la eficiencia quirúrgica en contextos con recursos limitados.

Palabras clave: gestión quirúrgica, sistemas hospitalarios, ORMS, trazabilidad quirúrgica

ABSTRACT

The traceability of surgical information is a key component of safe and efficient hospital management. In public hospitals in Honduras, surgical management faces limitations due to the use of manual processes for scheduling and registration surgeries. In response to this problem, which affects coordination between medical and administrative departments, increases wait times and limits the ability to respond to emergencies, a hospital surgery management system was optimized using Python and PostgreSQL.

The system integrated functions for patient registration, operating room availability, surgical history, automatic reminders, and surgical statistics, providing a clear, real-time view of the surgical unit. Validation included interviews and surveys of healthcare staff, whose results highlight reduced errors, ease of use, and improved coordination of roles.

Compared to manual methods, the system demonstrated greater efficiency and transparency, with an improvement of over 70% in operating times, establishing itself as an innovative and scalable tool for hospital management. The implementation of the system promotes efficient management, capable of digitizing key processes and improving surgical efficiency in resource-limited settings.

Keywords: hospital systems, operating room management system, surgical management, surgical traceability.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	ESTADO DEL ARTE.....	4
2.1	ANTECEDENTES.....	4
2.1.1	GESTIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE QUIRÓFANOS	4
2.1.2	INTEROPERABILIDAD Y ESTÁNDARES DIGITALES	6
2.1.3	SEGURIDAD DIGITAL Y CIBERAMENAZAS EN SALUD.....	8
2.1.4	TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN SALUD PÚBLICA	10
2.2	PROBLEMÁTICA	13
2.3	IMAGEN INTEGRADORA	16
2.4	CUADRO DE LIMITACIONES.....	17
III.	OBJETIVOS	19
3.1	OBJETIVO GENERAL	19
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
IV.	METODOLOGÍA.....	20
4.1	ENFOQUE.....	20
4.2	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	21
4.2.1	VARIABLES DEPENDIENTES	22
4.2.2	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	22
4.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	23
4.3.1	INSTRUMENTOS DE SOFTWARE.....	23
4.3.1.1	<i>pgAdmin (PostgreSQL)</i>	24
4.3.1.2	<i>Visual Studio Code (Python)</i>	24
4.3.2	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	24
4.3.2.1	<i>Revisión documental y análisis del sistema actual.....</i>	<i>24</i>
4.3.2.2	<i>Entrevistas semiestructuradas.....</i>	<i>25</i>

4.3.2.3 Encuestas.....	25
4.4 METODOLOGÍA DE ESTUDIO	25
4.4.1 RECOPIACIÓN DE DATOS	25
4.4.2 OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA	26
4.4.3 PRUEBAS INTEGRALES	26
4.4.4 VERIFICACIÓN	26
4.4.5 IMPLEMENTACIÓN.....	26
4.4.6 DOCUMENTACIÓN Y RESULTADOS	27
4.5 METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN	28
2.1.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN	28
2.1.2 VALIDACIÓN CON EXPERTOS TÉCNICOS.....	28
2.1.3 ENCUESTA DE SATISFACCIÓN AL PERSONAL USUARIO	28
2.1.4 COMPARATIVA CON SISTEMAS EXISTENTES	28
4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	31
4.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
4.8 MATRIZ METODOLÓGICA	34
V. RESULTADOS.....	36
5.1 ENTREVISTAS.....	36
5.1.1 DEPARTAMENTO DE JEFATURA	36
5.1.2 GESTIÓN DE PACIENTES	37
5.1.3 GESTIÓN QUIRÚRGICA.....	38
5.2 OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA	39
5.2.1 BASE DE DATOS	39
5.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OPTIMIZACIONES	42
5.2.2.1 <i>Suma de nuevas librerías</i>	<i>42</i>
5.2.2.2 <i>Optimización del módulo de registro de pacientes</i>	<i>42</i>
5.2.2.3 <i>Visualización de cirugías programadas.....</i>	<i>43</i>

5.2.2.4	<i>Visualización de cirugías realizadas.....</i>	45
5.2.2.5	<i>Historial de cancelaciones y reprogramación</i>	48
5.2.2.6	<i>Calendario y recordatorios</i>	48
5.2.3	ESTRUCTURA ACTUAL DE SISTEMA Y SUS OPTIMIZACIONES	50
5.2.3.1	<i>Rol de jefatura</i>	62
5.2.3.2	<i>Rol de administrador.....</i>	62
5.2.3.3	<i>Rol de personal médico</i>	62
5.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	63
5.3.1	VISUAL STUDIO CODE – PYTHON	63
5.3.2	GESTOR DE BASE DE DATOS – POSTGRESQL.....	64
5.3.3	SISTEMA INTEGRADO.....	65
5.4	ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	66
5.4.1	CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	66
5.5	MANUAL TÉCNICO DEL SISTEMA	67
5.6	PERCEPCIÓN DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN EL BLOQUE QUIRÚRGICO	70
5.6.1	PERFIL DEL PERSONAL ENCUESTADO	70
5.6.2	INTERFAZ Y ORGANIZACIÓN DE MENÚS	71
5.6.3	DISEÑO VISUAL Y FACILIDAD DE APRENDIZAJE.....	72
5.6.4	REGISTRO Y CANCELACIÓN DE CIRUGÍAS.....	73
5.6.5	CALENDARIO QUIRÚRGICO Y RECORDATORIOS AUTOMÁTICOS	74
5.6.6	HISTORIAL DE CIRUGÍAS Y RAPIDEZ DEL SISTEMA.....	75
5.6.7	RETRASOS Y TIEMPO DE CARGA	76
5.6.8	COORDINACIÓN DE ROLES Y ESTADÍSTICAS EN TIEMPO REAL.....	77
5.6.9	REDUCCIÓN DE ERRORES Y EFICIENCIA	78
5.6.10	SATISFACCIÓN GENERAL Y COMENTARIOS ADICIONALES	79
5.7	TIEMPO DE PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS DE FORMA MANUAL VS. CON EL SISTEMA DESARROLLADO	79

5.8	VALIDACIÓN CON EXPERTOS TÉCNICOS	81
VI.	DISCUSIÓN	82
6.1	COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA ORIGINAL Y EL SISTEMA OPTIMIZADO	84
6.2	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	86
VII.	CONCLUSIONES	88
7.1	CONCLUSIÓN GENERAL.....	88
7.2	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	88
VIII.	RECOMENDACIONES.....	89
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
X.	ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Imagen integradora	16
Ilustración 2	Variable dependiente e independientes	23
Ilustración 3	Método de estudio	27
Ilustración 4	Cronograma de actividades.....	31
Ilustración 5	Tabla registro_cirugias	39
Ilustración 6	Tabla historial_cirugias_realizadas	40
Ilustración 7	Tabla validacion_cirugias	40
Ilustración 8	Tabla cirugias_canceladas	41
Ilustración 9	Tabla disponibilidad_quirofano.....	41
Ilustración 10	Suma de nuevas librerías	42
Ilustración 11	Sección del formulario con los campos de identidad, teléfono y dirección	43
Ilustración 12	Frame de búsqueda con el combobox y entry, más el Treeview con los filtros activos	44
Ilustración 13	Diccionario de códigos al inicio del archivo	45
Ilustración 14	Ventana de solicitud de código	45
Ilustración 15	Ventana de validación con todos los campos de horas y personal ..	46
Ilustración 16	Función completa de exportación PDF	47

Ilustración 17 Función de reprogramación y consulta SQL que actualiza el estado	48
Ilustración 18 Calendario con una fecha seleccionada	49
Ilustración 19 Programación de recordatorios 2 horas antes de cada cirugía programada	49
Ilustración 20 Visualización de calendario	50
Ilustración 21 Visualización registro de pacientes	51
Ilustración 22 Visualización de cirugías programadas	51
Ilustración 23 Visualización disponibilidad de quirófanos	52
Ilustración 24 Visualización historial de cirugías realizadas	52
Ilustración 25 Ejemplo ficha de paciente exportada en pdf	54
Ilustración 26 Visualización historial cirugías canceladas	55
Ilustración 27 Visualización para reprogramar cirugías	55
Ilustración 28 Gráfica de cirugía por especialidad	56
Ilustración 29 Ejemplo de gráfica de tipos de cirugía por especialidad medica	57
Ilustración 30 Gráfica de cirugías realizadas vs canceladas	57
Ilustración 31 Gráfica de causas de cancelación	58
Ilustración 32 Gráfica cirugía por sexo y edad	58
Ilustración 33 Gráfica cirugía por sexo	59
Ilustración 34 Gráfica de estado de paciente post cirugía	59
Ilustración 35 Grafica de completitud de historial quirúrgico	60
Ilustración 36 Gráfica de motivos de inhabilitación de quirófanos	60
Ilustración 37 Gráfica horas qx	61
Ilustración 38 Gráfica de puntualidad de inicio	61
Ilustración 39 Portada Manual técnico para jefatura	68
Ilustración 40 Manual técnico en el campo de cirugías programadas	69
Ilustración 41 Gráfico sobre el personal encuestado	70
Ilustración 42 Gráfico sobre el personal encuestado	71
Ilustración 43 Gráfico sobre la interfaz del sistema	71
Ilustración 44 Gráfico sobre la organización de menús	72
Ilustración 45 Gráfico sobre diseño visual del sistema	72
Ilustración 46 Gráfico sobre registro de pacientes	73
Ilustración 47 Gráfico sobre cancelación y reprogramación de cirugías	73
Ilustración 48 Gráfico sobre calendario quirúrgico	74
Ilustración 49 Gráfico sobre recordatorios automáticos	74

Ilustración 50 Gráfico sobre historiales de cirugías	75
Ilustración 51 Gráfico sobre rapidez del sistema	75
Ilustración 52 Gráfico sobre retrasos o fallos	76
Ilustración 53 Gráfico sobre tiempo de carga	76
Ilustración 54 Gráfico sobre coordinación de roles	77
Ilustración 55 Gráfico sobre estadísticas	77
Ilustración 56 Gráfico sobre reducción de errores	78
Ilustración 57 Gráfico sobre eficiencia	78
Ilustración 58 Gráfico sobre satisfacción general	79
Ilustración 59 Solicitud de acceso a base de datos de gestión de pacientes del HLMV firmada por dirección medica	95
Ilustración 60 Solicitud de acceso a base de datos de gestión quirúrgica del HLMV firmada por dirección medica	96
Ilustración 61 Manual técnico - Portada	97
Ilustración 62 Manual técnico – Índice de contenido	98
Ilustración 63 Manual técnico – Introducción	99
Ilustración 64 Manual técnico - Requisitos y acceso al sistema	100
Ilustración 65 Manual técnico – Funciones	101
Ilustración 66 Manual técnico – Funciones	102
Ilustración 67 Manual técnico – Funciones	103
Ilustración 68 Manual técnico – Funciones	104
Ilustración 69 Manual técnico – Funciones	105
Ilustración 70 Manual técnico – Funciones	106
Ilustración 71 Manual técnico – Funciones	107
Ilustración 72 Manual técnico - Buenas prácticas y FAQ	108
Ilustración 73 Manual técnico - Contacto de soporte	109
Ilustración 74 Encuesta de satisfacción	110
Ilustración 75 Encuesta de satisfacción	111
Ilustración 76 Encuesta de satisfacción	112
Ilustración 77 Encuesta de satisfacción	113
Ilustración 78 Encuesta de satisfacción	114
Ilustración 79 Demostración del sistema desarrollado y encuestas	115
Ilustración 80 Demostración del sistema desarrollado y encuestas	115
Ilustración 81 Evidencia de personal asistido a la reunión	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de limitaciones	17
Tabla 2	Continuación	18
Tabla 3	Enfoque de la investigación	21
Tabla 4	Comparativa con GNU Health	30
Tabla 5	Operacionalización de variables	32
Tabla 6	Continuación	33
Tabla 7	Matriz metodológica	34
Tabla 8	Continuación	35
Tabla 9	Características técnicas de VS Code	63
Tabla 10	Características técnicas de PostgreSQL	64
Tabla 11	Características técnicas del sistema integrado	65
Tabla 12	Análisis de costos	66
Tabla 13	Consideración para implementación	66
Tabla 14	Continuación	67
Tabla 15	Comparación de tiempos forma manual vs sistema	80
Tabla 16	Comparación entre el sistema original y el sistema optimizado de gestión de cirugías	85

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Total IQ	53
Ecuación 2	Total anestesia	53
Ecuación 3	Total en el quirófano + limpieza	53
Ecuación 4	Salida paciente de recuperación a cirugía (Cx)	53
Ecuación 5	Duración de cirugía con recuperación	53

LISTA DE SIGLAS

EHR	Historia Clínica Electrónica
EMR	Registro Médico Electrónico
FHIR	Recursos de Interoperabilidad Rápida para el Cuidado de la Salud
HL7	Health Level Seven
HLMV	Hospital Leonardo Martínez Valenzuela
IA	Inteligencia Artificial
ORMS	Sistema de Gestión de Quirófanos
SESAL	Secretaría de Salud de Honduras

GLOSARIO

1. Ciberseguridad: Protección de las personas, la sociedad, las organizaciones y las naciones frente a los riesgos cibernéticos. (ISO, 2023)
2. Firma digital: Mecanismo criptográfico para validar la autenticidad e integridad de los datos electrónicos utilizando funciones hash y pares de claves (privada y pública) dentro de una infraestructura de clave pública (PKI). (Rashid & Khan, 2025)
3. FHIR: Estándar de interoperabilidad desarrollado por HL7, diseñado para facilitar el intercambio de información sanitaria entre cualquier persona involucrada en el ecosistema sanitario. (HL7I, s.f.)
4. Gestión quirúrgica: Conjunto de procesos administrativos, clínicos y logísticos para conseguir una ocupación máxima del quirófano, con el mayor grado de satisfacción del paciente, el menor costo económico, además de la mayor calidad y seguridad en la cirugía realizada, que implica la menor cantidad de complicaciones asociadas. (Kohnenkampf, Rocco, & Ortega, 2021)
5. HL7: Organización de desarrollo de normas dedicada a proporcionar un marco integral y estándares relacionados para el intercambio, la integración, la distribución y la recuperación de información sanitaria electrónica que respalde la práctica clínica y la gestión, prestación y evaluación de servicios de salud. (HL7I, s.f.)
6. EHR: Recopilación digital completa de los datos de salud de un paciente. (ISO, s.f.)
7. Interoperabilidad: Capacidad de dos o más sistemas de información para intercambiar datos, interpretarlos y facilitar su disponibilidad a los usuarios y grupos de interés. (Canova-Barrios & Machuca-Contreras, 2022)
8. ORMS: Sistema para recopilar datos de campo para proporcionar información valiosa que permita la mejora continua de los procesos de gestión quirúrgica. (Marte, y otros, 2025)
9. Trazabilidad quirúrgica: Capacidad de rastrear y documentar la historia, el uso, la ubicación y el procesamiento de los elementos involucrados en el entorno quirúrgico, con el fin de mejorar la seguridad del paciente, el control de calidad y la gestión clínica. (Fayad, y otros, 2025)

I. INTRODUCCIÓN

La administración de cirugías en hospitales representa un reto fundamental para los sistemas de salud, sobre todo en hospitales públicos de naciones en desarrollo, donde las restricciones tecnológicas y organizativas afectan de manera directa la eficacia y seguridad de los procedimientos quirúrgicos. En Honduras, la programación manual y la fragmentación de los registros clínicos han provocado demoras, duplicación de datos y problemas en la trazabilidad de los procesos, impactando a médico y pacientes.

Varios estudios internacionales han evidenciado que la optimización de quirófanos a través modelos de simulación, inteligencia artificial y estándares de interoperabilidad puede mejorar la productividad y reducir la mora quirúrgica. Por ejemplo, Zheng y colaboradores señalaron que la falta de integración digital en los bloques quirúrgicos ocasiona retrasos significativos y duplicidad de información, afectando la eficiencia del personal médico (Zheng, Wang, Shen, Kong, & Li, 2022).

Varios estudios globales han evidenciado que la mejora de quirófanos a través de modelos de simulación, inteligencia artificial y normas de interoperabilidad como HL7-FHIR puede aumentar la eficiencia y disminuir la mora quirúrgica. No obstante, ajustar estas metodologías a entornos con escasos recursos continúa siendo un desafío. En este contexto, la presente investigación estará basada en la necesidad de crear un sistema digital que se ajuste a las condiciones locales, incorporando herramientas de código abierto como Python y PostgreSQL para asegurar sostenibilidad y escalabilidad.

El proyecto buscará abordar las siguientes interrogantes: ¿cuáles son los desafíos en la gestión quirúrgica de hospitales públicos?, ¿por qué es imprescindible contar con un sistema optimizado?, ¿de qué manera puede llevarse a cabo utilizando recursos asequibles?, y ¿qué ventajas obtendrá el lector al aplicarlo? La investigación se organizará en secciones que tratan sobre el estado del arte, la metodología aplicada, los resultados obtenidos y la discusión crítica de los hallazgos. Finalmente, se presentarán conclusiones y recomendaciones que evidencian la aplicabilidad del sistema en la mejora de la eficiencia hospitalaria y la seguridad del paciente.

II. ESTADO DEL ARTE

El siguiente estado del arte recopila y analiza los principales hallazgos en la investigación con relación a la gestión quirúrgica hospitalaria, indagando en enfoques que incluya desde la optimización de los procesos, la interoperabilidad de distintos sistemas, la seguridad digital de dichos sistemas y la transformación tecnológica en el área de salud. A través de la inspección de la literatura más reciente se busca fortalecer el problema del estudio, identificar tendencias actuales y mostrar las brechas existentes específicamente en entornos con recursos limitados como el sistema de salud en honduras.

2.1 ANTECEDENTES

En el área de quirófanos la ORMS se convirtió en un área de investigación importante ya que los sistemas de salud enfrentaron retos en cuanto a su eficiencia operativa, trazabilidad de la información y su seguridad digital. Algunos estudios que se realizaron en los últimos años en distintos países investigaron esta problemática desde un punto de vista de la optimización de los flujos de trabajo, la interoperabilidad de los datos clínicos y la ciberseguridad aplicada a diferentes contextos hospitalarios. Estos aportes permitieron entender el origen del problema, su relevancia y al mismo tiempo mostraron la necesidad de poder adaptar soluciones tecnológicas a ciertos contextos en específicos como el de los hospitales públicos en Honduras.

El estudio de Martínez y Paredes que fue realizado en un hospital público de Honduras en el cual se implementó una serie de encuestas y entrevistas a su personal para el diseño de un sistema de gestión de cirugías hospitalarias basados en sus datos y sus necesidades, dando un camino para dimensionar los problemas tecnológicos y de organización en centros de salud públicos. El proyecto busca optimizar dicho sistema, ajustando metodologías a el contexto local (Martinez, Paredes, Valle, & Rico, 2025).

2.1.1 GESTIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE QUIRÓFANOS

En la gestión y manejo del uso de los quirófanos la eficiencia en la programación fue considerablemente estudiada en estos años debido que es uno de los principales indicadores de desempeño hospitalario. Se expuso un enfoque sistémico que se basa en teoría de sistemas para

poder analizar los flujos de trabajo en las salas de cirugía, identificando puntos de congestión de forma recurrente en la parte de la coordinación entre el personal administrativo y clínico y más en la parte de asignación de recursos y el manejo de tiempos muertos entre los procedimientos realizados (Zheng, Wang, & Li, 2023).

También se hizo un modelo del flujo de trabajo en un hospital terciario de nivel A en China haciendo uso de simulaciones en computadoras pudiendo demostrar que la falta de integración digital en los bloques quirúrgicos causa retrasos significativos en la programación y la duplicidad de la información, lo que afecta directamente en la eficiencia del bloque quirúrgico y en la atención brindada por el personal médico (Zheng, Wang, Shen, Kong, & Li, 2022). Los estudios mostraron que la ausencia de un modelo de trazabilidad afecta limitando la capacidad de una respuesta inmediata del establecimiento o el personal ante cualquier emergencia lo que lleva a generar sobrecarga operativa en el área quirúrgica.

Por otra parte, se aplicaron modelos de machine learning y de IA para una optimización de la programación de cirugías logrando reducir tiempos de espera y prevenir cancelaciones por algoritmos de clasificación y análisis predictivo (Lahoti, 2023). Sus descubrimientos mostraron que la incorporación de IA permitió anticipar posibles escenarios muy recurrentes y redistribuir sus recursos de manera equitativa, lo que llevo a un incremento en la productividad del quirófano y la disminución de la mora quirúrgica.

En cuanto a la seguridad del paciente, se revisó el conocimiento de la lista de verificación de cirugía segura en hospitales este estudio fue aplicado en un hospital de Ecuador, encontrando fallos grandes en el uso por parte del personal, lo que ponía en peligro la seguridad del paciente (Gomez-Tapia, Ramos-Argilagos, & Donoso-Noroña, 2025). El análisis indico que existía una brecha entre el conocimiento teórico y su aplicación y que se necesitaba retroalimentación y vigilancia para asegurar su cumplimiento, esto significa que al no contar con este tipo de documentaria de manera digital que obligara al personal a llenar la información necesaria para poder someter un registro completo no se brindaba la seguridad debida al paciente.

Se brindo un grupo de señales administrativas orientadas a mejorar la toma de decisiones en establecimientos de salud, ayudando a monitorear el progreso de la eficiencia quirúrgica y el

manejo de recursos. Estas señales buscaban ayudar a los que dirigen los hospitales para orientarse, poder analizar las situaciones y evaluar las opciones antes de tomar una decisión que cumpliera con los objetivos en ese momento y asegurar de que no se tomara una decisión que no brindara una ventaja al establecimiento (Gomez, 2025).

Los estudios mostraron que la optimización de quirófanos fue un problema a nivel global se resolvió con metodologías avanzadas ya sea de modelado, de simulación y predicción las cuales evidenciaron ser efectivas en los contextos hospitalarios de países que tienen una infraestructura digital avanzada. Sin embargo, aún existía una brecha relevante en cuanto a su adaptación a entornos en Latinoamérica donde los sistemas hospitalarios se encontraban con muchas limitaciones tanto tecnológicas como en la organización. En este sentido la investigación en Honduras adquirió una relevancia estratégica ya que busco adaptar metodologías que den resultados a un contexto con recursos más limitados y aportar soluciones prácticas que fortalecieran la trazabilidad y la eficiencia de la gestión quirúrgica.

2.1.2 INTEROPERABILIDAD Y ESTÁNDARES DIGITALES

La interoperabilidad de datos clínicos fue un eje de suma importancia en lo que conformaba la gestión hospitalaria que permitió que diferentes sistemas de información de salud y las plataformas estuvieran interconectadas y se comunicaran de manera segura y eficiente entre sí. Hornback y colaboradores resaltaron la gran capacidad que tiene HL7-FHIR como un estándar a nivel internacional que dejo combinar información porque su estructura flexible hizo más fácil la integración ERM con sistemas de laboratorio y con plataformas de gestión hospitalaria.

La investigación demostró que al implementarse de manera correcta el FHIR ayudo a mejorar la asistencia continua y redujo los datos fragmentados lo que ayudo a una atención más segura y personalizada a los pacientes (Hornback, y otros, 2025). Sin embargo, se encontraron ciertos retos y desafíos en la aceptación de este estándar como inconsistencias al momento de transmitir los datos, problemas de compatibilidad entre distintas versiones y dificultades para asegurar que la información clínica se mantuviera uniforme.

Estos retos se encontraron específicamente en hospitales que no contaban con una infraestructura tecnológica avanzada lo que hizo que la interoperabilidad resultara aún más difícil

y que significara un problema técnico, sino que también organizativo y de la parte financiera (Setyawan, Nizar Hidayanto, Indra Sensuse, Suryono, & Abilowo, 2021) En la interoperabilidad de los sistemas de información en el ámbito de la salud las plataformas para la interoperabilidad enfrentaron la falta de alineación técnica y semántica lo que lo hizo una de las barreras principales para llevar a la práctica dicha interoperabilidad (Quintero, Chevel, & Sanmartin-Mendoza, 2024).

En la misma línea, se publicó una revisión sistemática de estándares de interoperabilidad en los HIS en el que reconocieron que la fragmentación técnica y la falta de estándares y protocolos fue otro factor que impide una interoperabilidad entre sistemas hospitalarios (Canova-Barrios & Machuca-Contreras, 2022). Por otro lado, se demostró que el uso de la infraestructura segura de Google Cloud podía a mejorar la gestión de datos clínicos en los sistemas HL7 siendo una posible alternativa para hospitales que buscaran mejorar la seguridad y eficiencia de las plataformas digitales, su relevancia radico en mostrar que existen soluciones para la interoperabilidad que podían adaptarse a contextos con ciertas limitaciones, siempre y cuando fueran acompañadas de inversión y capacitación (Ginavane & Prasanna, 2024).

En un contexto latinoamericano se resaltó lo importante que es la interoperabilidad para la mejora y eficiencia hospitalaria en el sector público destacando que su importancia aumento en países en desarrollo donde los sistemas de salud normalmente se encontraban divididos y con los recursos limitados. Se recalcó que ningún país en América Latina había alcanzado el nivel que implicaba un intercambio completo de la información, datos en armonía y sistemas ya adaptados lo que impidió que llegaran a una modernización digital (Garrido-Leyva & Saavedra-Silvera, 2025).

Otros estudios recientes como el de Alvarado demostraron que al no contar con interoperabilidad entre los sistemas limitaba la capacidad de enfrentar una emergencia y coordinar la atención entre los diferentes niveles de asistencia sin la generación de cargas adicionales (D Alvarado, 2025). Por otro lado, se planteó que la interdependencia digital entre los sistemas de salud podía ser un elemento vital para mejorar la equidad en la salud pública ya que facilitaba el acceso a la información relevante al momento de tomar decisiones en zonas vulnerables. Este enfoque promovió la disminución de brechas en la atención medica por medio de la recopilación de datos epidemiológicos y clínicos asegurando el análisis de datos críticos (García Saisó, y otros, 2022).

Los resultados obtenidos en estudios internacionalmente demostraron que HL7- FHIR ofreció un marco fuerte y muy reconocido pero su adopción se enfrentó a barreras técnicas, normativas y de cultura. Entre ellas de destaco la necesidad de capacitar al personal, la inversión en la infraestructura tecnológica, la adaptación de normativa para poder proteger los datos y superar la resistencia de las instituciones al cambio. En países como Honduras donde los hospitales públicos dependen mucho de registros manuales o sistemas digitales fragmentados, estas barreras representan un reto mayor que necesita estrategias para poder implementarlo de una manera progresiva y más adaptada al contexto local.

2.1.3 SEGURIDAD DIGITAL Y CIBERAMENAZAS EN SALUD

La seguridad digital dentro de los hospitales se convirtió en un factor muy importante debido a que las ciberamenazas aumentaron afectando a los sistemas clínicos y a la privacidad de los datos de los pacientes. Se encontraron puntos débiles importantes en sistemas hospitalarios ante ataques por fuerza bruta lo que mostro que muchos hospitales no tenían defensas para cuidar sus sistemas de gestión, para cuidarlos de esos ataques los hospitales debían implementar medidas de seguridad fuertes como contraseñas robustas, autenticación de usuarios y autenticación de múltiples factores (Sekar, Ramakrishnan, Ganesh, & Kiruthiga, 2023). Esto fue importante pues dejo ver lo débiles que son los sistemas donde la digitalización mejoro sin contar con un mecanismo para protegerlos al mismo tiempo.

En cuanto a las firmas digitales se plantearon ideas de modos con base en criptografía moderna para proteger los datos en la nube mostrando que la verificación fuerte y el acceso controlado para observar quién ingresaba fueron clave para asegurar que la información clínica estuviera bien preservada (Srivastava, y otros, 2025). Esto ayudo mucho en hospitales que cambian a EMR donde evitar accesos sin autorización fue un problema recurrente. También se desarrolló el planteamiento del uso de firmas Lamport n-veces unidas a blockchain como elemento más resistente a los ataques cuánticos brindando mayor seguridad a impedir que los datos médicos se alteraran sin importar si se encontraban tanto en tránsito como en reposo (Das, y otros, 2024). Esta idea nueva mostro un futuro de seguridad para los sistemas de salud que garantizando una defensa escalable y sostenible ante las amenazas.

Investigadores diseñaron un estudio del uso de redes neuronales convolucionales para la observación de cambios en imágenes médicas mostrando un gran avance en la protección de forma visual de los registros clínicos al identificar si existieron arreglos o intentos de manipulación en imágenes de rayos X y cirugías (Kumaran, y otros, 2024). Esta implementación ayudo a la seguridad del diagnóstico y sus imágenes médicas, evitando que datos manipulados pusieran en riesgo decisiones médicas muy importantes que afectaran la salud del paciente.

Se observó la ciberseguridad en sistemas de comunicación con base en IA y mostro los riesgos nuevos como el arreglo de algoritmos de comunicación clínica y el acceso indebido a datos delicados en canales digitales (Algarni & Thayananthan, 2025). El hecho de incluir IA en la salud no dio la seguridad de que no existieran riesgos por lo que es necesario reglas estrictas de seguridad bien estructuradas para el cumplimiento con la seguridad de la información tan delicada de los pacientes.

Según el estudio realizado por Nankya y sus colaboradores la inteligencia artificial tuvo la capacidad de ayudar a proteger los sistemas de salud en línea con el monitoreo continuo, reconocimiento avanzado de patrones, respuesta en tiempo real a las amenazas y el análisis predictivo logrando cambiar la seguridad de los sistemas de salud electrónicos, también se resaltaron otras áreas muy importantes a investigar para cumplir con normas éticas y así construir soluciones seguras (Nankya, Mugisa, Usman, Upadhyay, & Chataut, 2024).

Desde otra perspectiva se identificaron varias amenazas y fallos en blockchain usado en EHRs, mostrando peligros de revelación de datos si las plataformas carecen de métodos de cifrado correctos. El análisis permitió reconocer que a pesar de todos sus beneficios también existían desventajas de la implementación de esta tecnología lo que hizo necesario analizar amenazas específicas para estar preparados (Brkic, y otros, 2023). Asimismo, se hicieron análisis de las distintas amenazas a las que se encontraban expuestos los EMR y especialmente aquellos basados en computación en la nube, proponiendo un marco para evaluar riesgos y poder lograr que el software sea más fuerte ante un ciberataque mediante revisiones periódicas y vigilancia constante (Sandhane, Patil, & Sharma, 2024).

En la zona de Latinoamérica, los puntos débiles ante peligros globales, como la poca inversión en la parte tecnológica y la poca formación del personal para enfrentar amenazas cibernéticas fomenta la necesidad de desarrollar políticas de ciberseguridad, pero esto resultó mucho en acciones individuales por parte de los países, ciertos avanzando bastante y otros en total inacción (Aguilar Antonio, 2021). Lo que remarco que no se otorga la importancia necesaria por medio de las instituciones de la salud por lo tanto no se presupuestaba la cantidad suficiente de recursos para desarrollarse en una situación cuyas consecuencias no debían menospreciarse (Andrade Vintimilla, 2023).

Al intentar proteger los datos clínicos se observaron los peligros del siglo XXI resaltando que se necesitaban normas públicas más sólidas y una colaboración entre diferentes gobiernos, instituciones de salud y proveedores de herramientas tecnológicas para desarrollar una infraestructura que sea eficiente (Rivas, 2025). Se sugirió que un modelo fuerte de ciberseguridad debía tener tres pilares esenciales que son políticas rígidas, herramientas avanzadas de protección y educación continua del personal para poder contrarrestar un eslabón débil que es la parte humana, la que en varias ocasiones fue el error más común (Cervera & Goussens, 2024).

Esto demostró que la seguridad digital fue clave para que los hospitales con información digital siguieran en operación sin preocupaciones a ciberataques. Pero, en países como Honduras, donde no hay mucho dinero, poner estas soluciones representa tener demasiados retos. Por eso, todo sistema digital debería tener formas de proteger que se puedan adaptar al lugar y el contexto en el que se opera y así garantizar seguridad a las instituciones y a los pacientes.

2.1.4 TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN SALUD PÚBLICA

La transformación digital en salud pública fue considerada una estrategia fundamental para mejorar la forma en que los sistemas de salud respondían y poder asegurar una atención más completa y duradera. El avance de la transformación digital fue importante para lograr una mejor cobertura en la atención en cuanto a la salud y se pudo lograr fortaleciendo las funciones esenciales de la salud pública y también incluyendo acciones necesarias que cumplieran con los principios de la transformación digital (Farias, y otros, 2023). Su análisis mostró que el uso de

plataformas digitales ayudo a mejorar cómo se fueron desarrollando las situaciones y cómo se enfrentaban a los problemas de salud.

Se encontraron caminos en tecnologías inteligentes para el manejo de hospitales, como el uso de inteligencia artificial, análisis de datos y hacer automáticos los procesos (Merino-Obando & Recalde-Gracey, 2024). Estos adelantos ayudaron a mejorar cómo se tomaban las decisiones tanto médicas como administrativas mostrando que existían varios caminos para incluir la tecnología en el área de la salud y progresar en la gestión para brindar mejor atención, especialmente en áreas tan importantes como la gestión quirúrgica.

Los temas éticos y legales de la salud digital en América Latina fueron un factor de mucha importancia ya que cuidar la información tan delicada y regular las nuevas tecnologías fue vital para asegurar que los usuarios confiaran en el servicio. En Latinoamérica 16 de 21 países poseían reglamentaciones que se encontraban vigentes y aun a pesar de la poca infraestructura disponible la mayoría de los países de la región contaban con legislación respecto a la EHR y la telesalud (Alegre V, 2024). Esta idea fue esencial porque recalco que la transformación digital no se trata solo sobre la tecnología, sino que debía estar acompañada de normas claras y firmes.

Al implementar la ciencia de datos en los establecimientos de salud en Latinoamérica se observó que, aunque esa disciplina brindaba muchos beneficios en este contexto los problemas estructurales, tanto de la parte social como económica de la región y agregando la segmentación de los sistemas de información que presentaban problemas para poder gestionar los datos. Se determino que para su implementación era necesario un plan de desarrollo que se encargara que se aplicara de manera uniforme (Rosa & Frutos, 2022).

De manera complementaria, se presentó una idea transdisciplinaria en ciencia de datos, sumando aspectos de ingeniería, medicina y políticas públicas para hacer más fuerte la gestión hospitalaria y asegurar que lo digital cumpliera con las necesidades de los sistemas de salud y aprovechar las herramientas de ciencias de datos y de aprendizaje automático para predecir enfermedades y promover la atención sanitaria preventiva, la investigación y la innovación (Chatterjee & Armentano, 2023).

Adicionalmente, se observó la relación entre salud digital e IA la cual mostro una gran capacidad para mejorar la atención, el acceso a la salud y sus servicios en países de bajos ingresos como los de Latinoamérica se evidenciaron logros en automatización y análisis predictivo lo cual resulto de suma importancia en ese entorno por las características de los sistemas de salud actuales (Lozano, Garcia, Thoene, & Davila, 2022)El cambio digital en la salud publica resulto un aspecto clave para América Latina, aunque aplicarlo enfrentaría problemas grandes que parten desde la poca base tecnológica hasta oposición interna. En el caso de Honduras, volver digital el manejo quirúrgico supone una ocasión para avanzar hacia un esquema médico más eficaz. No obstante, ese posible desarrollo debe seguirse con normas sociales, gasto en formación y reglas que afiancen su duración.

2.2 PROBLEMÁTICA

En Honduras, la gestión quirúrgica en hospitales públicos como el Hospital Leonardo Martínez Valenzuela (HRLMV) se distingue por depender mucho de formas manuales y de sistemas digitales por separado. Esto ha creado varios problemas operativos que afectan de forma directa la calidad de la atención, como tener datos repetidos, demoras al programar, poca claridad del proceso y sobre todo la mora quirúrgica. Estudios demostraron que no revisar el listado de verificación de cirugía segura ponía en riesgo al paciente, pues aplica de igual manera en todos los casos donde no hay formas automáticas de ver cómo va evolucionando todo (Gomez-Tapia, Ramos-Argilagos, & Donoso-Noroña, 2025). Al no asegurar datos fiables y organizados, la administración pierde capacidad de actuar afectando el buen funcionamiento del hospital y que los procesos sean claros y transparentes (Gomez, 2025).

Aunque el estudio de Martínez y Paredes supuso un primer paso en la digitalización de la gestión quirúrgica en Honduras, su foco cubrió funciones de registro, visualización y programación, sin cubrir la optimización total del sistema para el área quirúrgica (Martinez, Paredes, Valle, & Rico, 2025). A nivel país, la Secretaría de Salud cuenta con una hoja de ruta para la transformación digital de salud que considera la modernización de procesos administrativos, expediente electrónico y modelo de telesalud, aun así, esta guía no incluye en detalle la gestión de quirófanos, lo cual mantiene a esta área atrasada respecto a otras partes de la atención hospitalaria (SESAL, 2024).

El origen de esta problemática está en la poca infraestructura tecnológica disponible, que se sigan usando registros en papel y que no haya normas claras que promuevan la interoperabilidad entre los distintos centros de atención. Se mostro que el estándar HL7-FHIR podía hacer más fácil la integración de datos médicos y mejorar la comunicación entre las instituciones, pero para su implementación se necesitaban herramientas técnicas y de organización que muchos hospitales hondureños aún no tienen (Hornback, y otros, 2025). Asimismo, se indago que haciendo un trabajo en conjunto es vital para que el gobierno se modernizara, sobre todo en países en vías de desarrollo donde los sistemas están fragmentados (Garrido-Leyva & Saavedra-Silvera, 2025).

El avance de la problemática empeoró por la mayor exposición de los sistemas hospitalarios ante peligros cibernéticos. En este contexto, se mostró las debilidades ante ataques de fuerza bruta en recursos de gestión hospitalaria, probando que no tener normas de seguridad aumentaba el riesgo de perder datos clínicos (Sekar, Ramakrishnan, Ganesh, & Kiruthiga, 2023). Por lo que se propuso ideas de firma digital para cuidar datos en la nube y un protocolo de autenticación fuerte ya que es considerado vital para asegurar la integridad de la información (Srivastava, y otros, 2025).

Adicionalmente, se trataron los temas éticos y legales de la salud digital en América Latina, recalcando que la protección de datos privados y delicados es un requisito fundamental para que los usuarios confiaran en sus servicios (Alegre V, 2024). Por otra parte, se probó que hasta las tecnologías modernas como blockchain y registros médicos electrónicos presentaban debilidades si no se revisaban periódicamente y con protocolos de cifrado fuertes. Estas pruebas confirmaron que la seguridad digital no es un elemento extra, sino esencial para que cualquier sistema quirúrgico digital funcionara y fuera sostenible (Brkic, y otros, 2023).

El momento actual del HRLMV muestra muy bien este problema. Pese a que el hospital tiene 8 quirófanos, por años solo pudo usar 3 por la carencia de personal experto (como anestesiólogos) y equipos básicos (como máquinas de anestesia). Ahora cuenta con 7 quirófanos en condiciones, todos son para cirugías planeadas ya que el hospital no admite emergencias. La gestión de los pacientes se lleva en un listado en Excel, donde se anotan los que ya vieron en consulta y necesitan cirugía y así sucesivamente para otros servicios. Cada semana, el personal se reúne para planificar las operaciones de la semana siguiente, haciendo un plan quirúrgico a mano.

Pero, desde mayo de 2025 el hospital heredo una mora quirúrgica, lo que los llevo a proceder con un plan de acción para poder ir saliendo de ella. Aparte, algunas operaciones se cancelan porque la persona no llega, se atiende en una clínica privada o hay contratiempos, lo que hace reprogramarlas manualmente en la hoja de Excel. Cada mes, el hospital manda un informe a las autoridades para demostrar su rendimiento y si se está cumpliendo con lo requerido, y por los pocos fondos, se hace un cobro simbólico a los pacientes para mantener sus operaciones y mejorar la atención.

Diversos organismos internacionales han señalado que la transformación digital es un eje estratégico para fortalecer los sistemas de salud en América Latina. En la Revista Panamericana de Salud Pública se planteó que la digitalización constituye una estrategia clave para garantizar una atención más segura, eficiente y centrada en el paciente, al mejorar la vigilancia y la gestión hospitalaria (Farias, y otros, 2023). No obstante, en Honduras aún hay barreras grandes como la poca inversión en tecnología, la falta de capacitación del personal, el rechazo de las instituciones a los cambios y la carencia de reglas actualizadas. De igual forma, se estudió justo estos retos, llegando a la conclusión de que la transformación digital en la salud necesitaba no solo de herramientas, sino también de voluntad políticas y de liderazgo en las instituciones (D Alvarado, 2025).

En cuanto al acceso quirúrgico, la Secretaría de Salud de Honduras informó en su Reporte de Mora Quirúrgica Nacional que más de 13,000 pacientes se encontraban en lista de espera para una cirugía en hospitales públicos, cifra que refleja la magnitud de la crisis y compromete la capacidad de respuesta del sistema sanitario. Este número se actualizó en agosto de 2025 cuando la mora quirúrgica ascendió a 14,131 pacientes entre enero y mayo del 2025 evidenciando un incremento sostenido en la demanda no atendida. Este número muestra no solo una ineficiencia en la forma de trabajar sino también un quebrantamiento al derecho a la salud.

En este caso, la investigación que se propone es muy importante ya que busca optimizar un sistema quirúrgico digital que ayude a fortalecer la trazabilidad quirúrgica de los procesos, a coordinar mejor las áreas, a bajar los tiempos de espera y a garantizar que los pacientes estén seguros. El probar el sistema en varios contextos, el tener un mecanismo de firma digital y protección de datos, ayudará a cerrar la brecha entre la teoría y la práctica y a cambiar la gestión quirúrgica en Honduras en algo más eficaz, claro y cómodo para el paciente (SESAL, Comunicado oficial sobre mora quirúrgica nacional, 2025).

2.3 IMAGEN INTEGRADORA

Los sistemas de gestión de quirófanos han cobrado gran relevancia en el ámbito hospitalario, porque facilitan la programación efectiva de cirugías que se van acumulando debido a la cancelación o reprogramación de estas dando como resultado un aumento en la mora quirúrgica; lo que afecta la eficiencia institucional y la atención del paciente, el sistema también reduce los tiempos de espera y mejora la transparencia en la gestión hospitalaria.

El ORMS permite la digitalización de procesos, mejoramiento en la trazabilidad de los registros y optimización en la asignación de recursos. Además, este sistema incorpora elementos de ciberseguridad, interoperabilidad (HL7/FHIR) y escalabilidad, orientado a múltiples hospitales. Como resultado, se observa una disminución progresiva en la mora quirúrgica y un aumento en la eficiencia operativa, con potencial de replicabilidad en el contexto latinoamericano.

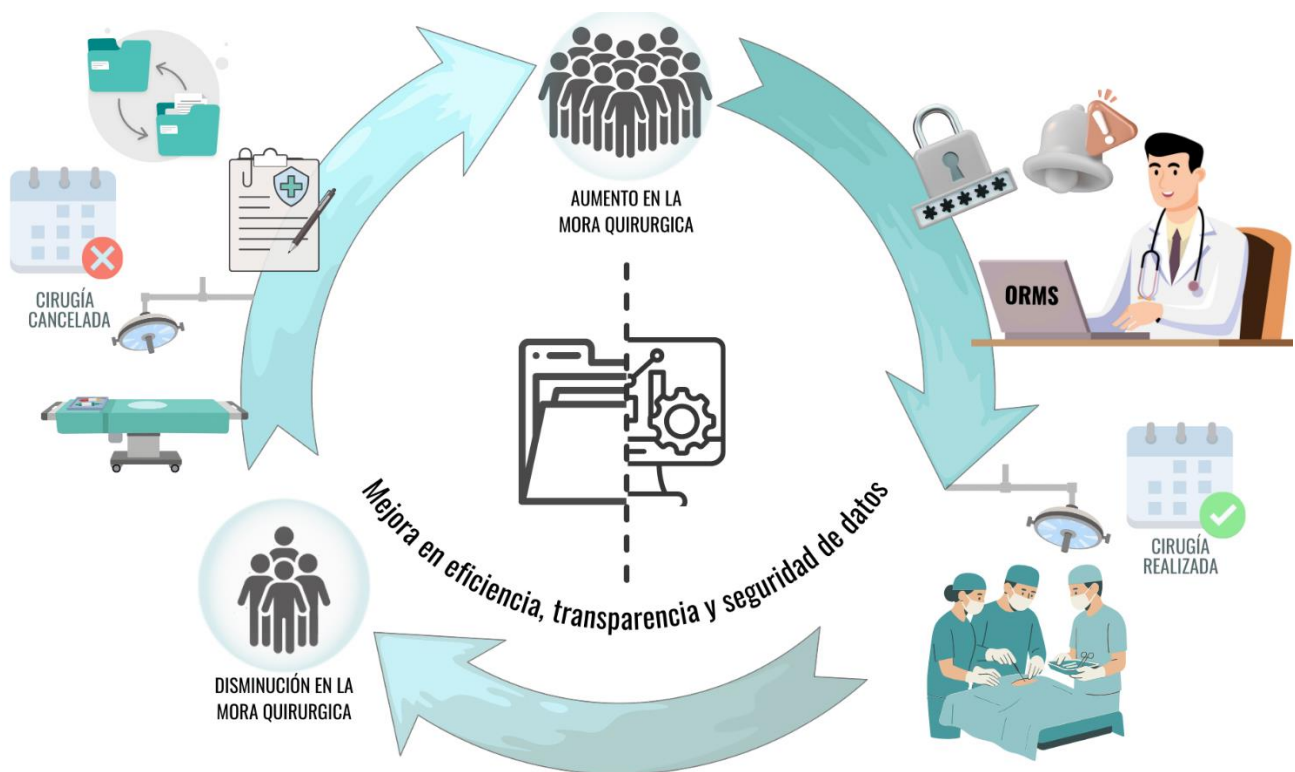


Ilustración 1 Imagen integradora

Fuente: elaboración propia

2.4 CUADRO DE LIMITACIONES

Tabla 1 Tabla de limitaciones

AUTOR(ES)	AÑO	PAÍS DE ESTUDIO	ENFOQUE	TIPO DE LIMITACIÓN	DETALLE DE LA LIMITACIÓN
GÓMEZ-TAPIA ET AL.	2025	Ecuador	Descriptivo	Muestral	Tamaño de muestra insuficiente (10 enfermeras), resultados no generalizables.
HORNBACK ET AL.	2025	Sin país específico	Exploratorio	Técnica/ conceptual	Falta de adopción e integración de FHIR en sistemas hospitalarios, brechas de formación y experiencia, falta de directrices de implementación universales y riesgos de ciberseguridad.
ALVARADO, A.	2025	Peru	Exploratorio	Metodológica	Estudio restringido a publicaciones de Scielo y Web of Science, la mayoría de los estudios se concentraron en experiencias urbanas y variabilidad metodológica.
GARCÍA-SAISÓ ET AL.	2022	America latina	Descriptivo	Estructural	Garantizar la privacidad y la confidencialidad, y uso secundario de datos para los que no se haya obtenido consentimiento.
ALGARNI ET AL.	2024	Arabia Saudita	Exploratorio	Técnica / conceptual	Brechas regulatorias; falta de coordinación regional; dependencia de marcos externos
FARIAS ET AL.	2021	America Latina	Descriptivo	Metodológica	Al ser una revisión narrativa, no sigue el rigor de una revisión sistemática; esto puede inducir sesgos de selección y limitar la solidez de las conclusiones

Tabla 2 Continuación

AUTOR(ES)	AÑO	PAÍS DE ESTUDIO	ENFOQUE	TIPO DE LIMITACIÓN	TIPO DE LIMITACIÓN
ALEGRE ET AL.	2024	America Latina	Descriptivo/ Explicativo	Regulatoria	No se reveló información de algunas variables de posible interés, legislación fragmentada y se estribó en datos públicos en línea disponibles para cada país.

Fuente: elaboración propia

La limitación que se romperá es la más común en los sistemas digitales de gestión quirúrgica, relacionada con la ausencia de una trazabilidad robusta, la seguridad informática y escalabilidad en términos funcionales. Al incorporar firma digital, recordatorios internos, acceso remoto a la base de datos y manuales técnicos adaptados al usuario, se garantiza la autenticidad de los registros, el trabajo coordinado y la posibilidad de que el sistema crezca en hospitales públicos y privados

III. OBJETIVOS

Los propósitos de esta investigación, los cuales contribuyen a definir una guía para dirigir el desarrollo del estudio y decidir las acciones indispensables para cumplir con los objetivos fijados son los establecidos a continuación.

3.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar el sistema de gestión quirúrgica digital mediante la incorporación de mecanismos de firma digital, recordatorios internos, acceso remoto a la base de datos y guías técnicas con la finalidad de robustecer la trazabilidad, la seguridad y la escalabilidad del sistema en hospitales públicos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el funcionamiento, la adaptabilidad y la escalabilidad del sistema a través de pruebas funcionales en hospitales públicos, para diferentes volúmenes de datos, usuarios, entornos clínico-organizativos.
- Proponer un mecanismo de mejora en el sistema al implementar una firma digital por el usuario autorizado, el sistema de recordatorios para las cirugías programadas, con el propósito de garantizar acceso remoto, trazabilidad y coordinación operativa.
- Elaborar y realizar manuales técnicos y guías visuales adaptados al nivel tecnológico del usuario final, que permitan el aprendizaje autónomo y la operación correcta del sistema.

IV. METODOLOGÍA

En el siguiente capítulo se describen los procedimientos para realizar la investigación, garantizando el cumplimiento de los objetivos establecidos previamente. Se detalla el enfoque de estudio, las variables dependientes e independientes, las técnicas de validación, los instrumentos utilizados, así como también la metodología empleada. De igual manera, se presenta el cronograma de actividades, la operacionalización de las variables, y matriz metodológica.

4.1 ENFOQUE

Esta investigación tiene un enfoque mixto, ya que combina métodos cuantitativos y cualitativos para establecer la efectividad de un sistema de gestión de cirugías en hospitales. El método cuantitativo se basa en el análisis de los datos clínicos y operativos extraídos del bloque quirúrgico del hospital. Estos datos se utilizarán en simulaciones para analizar de forma objetiva la efectividad del sistema propuesto, lo que permitirá la visibilidad y seguimiento de la información relacionada con cirugías.

Además, se optimizarán los procesos al incorporar mecanismos de firma digital, recordatorios internos, acceso remoto a la base de datos y guías técnicas. Por otro lado, el método cualitativo se basa en la recolección de opiniones y evaluaciones a través de encuestas realizadas al personal de salud que participa en los procesos quirúrgicos para evaluar la percepción y el manejo del ORMS. La combinación de ambos métodos permite visualizar el desempeño técnico y humano del sistema propuesto.

El alcance de la investigación es explicativo porque busca establecer relaciones causales entre las variables que se mencionaran más adelante, como la seguridad de manejo de datos o disponibilidad tecnológica y su impacto en cuanto a la optimización del sistema de gestión de quirófanos. Este alcance permite formular el por qué y en qué condiciones ocurre un fenómeno, a raíz de esto, se plantea que la incorporación de mejoras funcionales al sistema influye directamente en la eficiencia, trazabilidad y seguridad del ORMS.

El diseño de la investigación es cuasiexperimental ya que se trabaja con grupos preestablecidos y se aplican instrumentos de medición en diferentes etapas, y aunque no se

controle completamente el entorno, se pueden manipular ciertos elementos técnicos para observar su impacto en la variable dependiente.

El tipo de muestra de la investigación es no probabilística por conveniencia, ya que la selección de los participantes se basa en la accesibilidad y disponibilidad del personal de salud involucrado en el proceso quirúrgico del hospital. Considerando que se está realizando una optimización del sistema, se seleccionó el Hospital Leonardo Martínez Valenzuela debido a que tiene un perfil similar donde diseño el sistema. La elección de este tipo de muestreo se fundamenta en la necesidad de tener informantes clave con experiencia directa en el manejo y uso del sistema quirúrgico. A pesar de que este tipo de muestreo no permite la generalización de los resultados a toda la población, sí brinda información contextualizada y valiosa que ayuda significativamente a analizar y validar del sistema propuesto.

Tabla 3 Enfoque de la investigación

Enfoque de la investigación	Mixto
Alcance de la investigación	Explicativo
Diseño de investigación	Cuasiexperimental
Tipo de muestra	No probabilística por conveniencia

Fuente: elaboración propia

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Para garantizar que los resultados sean fiables y confiables, es fundamental que se determinen y describan las variables de investigación. En este estudio se distingue con claridad las variables independientes, que son las que se intervienen o se tienen en cuenta como posibles causas, y la variable dependiente, que representa el efecto o resultado previsto una vez puesto en marcha el sistema quirúrgico digital. Según Ramos-Galarza, una variable independiente es la variable causal que genera un impacto sobre una variable dependiente (Ramos-Galarza, 2021). Esta relación causal es la base del diseño cuasiexperimental adoptado, donde se busca observar cómo ciertas condiciones técnicas y organizativas influyen en la optimización del sistema.

4.2.1 VARIABLES DEPENDIENTES

- Optimización del sistema: se entiende como el conjunto de mejoras en trazabilidad, seguridad, escalabilidad y coordinación operativa para un uso más eficiente del sistema, añadiendo mecanismos de firma digital, recordatorios de las cirugías programadas, opción para reprogramar cirugías y buscador de pacientes por número de identidad.

4.2.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

- Seguridad de manejo de datos: es representada por la implementación de firma digital, la cual permite validar que solo los usuarios autorizados puedan visualizar, modificar o cancelar cirugías, asegurando la autenticidad de las acciones realizadas.
- Organización interna: se refiere al nivel de coordinación, comunicación y gestión interna del hospital, como procesos poco definidos o deficiencia en la toma de decisiones.
- Resistencia al cambio por parte del personal: esta variable apunta a la actitud del personal de salud frente a la adopción de nuevas tecnologías. La falta de capacitación, el temor al cambio o la sobrecarga laboral pueden generar rechazo o desinterés en el uso del sistema, lo que impacta directamente en su nivel de utilización, sostenibilidad y éxito a largo plazo.
- Disponibilidad de conexión estable: esta variable se refiere a la existencia de red confiable que permita el acceso continuo y sin interrupciones al ORMS.
- Disponibilidad de computadoras: esta considera la existencia y accesibilidad de infraestructura informática funcional en las áreas quirúrgicas y administrativas del hospital.

Es importante destacar que, si bien las últimas dos variables independientes son consideradas dentro del análisis, no son variables controlables por el equipo investigador, ya que dependen de las condiciones estructurales y presupuestarias del hospital. No obstante, su influencia será observada y documentada como parte del análisis contextual.

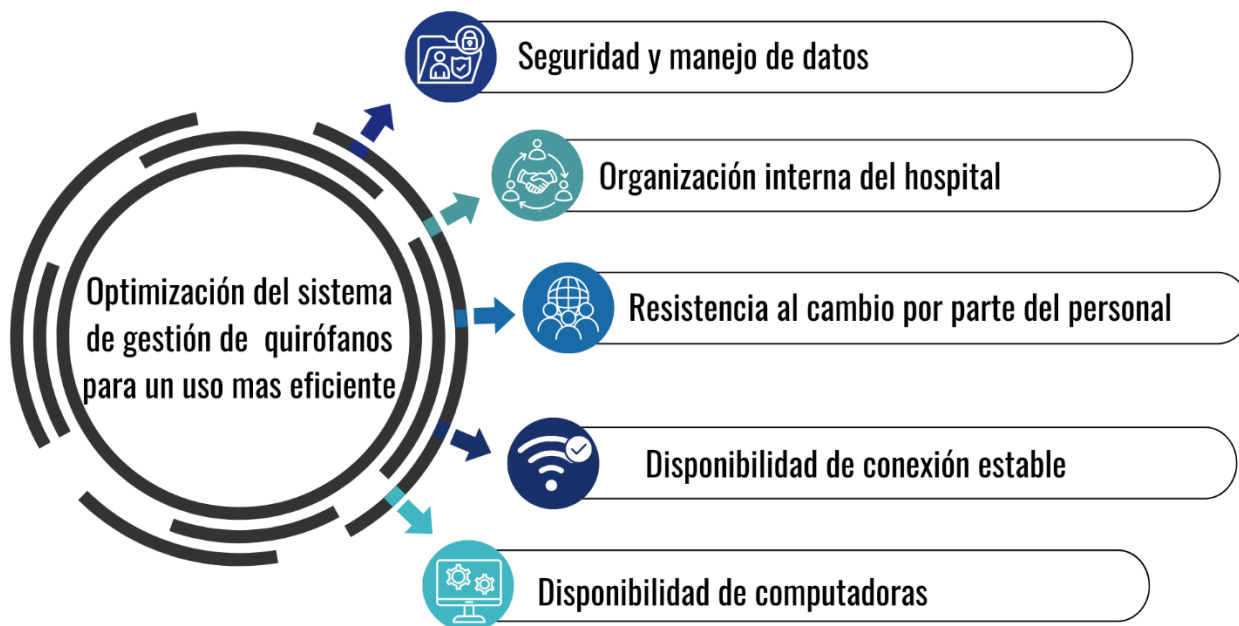


Ilustración 2 Variable dependiente e independientes

Fuente: elaboración propia

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En la optimización del sistema de gestión quirúrgica, se hizo uso de herramientas que permitieron manipular el software y de técnicas para recopilación de datos que permitieron enriquecer el programa y validar su rendimiento. La elección de estas técnicas e instrumentos se basa en estudios anteriores sobre la evaluación de sistemas hospitalarias y en la necesidad de recopilar información tanto objetiva como subjetiva.

4.3.1 INSTRUMENTOS DE SOFTWARE

En la optimización del sistema de gestión de cirugías se hizo uso de diferentes herramientas de software que permitieran implementar métodos nuevos, visualizar de manera más rápida la información quirúrgica, y permitir al usuario una manera más cómoda y eficiente de cumplir con la demanda laboral. Las herramientas se seleccionaron debido a su versatilidad de poder adaptarse a los entornos hospitalarios.

4.3.1.1 pgAdmin (PostgreSQL)

Se utilizó como gestor de la base de datos brindada por el hospital para poder implementarla en la función del sistema. Esta es una herramienta que facilita la administración de la información, da acceso a consultas rápidas por medio de SQL, y asegura la integridad de la información de los pacientes. Su elección fue debido a que cumple con ser una herramienta confiable que tiene capacidad para un volumen grande de datos asemejándose a la carga de un hospital y siempre garantizando la trazabilidad en los procesos.

4.3.1.2 Visual Studio Code (Python)

Esta herramienta se usó como entorno de desarrollo principal para poder modificar el código y programar sus funciones de optimización del sistema. La elección del uso de esta herramienta es debido a su flexibilidad de organización del proyecto y la integración de distintos módulos y su interfaz fácil de usar. La base del sistema fue hecha con lenguaje de programación Python se decidió continuar con la misma por su versatilidad para poder integrar algoritmos de análisis, automatización de tareas y generación de botones interactivos.

4.3.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la optimización del sistema se seleccionaron estas técnicas que permitieran adquirir la información de manera confiable y completa sobre la organización actual del hospital y las necesidades de los usuarios. Abarcando tanto la parte documental como la práctica de las personas que interactúan a diario con el sistema actual.

4.3.2.1 Revisión documental y análisis del sistema actual

Se hizo un estudio bien detallado de los documentos, procesos y sistemas que actualmente utiliza el hospital desde la parte de gestión de pacientes hasta el área quirúrgica. Esta técnica permitió definir las principales limitaciones que resultaron en duplicidad de procesos por ende datos y procesos manuales tardíos. Esta revisión es muy importante para poder observar y atacar aquellos puntos críticos que requieren optimización.

4.3.2.2 Entrevistas semiestructuradas

Se realizaron entrevistas con el personal a cargo de la gestión de pacientes, el encargado de la digitalización de quirófano y la dirección hospitalaria. Estas entrevistas proporcionaron información cualitativa de la organización laboral diaria de los usuarios clave, los desafíos que se les presentan diarios y sus necesidades específicas. Esta técnica permitió obtener datos directamente de los perfiles que a diario manipulan el sistema actual y conocer sus necesidades para cumplir con las expectativas y poder solventar sus problemas.

4.3.2.3 Encuestas

Una vez se encuentren implementadas las mejoras al sistema se aplicarán encuestas de validación a los usuarios para poder evaluar diferentes aspectos como que tan amigable es la interfaz, la eficiencia en los diferentes servicios del área quirúrgica, la seguridad de la información y su satisfacción en general. Esto será aplicado con el fin de recopilar datos cuantitativos que puedan ofrecer una visión objetiva del impacto que brindan las modificaciones realizadas.

4.4 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La presente investigación sigue un enfoque metodológico secuencial en donde resulta necesario, para llegar a la fase final, retroalimentar con los hallazgos de las etapas anteriores, permitiendo así mejoras progresivas en el sistema. Este enfoque se acopla con una metodología de investigación de tipo mixto, la combinación de ambos componentes permite una comprensión integral del fenómeno estudiado y una evaluación robusta del sistema de gestión de quirófanos.

4.4.1 RECOPIACIÓN DE DATOS

En esta primera fase se obtendrá información esencial sobre el funcionamiento actual del bloque quirúrgico del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela. Se analizará los procedimientos críticos, como el proceso de programación de cirugías, las causas de la deshabilitación temporal de quirófanos, y su impacto en la mora quirúrgica. Estos datos serán recopilados mediante una revisión documental y entrevistas semiestructuradas al personal participante.

4.4.2 OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

Se desarrollará una base de datos en PostgreSQL, utilizando pgAdmin como entorno de gestión para almacenar información clave, y sobre esta base se trabajará con el sistema de Python en VS Code. El sistema además de permitir el registro, análisis y gestión de datos relacionados con la programación, ejecución, cancelación y trazabilidad de las cirugías tendrá la opción de reprogramar cirugías, un mecanismo de firma digital, recordatorios de las cirugías a realizar, así como también un calendario de las cirugías programadas por cada día y un buscador de los pacientes por medio del número de identidad.

4.4.3 PRUEBAS INTEGRALES

Una vez mejorado el sistema, se realizarán pruebas funcionales con datos reales del hospital para evaluar su desempeño, eficiencia y adaptabilidad. Se simularán distintos escenarios para verificar si el sistema ofrece soluciones factibles ante imprevistos, permitiendo la reprogramación efectiva de cirugías y la trazabilidad de la información. Además, se aplicarán encuestas al personal involucrado para conocer su percepción sobre el uso del sistema y obtener sugerencias de mejora.

4.4.4 VERIFICACIÓN

En esta fase se valida el cumplimiento de los objetivos del sistema mediante comparación de indicadores operativos antes y después de su utilización. Se aplican encuestas al personal de salud para conocer su perspectiva sobre el uso del sistema, y se realiza una evaluación técnica por parte de expertos en informática médica.

4.4.5 IMPLEMENTACIÓN

Una vez verificado, el sistema se implementa en el entorno hospitalario, capacitando al personal involucrado y monitoreando su uso inicial. Se establecen mecanismos de soporte técnico y retroalimentación para asegurar una adopción efectiva y sostenible.

4.4.6 DOCUMENTACIÓN Y RESULTADOS

En esta última fase se documentarán todos los hallazgos, avances y resultados obtenidos durante la optimización, validación y retroalimentación del sistema. Los resultados permitirán formular conclusiones sobre la factibilidad de implementar esta solución tecnológica en hospitales públicos de alta demanda.

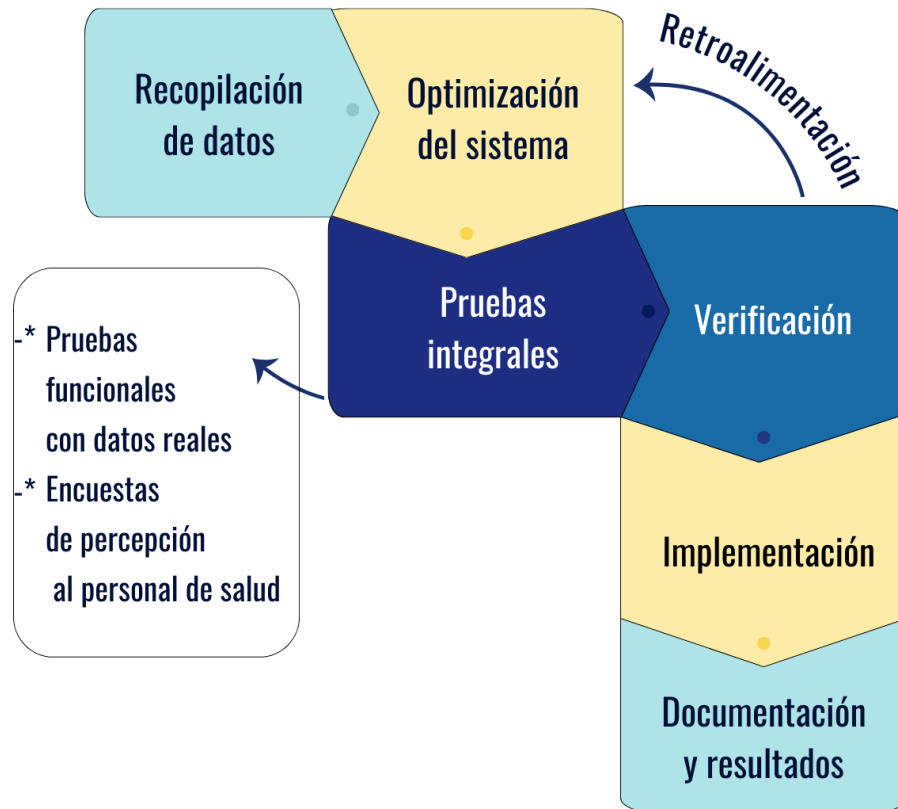


Ilustración 3 Método de estudio

Fuente: elaboración propia

4.5 METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN

2.1.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN

Se llevarán a cabo pruebas de simulación utilizando datos reales del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela, enfocadas en la programación, cancelación y reprogramación de cirugías. Estas simulaciones permitirán recrear distintos escenarios como la deshabilitación de uno o más quirófanos junto a la visualización de como el sistema responde ante estos imprevistos, y que tan eficiente resulta en la reprogramación de procedimientos. Se analizará el número de cirugías reprogramadas exitosamente, el tiempo de respuesta del sistema, y la visualización y trazabilidad de la información.

2.1.2 VALIDACIÓN CON EXPERTOS TÉCNICOS.

Se realizará mediante revisiones técnicas del sistema, entrevistas semiestructuradas y análisis de escenarios simulados. Se presentarán a los expertos en informática medica casos de uso reales y se les solicitará emitir valoraciones sobre la capacidad del sistema para resolver problemas específicos del entorno quirúrgico. Esta retroalimentación será documentada y utilizada como insumo clave para realizar ajustes finales al sistema, garantizando que cumpla con los estándares de calidad desde una perspectiva técnica y metodológica.

2.1.3 ENCUESTA DE SATISFACCIÓN AL PERSONAL USUARIO

Con el fin de conocer la percepción del personal que utilizará el sistema, se aplicará una encuesta de satisfacción que incluirá aspectos como la usabilidad, claridad de la interfaz, tiempo de respuesta y utilidad percibida. Esta retroalimentación será clave para identificar oportunidades de mejora y fortalecer la experiencia del usuario. Además, se evaluará si el sistema contribuye a mejorar la trazabilidad de la información y, a largo plazo, a reducir la mora quirúrgica.

2.1.4 COMPARATIVA CON SISTEMAS EXISTENTES

En el ámbito de la gestión hospitalaria, GNU Health se ha afianzado como un sistema completo de información de salud, con módulos que incluyen desde el manejo de pacientes hasta el control de los recursos, facturación, ordenes de laboratorio y guardado de imágenes médicas.

Estas facilidades lo hacen una herramienta adaptable y fuerte para el manejo general de hospitales y centros de salud. Pero, cuando se analiza en concreto el área quirúrgica y su gestión, GNU Health muestra limitaciones importantes: su calendario está orientado para citas médicas y hospitalizaciones, pero no incluye de forma propia la planeación detallada de cirugías, la cancelación o reprogramación de operaciones, ni el manejo de la disponibilidad de quirófanos.

Tampoco ofrece recordatorios automáticos para operaciones ni módulos especiales de estadísticas del área quirúrgica que permitan monitorear indicadores en tiempo real. En este aspecto, aunque GNU Health es un sistema extenso y con muchas funciones, su llegada en el manejo de cirugías es más bien simple y requiere ajustes o integraciones para cubrir las necesidades de trabajo de un bloque de cirugía actual.

Por otro lado, el sistema propuesto se ideó pensando en la gestión quirúrgica, dándole así ventajas claras frente a GNU Health en este campo. La estructura de roles distintos (jefe, administrador y personal médico) da un control preciso de las tareas: el jefe puede registrar, validar, cancelar y reprogramar cirugías y todas las demás funciones; el administrador ve el historial de cancelaciones, estadísticas y calendario de programaciones; y el personal médico puede registrar pacientes, acceso a la disponibilidad de quirófanos y ver el historial de cirugías realizadas.

Además, el sistema usa un calendario quirúrgico diario hecho para ver las cirugías programadas, recordatorios automáticos dos horas antes de cada programación, y una sección de estadísticas con gráficas de ocho indicadores clave. Estas características aseguran trazabilidad, eficiencia operativa y ayuda para la toma de decisiones, aspectos que GNU Health no cubre aun en la parte quirúrgica.

En términos de estrategia, que ambos sistemas puedan ser interoperados representaría una gran oportunidad. GNU Health puede seguir siendo el sistema central de gestión hospitalaria, aprovechando sus módulos de inventario, facturación, laboratorio e imágenes, mientras que el sistema propuesto se une como un complemento enfocado en la gestión quirúrgica. Esta integración permitiría que los datos fluyan sin problemas y de forma estandarizada, sin tener

duplicidad. También haría más fácil hacer informes completos, que mezclen indicadores médicos generales con métricas de las cirugías, dando una idea completa de cómo funciona el hospital.

Tabla 4 Comparativa con GNU Health

FUNCIÓN		GNU HEALTH	SISTEMA OPTIMIZADO
REGISTRO DE CIRUGÍAS		Cuenta con un apartado de programación de cirugía, para seleccionar el procedimiento y otros detalles.	El rol de jefatura y personal médico pueden registrar cirugías directamente en el sistema.
CALENDARIO QUIRÚGICO		Incluye un calendario generalizado de citas médicas y hospitalizaciones, pero no está dirigido para cirugías.	Apartado de calendario especializado en el que se puede observar las cirugías programadas diariamente y es accesible por todos los roles.
CANCELACIÓN Y REPROGRAMACIÓN		No cuenta explícitamente con un apartado de cancelaciones ni reprogramaciones.	El rol de jefe puede cancelar, validar y reprogramar cirugías.
DISPONIBILIDAD DE QUIROFANOS		No gestiona quirófanos ni su disponibilidad.	Tanto el personal médico como jefatura y administración puede registrar la disponibilidad es decir si un quirófano no se encuentra disponible se registra "No Habilitado" y el sistema bloquea registros en el mismo hasta que su estado cambie.
HISTORIAL DE CANCELACIONES		No se cuenta con un módulo para poder observar el historial de cirugías canceladas	Cuenta con historial detallado de cirugías que han sido canceladas especificando su motivo y es accesible para jefes y administradores.
ESTADÍSTICAS INDICADORES		GNU Health brinda reportes de laboratorio, facturación, imágenes, pero no cuenta con indicadores quirúrgicos o en general en tiempo real.	Cuenta con un apartado de estadísticas que muestra graficas en tiempo real de 8 indicadores quirúrgicos base.
RECORDATORIOS		No tiene recordatorios automáticos para las cirugías programadas.	Muestra un recordatorio automático 2 horas previa a cada cirugía.
ACCESOS		Cuenta con apartados de validación para ciertos procesos.	Cuenta con sección de firma digital la cual es requerida para ciertas funciones y así proteger la integración de la información del paciente.

Fuente: elaboración propia

4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

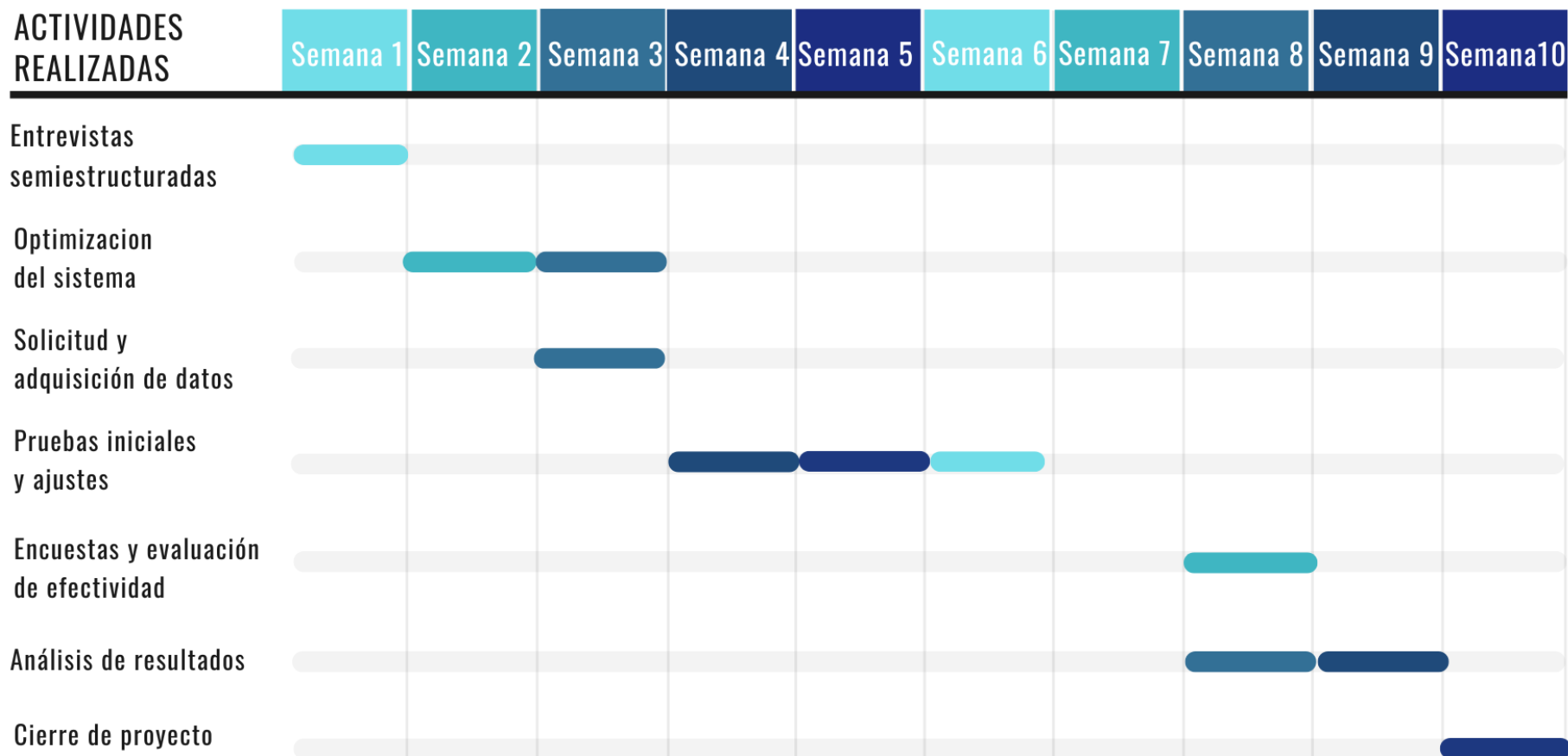


Ilustración 4 Cronograma de actividades

Fuente: elaboración propia

4.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5 Operacionalización de variables

OBJETIVOS	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
General	Dependiente			
Optimizar el sistema de gestión quirúrgica digital mediante la incorporación de mecanismos de firma digital, recordatorios internos, acceso remoto a la base de datos y guías técnicas con la finalidad de robustecer la trazabilidad, la seguridad y la escalabilidad del sistema en hospitales públicos.	Optimización del sistema	Se entiende como el conjunto de mejoras en trazabilidad, seguridad, escalabilidad y coordinación operativa para un uso más eficiente del sistema, añadiendo mecanismos de firma digital, recordatorios de las cirugías programadas, opción para reprogramar cirugías y buscador de pacientes por número de identidad.	• Trazabilidad • Seguridad • Escalabilidad • Coordinación operativa	• Porcentaje de cirugías con trazabilidad completa • Número de cirugías reprogramadas exitosamente • Tiempo promedio de programación quirúrgica
Específicos	Independientes			
Evaluar el funcionamiento, la adaptabilidad y la escalabilidad del sistema a través de pruebas funcionales en hospitales públicos, para diferentes volúmenes de datos, usuarios, entornos clínico-organizativos.	• Organización interna • Disponibilidad de conexión estable y • Disponibilidad de computadoras	• Habilidad de coordinación, comunicación y manejo interno del hospital en su proceso y toma de decisiones. • Existencia de red segura que autorice el acceso sin interrupciones. • Accesibilidad de infraestructura informática en óptimas condiciones en las áreas de importancia.	• Organización interna • Conectividad • Infraestructura tecnológica	• Existencia de protocolos de coordinación • Estado operativo de los equipos informáticos

Tabla 6 Continuación

OBJETIVOS	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
Específicos	Independientes			
Proponer un mecanismo de mejora en el sistema al implementar una firma digital por el usuario autorizado, el sistema de recordatorios para las cirugías programadas, con el propósito de garantizar acceso remoto, trazabilidad y coordinación operativa.	Seguridad y manejo de datos	Implementación de firma digital permitiendo validar que solo personal autorizado pueda hacer alguna modificación en la programación quirúrgica.	• Control de acceso • Integridad de la información	• Número de usuarios con acceso autorizado
Elaborar y realizar manuales técnicos y guías visuales adaptados al nivel tecnológico del usuario final, que permitan el aprendizaje autónomo y la operación correcta del sistema.	Resistencia al cambio por parte del personal de salud	Disposición del personal a la adopción de la nueva tecnología tomando en cuenta su capacitación y la sobrecarga laboral, pudiendo generar un rechazo al uso del sistema impactando en su nivel de utilización.	• Nivel de aceptación tecnológica • Capacitación del personal • Frecuencia de uso del sistema	• Porcentaje de personal capacitado • Resultados de encuestas de satisfacción

Fuente: elaboración propia

4.8 MATRIZ METODOLÓGICA

Tabla 7 Matriz metodológica

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS
La gestión quirúrgica en los hospitales públicos como el HLMV depende de procesos manuales y sistemas digitales fragmentados, generando duplicidad de datos, demoras en la programación, poca trazabilidad y aumento en la mora quirúrgica.	General		Dependiente	
	¿Como se puede optimizar el sistema de gestión quirúrgica del HLMV usando Python y PostgreSQL para hacerlo eficiente seguro y asegurando trazabilidad de los procesos?	Optimizar el sistema de gestión quirúrgica digital mediante la incorporación de mecanismos de firma digital, recordatorios internos, acceso remoto a la base de datos y guías técnicas con la finalidad de robustecer la trazabilidad, la seguridad y la escalabilidad del sistema en hospitales públicos.	Optimización del sistema: se entiende como el conjunto de mejoras en trazabilidad, seguridad, escalabilidad y coordinación operativa para un uso más eficiente del sistema, añadiendo mecanismos de firma digital, recordatorios de las cirugías programadas, opción para reprogramar cirugías y buscador de pacientes por número de identidad	Revisión documental y mejoramiento del sistema
	Específicos		Independientes	
	¿Cuáles son los principales factores que afectan funcionamiento, la adaptabilidad y la escalabilidad del sistema en hospitales?	Evaluar el funcionamiento, la adaptabilidad y la escalabilidad del sistema a través de pruebas funcionales en hospitales públicos, para diferentes volúmenes de datos, usuarios, entornos clínico-organizativos	Organización interna, disponibilidad de conexión estable y disponibilidad de computadoras	Simulación de escenarios, encuestas de percepción y validación técnica con expertos

Tabla 8 Continuación

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS
		<i>Específicos</i>	<i>Independientes</i>	
	¿Qué impacto tiene el mecanismo de mejora tanto en la experiencia del paciente como en la de la mora quirúrgica?	Proponer un mecanismo de mejora en el sistema al implementar una firma digital por el usuario autorizado, el sistema de recordatorios para las cirugías programadas, con el propósito de garantizar acceso remoto, trazabilidad y coordinación operativa.	Seguridad y manejo de datos	Desarrollo de funcionalidades y evaluación técnica
	¿Cómo contribuyen la elaboración de manuales y guías visuales adaptadas al conocimiento tecnológico del usuario final?	Elaborar y realizar manuales técnicos y guías visuales adaptados al nivel tecnológico del usuario final, que permitan el aprendizaje autónomo y la operación correcta del sistema.	Resistencia al cambio por parte del personal de salud	Diseño instruccional, validación con usuarios, encuestas de satisfacción y observación del uso del sistema.

Fuente: elaboración propia

V. RESULTADOS

La parte de resultados muestra los datos obtenidos de la recolección de entrevistas, observaciones directas y análisis de los procesos hospitalarios. La idea de este apartado es mostrar de forma clara y ordenada las evidencias que sustentan la necesidad de optimizar el sistema de gestión quirúrgica. Se involucran tanto temas con relación a la estructura disponible como a los modos de trabajo de la institución, resaltando las limitaciones que generan duplicidad de datos, sobrecarga administrativa y un incremento en la mora quirúrgica. Los resultados se redactan dando una visión entera de los problemas vistos y de las opciones de mejora que un sistema de gestión quirúrgica puede dar.

5.1 ENTREVISTAS

Las entrevistas realizadas a jefatura y el personal de las áreas de gestión de pacientes y gestión de cirugías fueron una fuente clave de datos para entender cómo opera el hospital por dentro. Por medio de estas entrevistas se obtuvo una explicación con detalle de los procedimientos actuales, las herramientas usadas y los problemas que tienen en su tarea diaria. La información recopilada permitió ver la capacidad disponible de quirófanos, los métodos de programación de cada semana, el uso de hojas de cálculo en Excel como el principal medio para guardar datos y el hacer manualmente informes mensuales. Estos datos dejan ver un sistema fragmentado y poco eficiente, donde la duplicidad de datos y la falta de integración digital causa demoras y provoca un aumento en la carga administrativa. De este modo, las entrevistas aportan un sustento directo de los fallos del modelo actual y justifican por qué es necesario implementar un sistema tecnológico que optimice la gestión quirúrgica.

5.1.1 DEPARTAMENTO DE JEFATURA

Las entrevistas realizadas con la jefatura permitieron ver los mayores problemas de estructura y organización del hospital. Se comprobó que el HLMV cuenta ocho quirófanos, sin embargo, solo siete están en condiciones óptimas de operación, pues uno está parado por falta ya sea de equipos, personal o condiciones del área en mal estado. Este dato muestra una reducción

en la capacidad que afecta de lleno a la organización de las operaciones y a la atención de los pacientes. El área de jefatura señaló que, aparte de las limitaciones físicas, faltan muchas herramientas digitales que ayuden a mejorar cómo se gestionan las cirugías. El no tener un sistema específico especializado hace que el personal tenga que usar métodos manuales, lo que causa retrasos, información duplicada y mucho papeleo que afecta la eficiencia general del servicio. La jefatura insistió en que la implementación de un sistema digital completo no solo haría más fácil la organización de las cirugías, sino que también ayudaría a bajar la mora quirúrgica, mejorar el seguimiento de los procesos y asegurar una atención más segura y ordenada para los pacientes.

5.1.2 GESTIÓN DE PACIENTES

En el área de gestión de pacientes se observó un método que depende totalmente de hojas de cálculo en Excel, que operan como el principal almacenamiento de información clínica y administrativa. El proceso empieza cuando un paciente ya ha pasado por una consulta médica y se concluye que es necesario realizarle una cirugía; el médico completa una hoja que es llenada con los datos del paciente y la respectiva cirugía a realizar, para luego ingresarlo en una lista de espera digitalizada. Ese archivo guarda no solo a los pacientes esperando la intervención, sino que además tiene otras categorías importantes como la lista de pacientes ya operados, el registro de cirugías no realizadas y el listado de pacientes operados en otros hospitales. En cada parte de estas secciones se detalla información total del paciente, como su número de identidad, dirección, tipo de prioridad dada y otros datos clínicos importantes.

Luego, la dirección médica realiza una reunión cada semana para hacer la programación quirúrgica, donde ellos decide el orden y cómo se harán las cirugías para la semana que viene considerando la situación de cada paciente. En esas juntas también se suman las cirugías que fueron canceladas, que deben ser reprogramadas, lo que aumenta la mora quirúrgica y hace un ciclo constante de demoras. El método, al ser manual y fragmentado, hace difícil la integración de la información y limita la capacidad de responder rápido ante emergencias o cambios inesperados.

Es importante destacar que los informes mensuales creados por esta área contienen una explicación minuciosa de las operaciones realizadas por especialidad, al igual que datos estadísticos relacionados con la mora quirúrgica. Dichos reportes, que se tienen que mandar a los dirigentes en Tegucigalpa, se forman de modo manual y necesitan consolidar datos dispersos en varias hojas de cálculo, lo cual aumenta la carga administrativa y el riesgo a errores. La duplicidad de datos y la carencia de un sistema que centralice la información se expresa en una gestión poco eficaz, donde los tiempos de espera se alargan y la opción de respuesta institucional se mira comprometida.

5.1.3 GESTIÓN QUIRÚRGICA

En el área de gestión de cirugías se constató que existía una segunda hoja de Excel aparte, con el fin de registrar a detalle los procedimientos quirúrgicos realizados. Este archivo es un almacén lleno de información clínica y administrativa, donde se incluyen muchos detalles que ayudan a registrar cada etapa del proceso quirúrgico. Entre los datos que se registran están la hora en que el paciente entró al hospital, la hora de llegada al quirófano, el momento justo en que empezó y acabó la cirugía, además del tiempo de recuperación y el tiempo usado para limpiar el quirófano. Aparte, se especifica qué tipo de sedación o anestesia se usó, y se toma nota si hubo complicaciones durante el proceso.

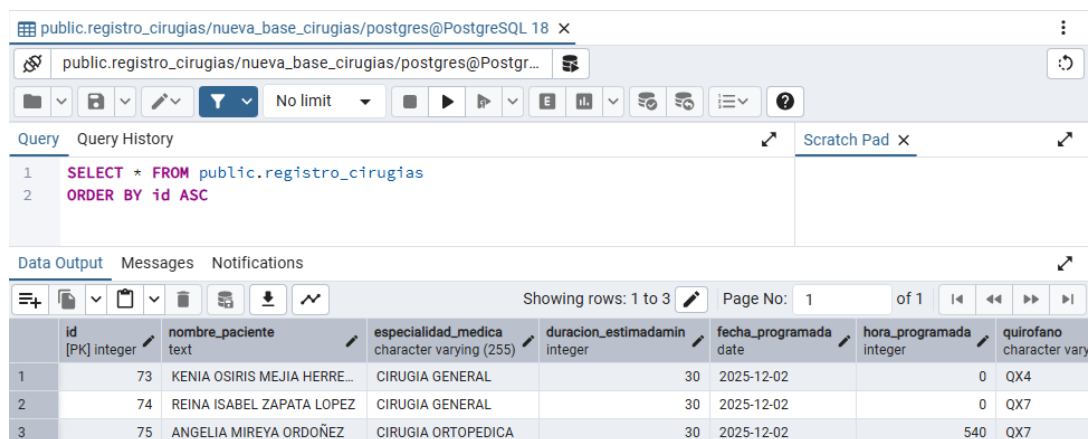
La hoja también explica quiénes del personal participaron en cada cirugía, como el instrumentista, el personal circulante, el anestesiólogo y el equipo de enfermería. Este nivel de detalle muestra que se intenta llevar un registro completo y exacto de cada operación, pero al hacerse de forma manual y sin integración con el sistema de gestión de pacientes se genera duplicidad de datos lo que conlleva a una sobrecarga operativa significativa. Esta área también tiene que hacer un informe mensual que consolide las estadísticas con respecto al bloque quirúrgico.

5.2 OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

La optimización del sistema de gestión quirúrgica se desarrolló para poder vencer los problemas identificados en los procesos actuales del hospital, se caracterizan por duplicidad de datos, mucha sobrecarga en cuanto a la parte administrativa y carencia de trazabilidad. A partir del diseño previamente realizado en Python y PostgreSQL, se añadieron mejoras técnicas que hacen más fuerte la estructura de la base de datos, aumentan las funcionalidades del software y dan más seguridad en la validación de los procedimientos por medio de firmas digitales. Estas optimizaciones integran en un solo sistema la programación, realización, cancelación y reprogramación de operaciones, además de la disponibilidad de quirófano, dando una plataforma eficiente, segura y que se ajusta a lo que necesita el hospital.

5.2.1 BASE DE DATOS

La base de datos se creó con PostgreSQL utilizando pgAdmin sobre un servidor de prueba ubicado en una dirección IP, donde su diseño se organizó en cinco tablas principales. La primera tabla, `registro_cirugias`, contiene todas las cirugías programadas. Allí se guarda información esencial incluyendo datos del paciente, tipo de procedimiento, la fecha programada, el quirófano asignado, entre otros campos. Este registro sirve como el inicio para la organización, asegurando que cada procedimiento quede documentado para su posterior ejecución.



The screenshot shows the pgAdmin interface with a SQL query executed in the 'public.registro_cirugias/nueva_base_cirugias/postgres@PostgreSQL 18' database. The query is: `SELECT * FROM public.registro_cirugias ORDER BY id ASC`. The results are displayed in a table with 8 columns: `id` (integer), `nombre_paciente` (text), `especialidad_medica` (character varying (255)), `duracion_estimada` (integer), `fecha_programada` (date), `hora_programada` (integer), and `quirofano` (character varying). The table shows 3 rows of data.

id	nombre_paciente	especialidad_medica	duracion_estimada	fecha_programada	hora_programada	quirofano
73	KENIA OSIRIS MEJIA HERRE...	CIRUGIA GENERAL	30	2025-12-02	0	QX4
74	REINA ISABEL ZAPATA LOPEZ	CIRUGIA GENERAL	30	2025-12-02	0	QX7
75	ANGELIA MIREYA ORDOÑEZ	CIRUGIA ORTOPEDICA	30	2025-12-02	540	QX7

Ilustración 5 Tabla registro_cirugias

Fuente: elaboración propia

La segunda tabla, *historial_cirugias_realizadas*, tiene el registro de las cirugías que ya se hicieron. Esta parte se distingue por su nivel de detalle, pues añade las horas de inicio y fin, el tiempo de recuperación del paciente y la participación del personal involucrado en cada procedimiento, como instrumentistas, anestesiólogos y personal de enfermería. Así, se asegura un control minucioso de cada intervención, lo que fortalece la trazabilidad clínica y administrativa.

public.historial_cirugias_realizadas/nueva_base_cirugias/postgres@PostgreSQL 18

public.historial_cirugias_realizadas/nueva_base_cirugias/postg...

Query: `SELECT * FROM public.historial_cirugias_realizadas ORDER BY id ASC`

Data Output: Showing rows: 1 to 7 of 7

	id [PK] integer	nombre_paciente character varying (255)	especialidad_medica character varying (255)	duracion_estimada integer	fecha_programada date
1	51	REBECA SANTOS DIAZ	CIRUGIA GINECOLOGICA	20	2025-12-02
2	52	YESI JOHANA CONTRERAS MARTINEZ	CIRUGIA GINECOLOGICA	30	2025-12-02
3	53	NELLY ARGENTINA REYES AMADOR	CIRUGIA GINECOLOGICA	30	2025-12-02

Ilustración 6 Tabla *historial_cirugias_realizadas*

Fuente: elaboración propia

Al igual que la tabla mencionada anteriormente, existe tabla *validacion_cirugias*, la cual contiene los registros de verificación previos a cada procedimiento.

public.validacion_cirugias/nueva_base_cirugias/postgres@PostgreSQL 18

public.validacion_cirugias/nueva_base_cirugias/postgres@Pos...

Query: `SELECT * FROM public.validacion_cirugias ORDER BY id ASC`

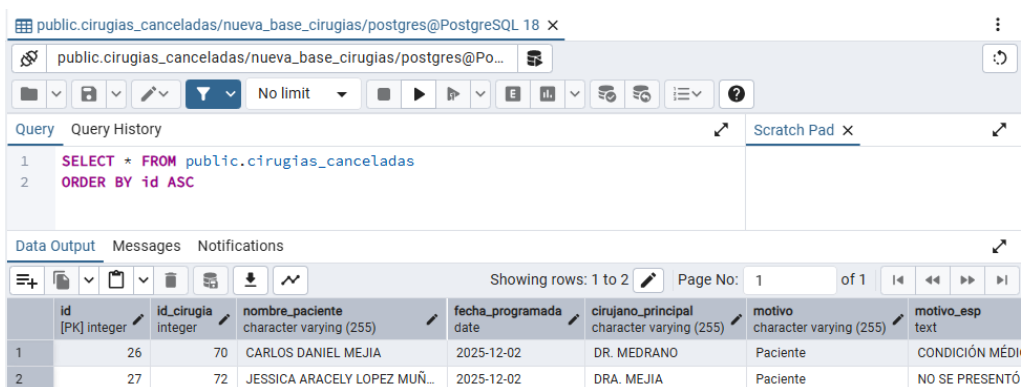
Data Output: Showing rows: 1 to 7 of 7

	id integer	hora_inicio integer	hora_fin integer	estado_paciente character varying (50)	resultado character varying (50)	info_adicional text	hora_llegada_paciente time without time zone
1	51	460	545	Estable	Exitosa		06:35:00
2	52	590	650	Estable	Exitosa		08:45:00
3	53	675	680	Estable	Exitosa		10:30:00
4	54	485	645	Estable	Exitosa		07:40:00

Ilustración 7 Tabla *validacion_cirugias*

Fuente: elaboración propia

La cuarta tabla, cirugias_canceladas, guarda un historial de las cirugías que no pudieron realizarse. Ahí se explica la razón de la cancelación, la fecha en que se canceló y la disponibilidad de recursos en ese instante es decir espacios para reprogramación. Este registro es fundamental para analizar las causas de la mora quirúrgica y para hacer más fáciles las reprogramaciones, pues guarda la información de cada caso.

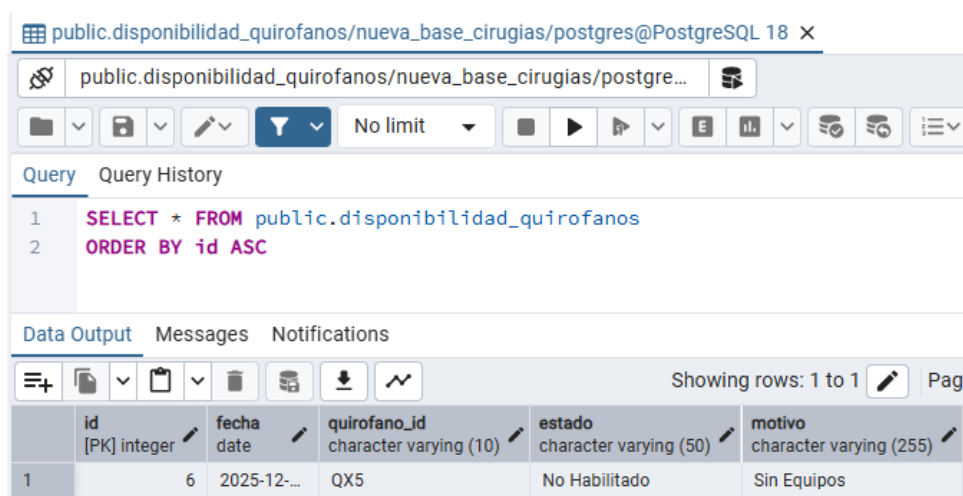


	id [PK] integer	id_cirugia integer	nombre_paciente character varying (255)	fecha_programada date	cirujano_principal character varying (255)	motivo character varying (255)	motivo_esp text
1	26	70	CARLOS DANIEL MEJIA	2025-12-02	DR. MEDRANO	Paciente	CONDICIÓN MÉDICA
2	27	72	JESSICA ARACELY LOPEZ MUÑOZ	2025-12-02	DRA. MEJIA	Paciente	NO SE PRESENTÓ

Ilustración 8 Tabla cirugias_canceladas

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la tabla disponibilidad_quirofanos permite llevar un control al día del estado de cada quirófano, indicando si está “Habilitado” o “No habilitado”. Este módulo es básico para la gestión operativa, pues asegura que la programación de cirugías solo se realice en sitios disponibles y en buenas condiciones.



	id [PK] integer	fecha date	quirofano_id character varying (10)	estado character varying (50)	motivo character varying (255)
1	6	2025-12-02	QX5	No Habilitado	Sin Equipos

Ilustración 9 Tabla disponibilidad_quirofano

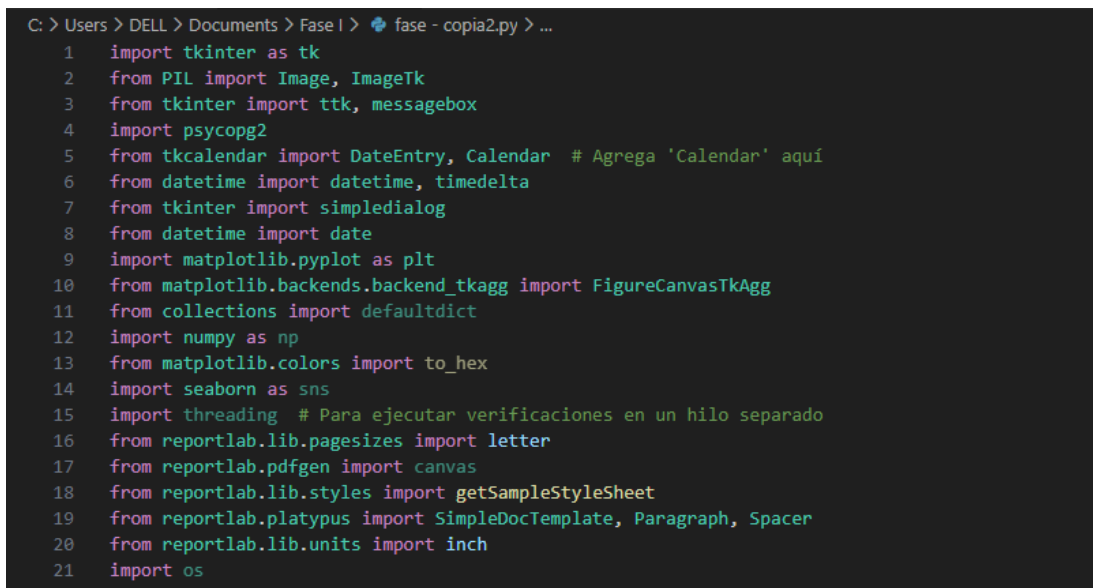
Fuente: elaboración propia

5.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OPTIMIZACIONES

Las optimizaciones del sistema se realizaron usando el lenguaje de programación original, Python, en el cual se añadieron nuevas funciones sin alterar la lógica central. A continuación, se describen las mejoras implementadas, ordenadas según cada módulo del sistema:

5.2.2.1 Suma de nuevas librerías

Se añadieron librerías extras como re y otras parecidas que hicieron más fácil la validación de datos y la puesta en marcha de funciones avanzadas. Estas librerías dejan realizar búsquedas y filtros más exactos dentro de los registros, y también mejoran la consistencia de la información ingresada en la base de datos.



```
C: > Users > DELL > Documents > Fase I > fase - copia2.py > ...
1  import tkinter as tk
2  from PIL import Image, ImageTk
3  from tkinter import ttk, messagebox
4  import psycopg2
5  from tkcalendar import DateEntry, Calendar # Agrega 'Calendar' aquí
6  from datetime import datetime, timedelta
7  from tkinter import simpledialog
8  from datetime import date
9  import matplotlib.pyplot as plt
10 from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg
11 from collections import defaultdict
12 import numpy as np
13 from matplotlib.colors import to_hex
14 import seaborn as sns
15 import threading # Para ejecutar verificaciones en un hilo separado
16 from reportlab.lib.pagesizes import letter
17 from reportlab.pdfgen import canvas
18 from reportlab.lib.styles import getSampleStyleSheet
19 from reportlab.platypus import SimpleDocTemplate, Paragraph, Spacer
20 from reportlab.lib.units import inch
21 import os
```

Ilustración 10 Suma de nuevas librerías

Fuente: elaboración propia

5.2.2.2 Optimización del módulo de registro de pacientes

En el módulo de registro se ampliaron los campos disponibles, ingresando datos como número de identidad, teléfono y dirección. Esto dejó construir perfiles más completos de los pacientes y mejorar la trazabilidad de cada caso. La información adicionada ayuda a la identificación rápida y baja el riesgo de duplicidad de registros.

```

482 def registrar_cirugia():
483
484     ttk.Label(left_frame, text="Número de Identidad*").grid(row=2, column=0, sticky="w", pady=(0, 5))
485     entry_numero_identidad = ttk.Entry(left_frame, width=30)
486     entry_numero_identidad.grid(row=3, column=0, sticky="ew", pady=(0, 15))
487     entry_numero_identidad.bind("<KeyRelease>", formatear_identidad) # Ahora formatear_identidad está definida
488
489     # Sub-frame para Sexo, Edad, Unidad en una fila
490     frame_sexo_edad = ttk.Frame(left_frame)
491     frame_sexo_edad.grid(row=4, column=0, sticky="ew", pady=(0, 15))
492     ttk.Label(frame_sexo_edad, text="Sexo*").grid(row=0, column=0, sticky="w", padx=(0, 5))
493     combo_sexo = ttk.Combobox(frame_sexo_edad, values=["F", "M"], state="readonly", width=5)
494     combo_sexo.grid(row=0, column=1, padx=(0, 10))
495     ttk.Label(frame_sexo_edad, text="Edad*").grid(row=0, column=2, sticky="w", padx=(0, 5))
496     entry_edad = ttk.Entry(frame_sexo_edad, width=5)
497     entry_edad.grid(row=0, column=3, padx=(0, 10))
498     entry_edad.bind("<KeyRelease>", validar_edad) # Ahora validar_edad está definida
499     ttk.Label(frame_sexo_edad, text="Unidad*").grid(row=0, column=4, sticky="w", padx=(0, 5))
500     combo_unidad_edad = ttk.Combobox(frame_sexo_edad, values=["Meses", "Años"], state="readonly", width=8)
501     combo_unidad_edad.grid(row=0, column=5)
502
503     ttk.Label(left_frame, text="Dirección*").grid(row=5, column=0, sticky="w", pady=(0, 5))
504     entry_direccion = ttk.Entry(left_frame, width=30)
505     entry_direccion.grid(row=6, column=0, sticky="ew", pady=(0, 15))
506
507     ttk.Label(left_frame, text="Teléfono*").grid(row=7, column=0, sticky="w", pady=(0, 5))
508     entry_telefono = ttk.Entry(left_frame, width=30)
509     entry_telefono.grid(row=8, column=0, sticky="ew", pady=(0, 15))
510     entry_telefono.bind("<KeyRelease>", validar_telefono) # Ahora validar_telefono está definida
511

```

Ilustración 11 Sección del formulario con los campos de identidad, teléfono y dirección

Fuente: elaboración propia

5.2.2.3 Visualización de cirugías programadas

En esta parte se incorporaron filtros de búsqueda que dejan encontrar datos por número de identidad, nombre del paciente o especialidad médica. Para garantizar la seguridad, se estableció que las funciones críticas, como validar, cancelar o reprogramar cirugías, requieran una firma digital, asegurando la autenticidad y evitando cambios o accesos no autorizados.

```

Welcome  fase - copia2.py 9+
Users > kiarazeron > Downloads > fase - copia2.py > visualizar_cirugias
809 def visualizar_cirugias(rol):
818     search_options = {
819         "Número de Identidad": 1, # Índice correcto para numero_identidad (después de id)
820         "Nombre del Paciente": 2,
821         "Especialidad": 7, # especialidad_medica
822         "Tipo de Cirugía": 17 # tipo_cirugia
823     }
824     ventana = tk.Toplevel()
825     ventana.state('zoomed')
826     ventana.title("Cirugías Programadas")
827     ventana.configure(bg=color_secundario)
828
829     main_frame = ttk.Frame(ventana)
830     main_frame.pack(fill="both", expand=True, padx=20, pady=20)
831
832     # Treeview con scrollbars
833     tree_frame = ttk.Frame(main_frame)
834     tree_frame.pack(fill="both", expand=True)
835
836     tree_scroll_y = ttk.Scrollbar(tree_frame)
837     tree_scroll_y.pack(side="right", fill="y")
838
839     tree_scroll_x = ttk.Scrollbar(tree_frame, orient="horizontal")
840     tree_scroll_x.pack(side="bottom", fill="x")
841
842     search_frame = ttk.Frame(main_frame)
843     search_frame.pack(fill="x", pady=(10, 0))
844
845     ttk.Label(search_frame, text="Buscar por:").pack(side="left", padx=(0, 5))
846     combo_search = ttk.Combobox(search_frame, values=list(search_options.keys()), state="readonly", width=20)
847     combo_search.set("Número de Identidad") # Valor por defecto
848     combo_search.pack(side="left", padx=(0, 5))
849
850     entry_search = ttk.Entry(search_frame, width=30)
851     entry_search.pack(side="left", padx=(0, 10))
852
853     def formatear_identidad_busqueda(event):
854         texto = entry_search.get().replace("-", "") # quitar guiones previos
855         if texto.isdigit():
856             texto = texto[:13]
857             nuevo_texto = ""
858             for i, char in enumerate(texto):
859                 nuevo_texto += char
860                 if i == 3 or i == 7: # después del 4º y 8º dígito
861                     nuevo_texto += "-"
862             entry_search.delete(0, tk.END)
863             entry_search.insert(0, nuevo_texto)
864
865     entry_search.bind("<KeyRelease>", formatear_identidad_busqueda)
866
867     def filtrar_datos():
868         selected_field = combo_search.get()
869         filtro = entry_search.get().replace("-", "").strip().lower()
870         actualizar_treeview(tree, selected_field, filtro)
871
872     def limpiar_filtro():
873         entry_search.delete(0, tk.END)
874         actualizar_treeview(tree) # Sin filtro, usa valores por defecto
875
876     ttk.Button(search_frame, text="Buscar", command=filtrar_datos).pack(side="left", padx=(0, 5))
877     ttk.Button(search_frame, text="Limpiar", command=limpiar_filtro).pack(side="left")

```

Ilustración 12 Frame de búsqueda con el combobox y entry, más el Treeview con los filtros activos

Fuente: elaboración propia

```

22
23 # Agregar después de las importaciones iniciales
24 CODES = {
25     "validar": "VALIDAR123", # Código para validar cirugías
26     "cancelar": "CANCELAR456", # Código para cancelar cirugías
27     "reprogramar": "REPROGRAMAR789", # Código para reprogramar cirugías
28     "exportar": "EXPORTAR" # Código para exportar ficha de cirugía realizada
29 }

```

Ilustración 13 Diccionario de códigos al inicio del archivo

Fuente: elaboración propia

```

809 def visualizar_cirugias(rol):
972     def validar_cirugia(treeview):
1234         def guardar_validacion():
1270
1271             code = simpledialog.askstring("Código de Validación", "Ingrese el código para validar la cirugía:", parent=ventana_validacion)
1272             if code != CODES["validar"]:
1273                 messagebox.showerror("Error", "Código incorrecto. No se puede validar la cirugía.")
1274             return
1275

```

Ilustración 14 Ventana de solicitud de código

Fuente: elaboración propia

5.2.2.4 Visualización de cirugías realizadas

Este módulo tuvo más información detallada del procedimiento quirúrgico. Se sumaron campos para registrar el tipo de sedación, las horas de ingreso, inicio y finalización, el tiempo de recuperación, el tiempo de limpieza del quirófano y la documentación de cualquier complicación ocurrida durante la cirugía. También se detalló la participación del personal involucrado: instrumentista, circulante, anestesiólogo y enfermería.

```

809 def visualizar_cirugias(rol):
972 def validar_cirugia(treeview):
---
1059     # --- Nuevos campos en columna izquierda ---
1060     ttk.Label(left_frame, text="Tipo de anestesia aplicada:").pack(pady=(10, 5), anchor="w")
1061     tipo_anestesia = ttk.Entry(left_frame, width=40)
1062     tipo_anestesia.pack(pady=(0, 10), anchor="w")
1063
1064     ttk.Label(left_frame, text="Solicitud Paciente Hora:").pack(pady=(10, 5), anchor="w")
1065     frame_solicitud = ttk.Frame(left_frame)
1066     frame_solicitud.pack(anchor="w")
1067     hora_solicitud = ttk.Combobox(frame_solicitud, values=[f"{h:02d}" for h in range(0, 24)], width=5, state="readonly")
1068     hora_solicitud.pack(side="left")
1069     ttk.Label(frame_solicitud, text=":").pack(side="left")
1070     minuto_solicitud = ttk.Combobox(frame_solicitud, values=[f"{m:02d}" for m in range(0, 60, 5)], width=5, state="readonly")
1071     minuto_solicitud.pack(side="left")
1072
1073     ttk.Label(left_frame, text="Llegada de paciente a quirófano hora:").pack(pady=(10, 5), anchor="w")
1074     frame_llegada = ttk.Frame(left_frame)
1075     frame_llegada.pack(anchor="w")
1076     hora_llegada = ttk.Combobox(frame_llegada, values=[f"{h:02d}" for h in range(0, 24)], width=5, state="readonly")
1077     hora_llegada.pack(side="left")
1078     ttk.Label(frame_llegada, text=":").pack(side="left")
1079     minuto_llegada = ttk.Combobox(frame_llegada, values=[f"{m:02d}" for m in range(0, 60, 5)], width=5, state="readonly")
1080     minuto_llegada.pack(side="left")
1081
1082     ttk.Label(left_frame, text="Hora de entrada al quirófano:").pack(pady=(10, 5), anchor="w")
1083     frame_entrada = ttk.Frame(left_frame)
1084     frame_entrada.pack(anchor="w")
1085     hora_entrada = ttk.Combobox(frame_entrada, values=[f"{h:02d}" for h in range(0, 24)], width=5, state="readonly")
1086     hora_entrada.pack(side="left")
1087     ttk.Label(frame_entrada, text=":").pack(side="left")
1088     minuto_entrada = ttk.Combobox(frame_entrada, values=[f"{m:02d}" for m in range(0, 60, 5)], width=5, state="readonly")
1089     minuto_entrada.pack(side="left")
1090
1091     ttk.Label(left_frame, text="Hora de inicio anestesia:").pack(pady=(10, 5), anchor="w")
1092     frame_inicio_anestesia = ttk.Frame(left_frame)
1093     frame_inicio_anestesia.pack(anchor="w")
1094     hora_inicio_anestesia = ttk.Combobox(frame_inicio_anestesia, values=[f"{h:02d}" for h in range(0, 24)], width=5, state="readonly")
1095     hora_inicio_anestesia.pack(side="left")
1096     ttk.Label(frame_inicio_anestesia, text=":").pack(side="left")
1097     minuto_inicio_anestesia = ttk.Combobox(frame_inicio_anestesia, values=[f"{m:02d}" for m in range(0, 60, 5)], width=5, state="readonly")
1098     minuto_inicio_anestesia.pack(side="left")
1099
1100     ttk.Label(left_frame, text="Hora fin anestesia:").pack(pady=(10, 5), anchor="w")
1101     frame_fin_anestesia = ttk.Frame(left_frame)
1102     frame_fin_anestesia.pack(anchor="w")
1103     hora_fin_anestesia = ttk.Combobox(frame_fin_anestesia, values=[f"{h:02d}" for h in range(0, 24)], width=5, state="readonly")
1104     hora_fin_anestesia.pack(side="left")
1105     ttk.Label(frame_fin_anestesia, text=":").pack(side="left")
1106     minuto_fin_anestesia = ttk.Combobox(frame_fin_anestesia, values=[f"{m:02d}" for m in range(0, 60, 5)], width=5, state="readonly")
1107     minuto_fin_anestesia.pack(side="left")
1108

```

Ilustración 15 Ventana de validación con todos los campos de horas y personal

Fuente: elaboración propia

Se añadió la función de generar reportes en formato PDF, que se pueden exportar y usar como respaldo oficial. Estos informes precisan de una firma digital, lo cual asegura su autenticidad y protección.

```

2145 def mostrar_ficha_paciente(datos):
2146
2147     # Botón para exportar a PDF
2148     def exportar_ficha_pdf():
2149         from tkinter import filedialog
2150         from reportlab.lib import colors
2151         from reportlab.platypus import Table, TableStyle
2152         from datetime import datetime
2153
2154         # Solicitar contraseña antes de exportar
2155         code = simpledialog.askstring(
2156             "Contraseña de Exportación",
2157             "Ingrese la contraseña para exportar a PDF:",
2158             show="*"
2159         )
2160
2161         if code != CODES.get("exportar"):
2162             messagebox.showerror("Error", "Contraseña incorrecta. No se puede exportar.")
2163             return
2164
2165         ruta = filedialog.asksaveasfilename(
2166             defaultextension=".pdf",
2167             filetypes=[("Archivo PDF", "*.pdf")],
2168             initialfile=f"Ficha_{datos[1].replace(' ', '_')}.pdf"
2169         )
2170         if ruta:
2171             # Crear documento con márgenes ajustados para maximizar espacio
2172             doc = SimpleDocTemplate(ruta, pagesize=letter,
2173                                   leftMargin=0.4*inch, rightMargin=0.4*inch,
2174                                   topMargin=0.4*inch, bottomMargin=0.4*inch)
2175             styles = getSampleStyleSheet()
2176
2177             # Ajustar estilos base
2178             styles['Title'].fontSize = 18
2179             styles['Title'].textColor = colors.white
2180             styles['Title'].alignment = 1 # Centrado
2181             styles['Heading2'].fontSize = 12
2182             styles['Heading2'].textColor = colors.darkblue
2183             styles['Normal'].fontSize = 9
2184             styles['Normal'].leading = 11
2185
2186             story = []
2187
2188             # Header atractivo: Título con fondo azul y fecha
2189             header_data = [["Ficha del Paciente - Sistema de Cirugías HLMV"]]
2190             header_table = Table(header_data, colWidths=[7.2*inch])
2191             header_table.setStyle(TableStyle([
2192                 ('BACKGROUND', (0, 0), (-1, -1), colors.blue),
2193                 ('TEXTCOLOR', (0, 0), (-1, -1), colors.white),
2194                 ('ALIGN', (0, 0), (-1, -1), 'CENTER'),
2195                 ('FONTNAME', (0, 0), (-1, -1), 'Helvetica-Bold'),
2196                 ('FONTSIZE', (0, 0), (-1, -1), 14),
2197                 ('BOTTOMPADDING', (0, 0), (-1, -1), 10),
2198             ]))
2199             story.append(header_table)
2200             story.append(Spacer(1, 6))

```

Ilustración 16 Función completa de exportación PDF

Fuente: elaboración propia

5.2.2.5 Historial de cancelaciones y reprogramación

El historial de cancelaciones se optimizó con una función que deja permite reprogramar operaciones canceladas, cambiando fecha, quirófano y más datos si es necesario y según la disponibilidad. Una vez que se vuelve a programar, la operación sigue guardada en el registro de cancelaciones, pero en la columna "Reprogramada" se coloca en estado "Si", para que no se vuelva a programar otra vez. Esta mejora hace que los datos antiguos sigan intactos y que las estadísticas muestren bien los casos cancelados y reprogramados.

```
1650 def mostrar_historial_cancelaciones(rol):
1763 def reprogramar_cirugia():
1764     seleccion = tree.selection()
1765     if not seleccion:
1766         messagebox.showwarning("Advertencia", "Selecciona una cirugía cancelada para reprogramar.")
1767         return
1768
1769     item = tree.item(seleccion[0])
1770     valores = item["values"]
1771     id_cirugia_cancelada = valores[1] # Asumiendo que id_cirugia está en la posición 1 (ajusta según columnas)
1772
1773     try:
1774         conn = conectar_db()
1775         cur = conn.cursor()
1776         cur.execute("SELECT reprogramada FROM cirugias_canceladas WHERE id = %s", (id_cirugia_cancelada,))
1777         resultado = cur.fetchone()
1778         cur.close()
1779         conn.close()
1780
1781         if resultado and resultado[0]: # Si reprogramada es TRUE
1782             messagebox.showerror("Error", "Esta cirugía ya ha sido reprogramada y no puede reprogramarse nuevamente.")
1783             return
1784
1785         # Conectar a BD y obtener datos completos de la cirugía cancelada
1786         conn = conectar_db()
1787         cur = conn.cursor()
1788         cur.execute("""
1789             SELECT numero_identidad, nombre_paciente, sexo, edad, direccion, telefono, especialidad_medica, tipo_cirugia, duracion_estimada, fecha_programada,
1790             hora_programada, quirofano, cirujano_principal, cirujano_asistente, observaciones, prioridad_medica, tipo_prioridad
1791             FROM cirugias_canceladas
1792             WHERE id = %s
1793             """, (id_cirugia_cancelada,))
1794
1795
1796         datos = cur.fetchone()
1797         cur.close()
1798         conn.close()
1799
1800         if not datos:
1801             messagebox.showerror("Error", "No se encontraron datos para reprogramar.")
1802             return
1803
1804         # Convertir hora_programada (datetime.time) a string para evitar el error
1805         datos = list(datos) # Convertir tupla a lista para modificar
1806         datos[10] = str(datos[10]) # hora_programada (índice 5) a string, ej. "08:30:00"
1807
1808         abrir_ventana_reprogramacion(datos, id_cirugia_cancelada)
```

Ilustración 17 Función de reprogramación y consulta SQL que actualiza el estado

Fuente: elaboración propia

5.2.2.6 Calendario y recordatorios

Se agregó un calendario que enseña las operaciones programadas por día, dando una idea clara y organizada de la carga quirúrgica. Además, se añadió un sistema de recordatorios automáticos que notifica dos horas antes de cada operación. Si el usuario confirme que la

operación no se va a hacer, el sistema da la opción de cancelarla al momento, haciendo más rápida la decisión y reduciendo labores.

```
2341 def mostrar_calendario_cirugias():
2342     color_principal, color_secundario, color_texto, color_fondo = configurar_estilos()
2343
2344     ventana = tk.Toplevel()
2345     ventana.state('zoomed')
2346     ventana.title("Calendario de Cirugías")
2347     ventana.configure(bg=color_secundario)
2348
2349     main_frame = ttk.Frame(ventana, padding=(20, 10))
2350     main_frame.pack(fill="both", expand=True)
2351
2352     # Calendario
2353     ttk.Label(main_frame, text="Seleccione una fecha para ver las cirugías programadas:", font=("Segoe UI", 12, "bold")).pack(pady=(0, 10))
2354     cal = Calendar(main_frame, selectmode='day', date_pattern='yyyy-mm-dd', font=("Segoe UI", 10))
2355     cal.pack(pady=(0, 20))
2356
2357     # Treeview para mostrar cirugías del día seleccionado
2358     tree_frame = ttk.Frame(main_frame)
2359     tree_frame.pack(fill="both", expand=True)
2360
2361     tree_scroll_y = ttk.Scrollbar(tree_frame)
2362     tree_scroll_y.pack(side="right", fill="y")
2363
2364     tree_scroll_x = ttk.Scrollbar(tree_frame, orient="horizontal")
2365     tree_scroll_x.pack(side="bottom", fill="x")
2366
2367     tree = ttk.Treeview(tree_frame, yscrollcommand=tree_scroll_y.set, xscrollcommand=tree_scroll_x.set)
2368     tree.pack(fill="both", expand=True)
2369
2370     tree_scroll_y.config(command=tree.yview)
2371     tree_scroll_x.config(command=tree.xview)
2372
2373     # Configurar columnas del Treeview (similar a visualizar_cirugias)
2374     columnas = ["id", "nombre_paciente", "especialidad_medica", "tipo_cirugia", "hora_programada", "quirofano", "cirujano_principal", "prioridad_medica"]
2375     tree["columns"] = columnas
2376     tree["show"] = "headings"
2377     for col in columnas:
2378         tree.heading(col, text=col.replace("_", " ").title())
2379         tree.column(col, width=120, anchor="center")
```

Ilustración 18 Calendario con una fecha seleccionada

Fuente: elaboración propia

```
227
228 def verificar_recordatorios():
229     global recordatorios_enviados
230     try:
231         ahora = datetime.now()
232         tiempo_recordatorio = ahora + timedelta(hours=2)
233         fecha_recordatorio = tiempo_recordatorio.date()
234         hora_recordatorio_min = tiempo_recordatorio.hour * 60 + tiempo_recordatorio.minute # Convierte a minutos (integer)
235
236         conn = conectar_db()
237         if conn is None: # Verificación añadida: si la conexión falla, salir sin hacer nada
238             return # No mostrar popup de error, solo salir silenciosamente
239
240         cur = conn.cursor()
241         cur.execute("""
242             SELECT id, nombre_paciente, especialidad_medica, quirofano, cirujano_principal
243             FROM registro_cirugias
244             WHERE fecha_programada = %s AND hora_programada = %s
245             """, (fecha_recordatorio, hora_recordatorio_min)) # Ahora pasa un integer
246         cirugias = cur.fetchall()
247         cur.close()
248         conn.close()
```

Ilustración 19 Programación de recordatorios 2 horas antes de cada cirugía programada

Fuente: elaboración propia

5.2.3 ESTRUCTURA ACTUAL DE SISTEMA Y SUS OPTIMIZACIONES

La estructura del sistema ahora junta la base de datos PostgreSQL con las funciones desarrolladas en Python, uniendo módulos de registro, visualización, cancelación, reprogramación y creación de reportes. Cada parte está conectada, lo que ayuda a que la información fluya, dando seguridad y evitando la duplicidad de información. Al entrar al sistema, hay tres papeles principales: jefatura, administrador y personal médico. Cada rol tiene permisos específicos, que serán mostrados a continuación, para luego mostrar cada una de las funciones con las que cuenta el sistema quirúrgico digital.

En el calendario, se ven todas las cirugías planeadas por día, con avisos automáticos dos horas antes de cada procedimiento.

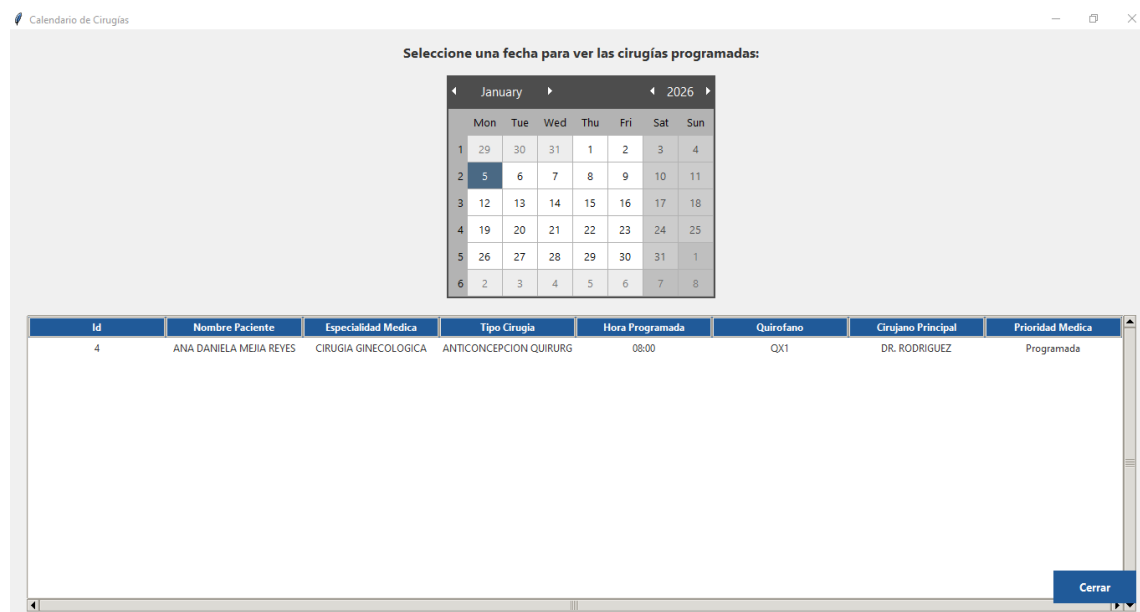


Ilustración 20 Visualización de calendario

Fuente: elaboración propia

En el registro, hay datos como número de identidad, teléfono y dirección, y también los datos clínicos básicos.

Ilustración 21 Visualización registro de pacientes

Fuente: elaboración propia

En la visualización de cirugías programadas, hay filtros para buscar por identidad, nombre y especialidad, lo que ayuda a encontrar casos concretos. También las funciones tan esenciales como validar y cancelar, y así mismo se incorporó un botón de editar para llenar o cambiar cualquier campo erróneo o faltante, sin embargo, esta función no deja editar el nombre ni número de identidad del paciente para que no exista la posibilidad de que lo sustituyan por otro paciente.

ID	Número de Identidad	Paciente	Sexo	Edad	Dirección	Teléfono	Especialidad	Duración (min)	Fecha Programada	Hora
8	0501-2012-02270	DAVID ALEJANDRO N.	M	16 Años	SAN PEDRO SULA	9508-3333	CIRUGIA GENERAL		2026-03-03	16:05

Buscar por: Número de Identidad Buscar Limpiar
Cancelar Cirugía Validar Cirugía Editar Cirugía Actualizar Listado Cerrar

Ilustración 22 Visualización de cirugías programadas

Fuente: elaboración propia

En el módulo de disponibilidad de quirófanos, se ve en el calendario cómo está cada sala. Es importante saber que, si un quirófano está como “No habilitado”, el sistema no deja programar cirugías, lo que asegura que la programación solo se haga en espacios que están en uso.

Ilustración 23 Visualización disponibilidad de quirófanos

Fuente: elaboración propia

En el módulo de Historial de cirugías realizadas ya se cuenta con la información detallada de cada hora involucrada en el proceso, como la hora de ingreso del paciente al hospital, la hora de ingreso al quirófano, la hora de inicio y fin de la cirugía, hora de entrada a recuperación y otra información necesaria para tener un registro completo de lo ocurrido en el procedimiento. Al sistema se le implemento el módulo de generar un reporte de la cirugía y exportarlo como pdf.

Número de Identificación	Paciente	Sexo	Edad	Dirección	Teléfono	Especialidad	Fecha Programada	Quirófano	Cirujano Principal	Cirujano Asistente
1804-1983-02307	DIANA SUYEN CALIX	F	42 Años	VILLANUEVA, CORTES	8972-2403	CIRUGIA ONCOLOGIA	2026-01-29	QX2	DR. MALDONADO AJ	None
0422-1991-00046	LESLEY YOHANA AGUI	F	34 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2026-01-29	QX7	DR. BLANCO	None
0401-1984-00020	JOHANNA LILIBETH SA	F	42 Años	RES LAS COLINAS, CH	3374-9049	CIRUGIA ONCOLOGIA	2026-01-28	QX2	DR. STEFAN	None
1618-1989-00472	LOURDES YOLIANA BL	F	36 Años	CHOLOMA, CORTES	9289-5528	CIRUGIA GENERAL	2026-01-27	QX5	DR. MEDRANO	None
1801-1982-02318	MARIA FELICIANA FL	F	63 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2026-01-27	QX7	DR. BLANCO	None
0803-1975-00549	AUDELY TORREZ CAP	F	50 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2026-01-27	QX7	DR. BLANCO	None
0501-1971-07199	ROXANA YAMILETH I	F	54 Años	COL. CHULA VISTA, L.	9564-0702	CIRUGIA GINECOLOGIA	2026-01-26	QX3	DR. PEREZ	None
0501-1970-08653	DILSIA VIVIANA MAT.	F	55 Años	SPS, CORTES	9798-9724	CIRUGIA GINECOLOGIA	2026-01-26	QX3	DR. PEREZ	None
0511-1998-00199	BELKIS LILIANA PAZ I	F	28 Años	None	None	CIRUGIA GINECOLOGIA	2026-01-23	QX3	DRA. RAMIREZ	None
0501-1973-02052	BESSY LILIANA CHEN	F	52 Años	None	None	CIRUGIA ONCOLOGIA	2026-01-22	QX2	DR. MALDONADO AJ	None
0501-1992-10472	ANA RAQUEL CAMBI	F	33 Años	VILLA SAN JUAN, CHU	9537-8940	CIRUGIA GINECOLOGIA	2026-01-21	QX3	DRA. TORRES	None
0501-1978-08210	RUDY YOHANA BARB	F	47 Años	COL. HONDURAS, SP	9751-9332	CIRUGIA PEDIATRIA	2026-01-20	QX3	DR. MEDRANO	None
0501-2015-00510	KARLA DAYANARA G	F	11 Años	COL. PLANETA, LA UF	3385-7226	CIRUGIA PEDIATRIA	2026-01-20	QX3	DR. MEDRANO	None
1701-1944-00198	MARIA JUANA CERRU	F	81 Años	SAN FRANCISCO, LA I	9934-2785	CIRUGIA GENERAL	2026-01-16	QX4	DRA. MEJIA	None
0613-1973-00084	ANTONIA BALERIAN	F	52 Años	COL. RODOLFO, CHO	9800-9599	CIRUGIA GINECOLOGIA	2026-01-16	QX2	DR. PEREZ	None
0801-1967-21237	ANA PAOLA NASSER	F	37 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2026-01-15	QX7	DR. BLANCO	None
1804-1986-04078	MAYRA LILIANA BAR	F	39 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2026-01-13	QX7	DR. BLANCO	None
0501-2004-08964	ANA DANIELA REYES	F	21 Años	SPS, CORTES	9865-3325	CIRUGIA GINECOLOGIA	2026-01-10	QX3	DR. RODRIGUEZ	None
0509-1961-00138	MES YANES CANALE	F	64 Años	None	9330-4799	CIRUGIA GENERAL	2026-01-08	QX4	DRA. MEJIA	None
0502-2007-104067	LIZBET YOLIANA CASI	F	18 Años	BARRIO CONCEPCION	3304-1831	CIRUGIA GINECOLOGIA	2025-12-30	QX2	DRA. TORRES	None
0501-2001-13202	DAYANA JACKELIN P	F	24 Años	COL. SATURNO, SPS, C	3369-3339	CIRUGIA GENERAL	2025-12-29	QX5	DR. MEDRANO	None

Ilustración 24 Visualización historial de cirugías realizadas

Fuente: elaboración propia

El sistema calcula automáticamente estos "Tiempos calculados" a partir de las horas registradas en la base de datos. No requieren ingreso manual del usuario. El primer calculo hace referencia al tiempo total que dura la cirugía.

$$\text{Total IQ} = \text{Hora fin de la cirugía} - \text{Hora inicio de la cirugía}$$

Ecuación 1 Total IQ

Seguidamente, existe la ecuación Total anestesia, que es la duración del procedimiento anestésico, útil para evaluar carga de trabajo del equipo de anestesia.

$$\text{Total anestesia} = \text{Hora fin anestesia} - \text{Hora inicio anestesia}$$

Ecuación 2 Total anestesia

Por otro lado, el tiempo de limpieza para el HLMV es de 25 minutos representando el tiempo estándar de limpieza y preparación del quirófano entre procedimientos. Para luego ser utilizado en otras ecuaciones como en Total en el quirófano + limpieza, que es el tiempo total de ocupación del quirófano incluyendo el procedimiento y la limpieza posterior.

$$\text{Total en quirófano} + \text{limpieza}$$

$$= (\text{Hora salida a recuperación} - \text{Hora entrada al quirófano}) + \text{Tiempo limpieza}$$

Ecuación 3 Total en el quirófano + limpieza

Para finalizar, existe la ecuación salida paciente de recuperación a cirugía (Cx), la cual hace referencia al tiempo que el paciente permanece en recuperación antes de ser dado de alta o trasladado, representada por la ecuación 4. Y la duración de cirugía con recuperación, que es el tiempo global que incluye la cirugía, limpieza y recuperación del paciente, representada por la ecuación 5.

$$\text{Salida paciente de recuperación a cirugía (Cx)}$$

$$= \text{Hora salida de recuperación} - \text{Hora salida de quirófano a recuperación}$$

Ecuación 4 Salida paciente de recuperación a cirugía (Cx)

$$\text{Duración de cirugía con recuperación}$$

$$= (\text{Total en quirófano} + \text{limpieza})$$

$$+ \text{Salida paciente de recuperación a cirugía}$$

Ecuación 5 Duración de cirugía con recuperación

Ficha del Paciente - Sistema de Cirugías HLMV

Generado el: 05/03/2026 17:19

Información del Paciente	
Campo	Valor
Número de Identidad	0501-2004-08964
Nombre	ANA DANIELA REYES MEJIA
Sexo	F
Edad	21 Años
Dirección	SPS, CORTES
Teléfono	9865-3325
Información de la Cirugía	
Campo	Valor
Especialidad Médica	CIRUGIA GINECOLOGICA
Tipo de Cirugía	ANTICONCEPCION QUIRURGICA VOLUNTARIA
Fecha Programada	2026-01-10
Quirófano	QX2
Cirujano Principal	DR. RODRIGUEZ
Cirujano Asistente	N/A
Prioridad Médica	Programada
Tipo de Prioridad	II
Observaciones	N/A
Información de Validación	
Campo	Valor
Hora de Inicio	10:10
Hora de Fin	11:00
Estado del Paciente	Estable
Resultado	Exitosa
Información Adicional	N/A
Tipo de Anestesia	GENERAL
Hora Solicitud Paciente	08:50
Hora Llegada Paciente	09:30
Hora Entrada Quirófano	09:50
Hora Inicio Anestesia	09:55
Hora Fin Anestesia	11:00
Hora Salida Recuperación	11:10
Salida Paciente Recuperación	12:15
Tiempo Limpieza (min)	00:25
Instrumenta	ROSA MIRANDA
Circula	JUANA HERRERA
Anestesiólogo	TEC. LIDIA
Enfermería	LIC. HERNANDEZ
Tiempos Calculados	
Campo	Valor
Total IQ (min)	00:50
Total Anestesia (min)	01:05
Total en Quirófano + Limpieza (min)	01:45
Salida Paciente Recuperación a Cx (min)	01:05
Duración Cx con Recuperación (min)	02:50

Sistema de Gestión de Cirugías - HLMV

Ilustración 25 Ejemplo ficha de paciente exportada en pdf

Fuente: elaboración propia

En el registro de las cancelaciones, se activó la función de reprogramar. Cuando una operación cancelada se vuelve a programar, pasa de manera automática a la sección de operaciones programadas con los datos actualizados. No obstante, el registro original se queda en el historial con una columna que señala el estado “Sí”, impidiendo que se vuelva a programar y asegurando que la información antigua se guarde.

Historial de Cirugías Canceladas

Número de Identidad	ID	ID Cirugía	Paciente	Sexo	Edad	Dirección	Teléfono	
0501-2004-08964	62	1	ANA DANIELA REYES MEJIA	F	21 Años	SPS, CORTES	9865-3325	C
1613-1951-00559	27	27	ISABEL MARTINEZ	F	None	None	None	C
1618-1977-00258	26	26	BLANCA ROSA RODRIGUEZ I	F	48 Años	SECTOR EL OCOTILLO, SPS, C	9932-8935	C
0501-1963-05664	24	24	ALMA ONEYDA GUTIERREZ S	F	61 Años	COFRADIA, SPS, CORTES	9808-7474	C
0501-1980-09516	23	23	SADIA SAMIRA OCAMPO AR	F	45 Años	COL. ANEXO BUENA INVERSI	9543-7310	C
0501-2021-00074	25	25	MADDISON NOHEMI MOLIN	F	5 Años	None	None	C
0807-1959-00027	22	22	MARIANA FLORES CERNAS	F	66 Años	COL.MORAZAN, PROGRESO,	9370-4604	C
1503-1991-02142	21	21	OLGA ELVEDA TOME FLORE	F	34 Años	CHAMELECON,SPS, CORTES	8928-0084	C
0503-1954-00075	19	19	MARIA ELSA AMAYA CASTRI	F	64 Años	COL. PRADERA, SPS, CORTES	9878-8222	C
0501-1963-05664	20	20	ALMA ONEYDA GUTIERREZ S	F	61 Años	COFRADIA, SPS, CORTES	9808-7474	C
1616-2025-00012	18	18	LIAN MATEO FERNANDEZ AI	M	1 Años	SPS, CORTES	9592-5292	C
0501-1998-02505	44	44	ADA ROSMERY CABALLERO	F	27 Años	COL. FESTIRANH, SPS, CORTI	9324-8613	C
0205-1972-00381	17	17	SINIA MIREYA CASTRO MURI	F	53 Años	COL. BRISAS DEL VALLE,SPS,	9761-4291	C
0502-1987-00876	43	43	MARLENY ELIZABETH MARO	F	42 Años	EL OCOTILLO, SPS, CORTES	9925-3757	C
0501-1975-03137	16	16	GLORIA ARGENTINA VASQUI	F	27 Años	SPS, CORTES	9902-8006	C
0405-2002-00209	42	42	LOIDA AZUCENA TREJO SAN	F	23 Años	BUENOS AIRES, CORQUIN, C	9360-4287	C
0501-1971-07199	15	15	ROXANA YAMILETH LOPEZ V	F	54 Años	COL. CHULA VISTA, LA LIMA	9564-0702	C
1402-1980-00110	14	14	GLORIA MARTINEZ CORTES	F	45 Años	SPS, CORTES	9843-8559	C
1517-1983-00371	41	41	NORMA OFELIA MEJIA RIVER	F	39 Años	BARRIO ABAJO,CHOLOMA, C	9693-5957	C
0401-1978-00975	40	40	SANDRA YAMILETH SARMIE	F	None	None	None	C
0502-1989-02844	39	39	BRENDA SUYAPA TREJO CAS	F	55 Años	COL. LOPEZ ARELLANO,CHC	9448-7507	C

Buscar por:

Ilustración 26 Visualización historial cirugías canceladas

Fuente: elaboración propia

Reprogramar Cirugía

Nombre del paciente*	Quirófano*
ANA DANIELA REYES MEJIA	QUI2
Número de Identidad*	Cirujano principal*
0501-2004-08964	DR. RODRIGUEZ
Sexo*	Cirujano asistente
F	
Edad*	Fecha*
21 Años	2026-01-10
	Hora* 10 : 00 Duración (min)* 30
Dirección*	Prioridad médica*
SPS, CORTES	Programada
Teléfono*	Tipo de Prioridad*
9865-3325	
Especialidad médica*	Observaciones
CIRUGIA GINECOLOGICA	
Tipo de cirugía*	
ANTICONCEPCION QUIRURGICA VOLUNTARIA	

Ilustración 27 Visualización para reprogramar cirugías

Fuente: elaboración propia

En la sección de estadísticas el sistema presenta data de once indicadores principales mostrados a continuación, que fueron diseñados para ofrecer una visión completa del desempeño quirúrgico. Cada uno de ellos se encuentra vinculado directamente con la base de datos, lo que permite que las gráficas se actualicen en tiempo real conforme se registran nuevas operaciones o modificaciones en el sistema. Además, todas las gráficas pueden filtrarse por rangos de fecha ya sea semanal, mensual o anual, lo que permite un análisis dinámico y adaptado a las necesidades de gestión.

La gráfica de cirugía por especialidad muestra la distribución de las cirugías realizadas según la especialidad médica. Permite identificar cuáles áreas quirúrgicas tienen mayor carga operativa, facilitando la planificación de recursos humanos y materiales. Además, ayuda a priorizar especialidades con alta demanda para reducir la mora quirúrgica.

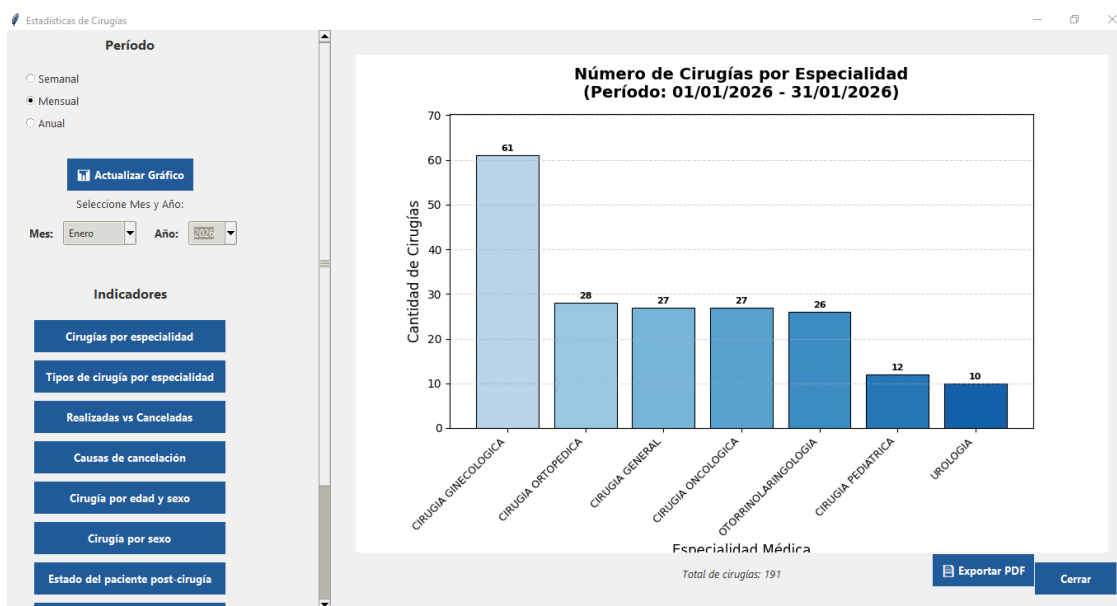


Ilustración 28 Gráfica de cirugía por especialidad

Fuente: elaboración propia

En la gráfica de tipos de cirugía por especialidad se visualizan los tipos de procedimientos más frecuentes dentro de cada especialidad. Como ejemplo, se muestra los tipos de cirugía para la especialidad de cirugía general.

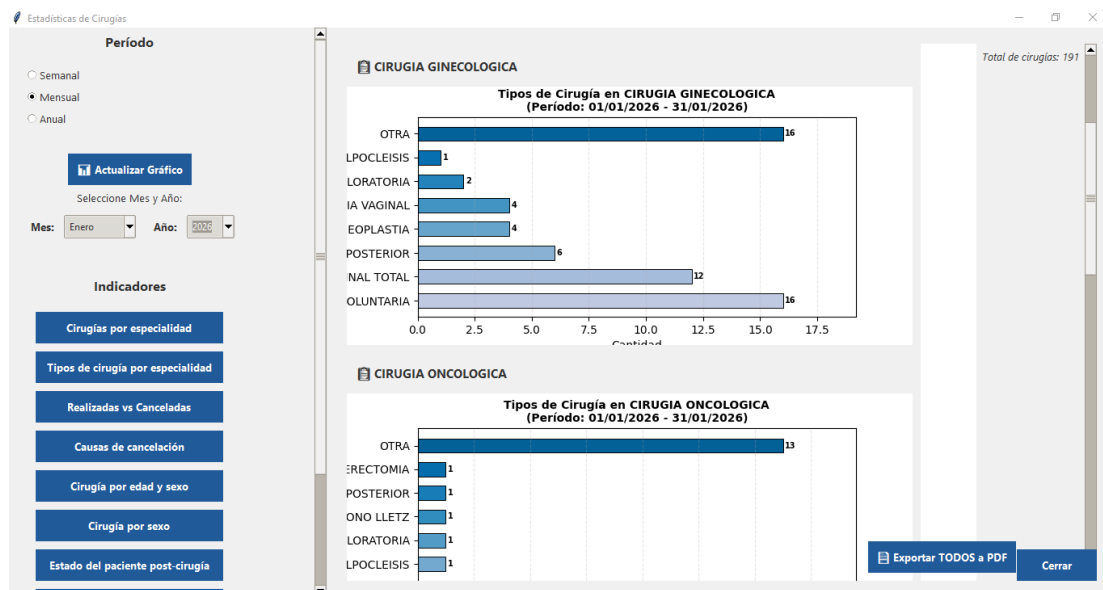


Ilustración 29 Ejemplo de gráfica de tipos de cirugía por especialidad medica

Fuente: elaboración propia

Seguidamente se encuentra la gráfica de cirugías realizadas vs canceladas, esta comparación permite evaluar la eficiencia del sistema quirúrgico. Un alto número de cancelaciones puede indicar problemas en la programación, disponibilidad de recursos o fallas en la coordinación institucional.

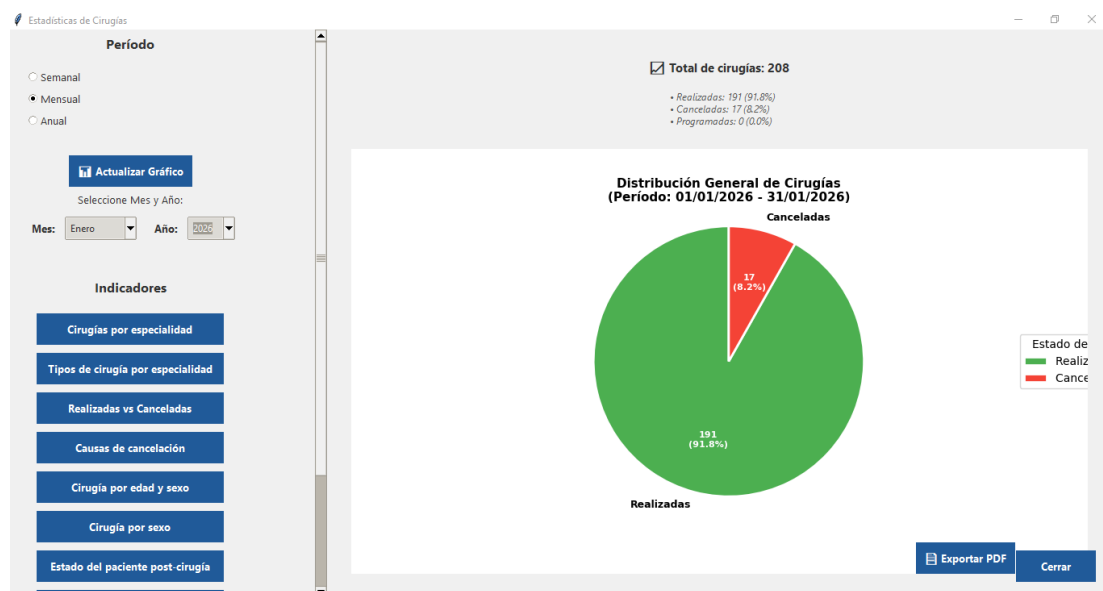


Ilustración 30 Gráfica de cirugías realizadas vs canceladas

Fuente: elaboración propia

La gráfica de causas de cancelación desglosa los motivos más comunes por los cuales se cancelan las cirugías, como falta de paciente, motivos técnicos, ausencia de personal, entre otros motivos. Esta información permite tomar decisiones correctivas y prevenir futuras cancelaciones.

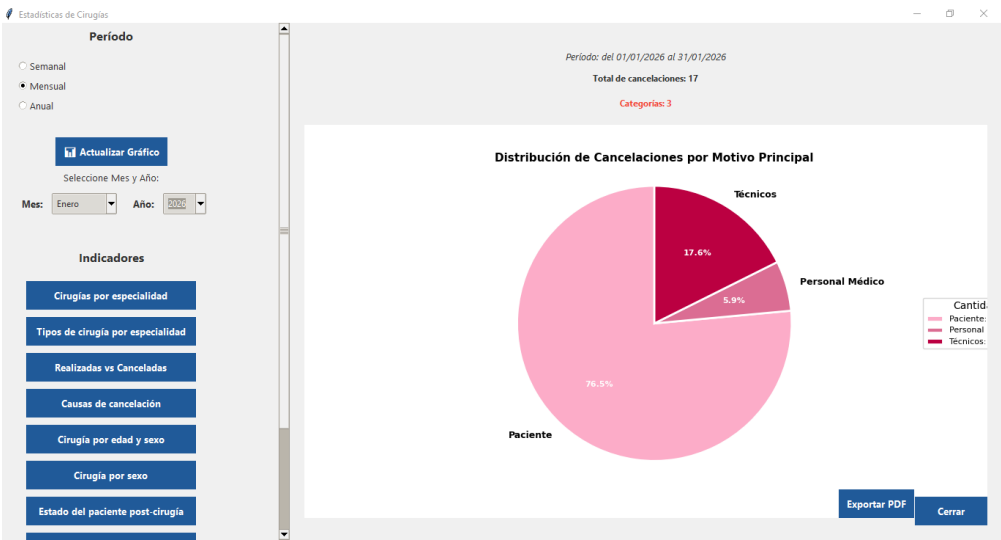


Ilustración 31 Gráfica de causas de cancelación

Fuente: elaboración propia

Se agregaron graficas de cirugías por sexo y edad, la cual esta dividida en dos páginas la de niños y adolescentes y la de adultos. Y también se agregó otra grafica solamente por sexo ya sea femenino o masculino, mostrada en la Ilustración 33.

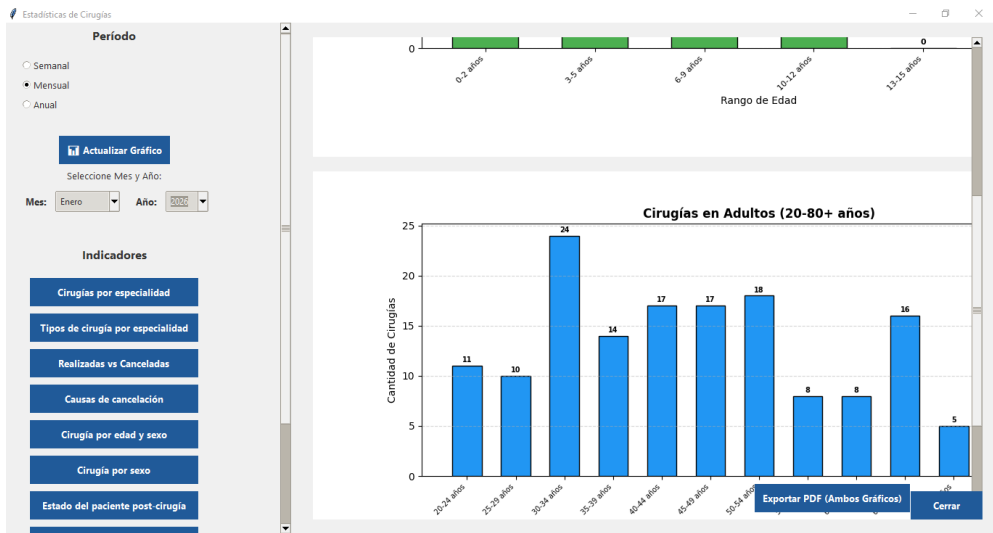


Ilustración 32 Gráfica cirugía por sexo y edad

Fuente: elaboración propia

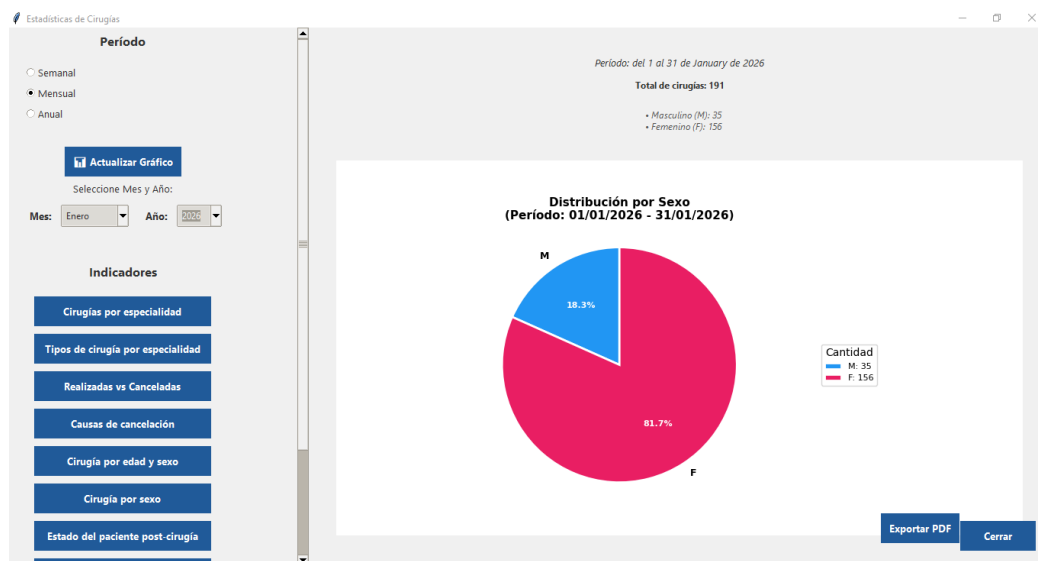


Ilustración 33 Gráfica cirugía por sexo

Fuente: elaboración propia

En la siguiente grafica muestra el estado del paciente post cirugía, el estado clínico de los pacientes después de la intervención (estable, critico, etc.). Esta métrica es fundamental para la calidad de la atención quirúrgica y detectar áreas de mejora en el proceso postoperatorio.

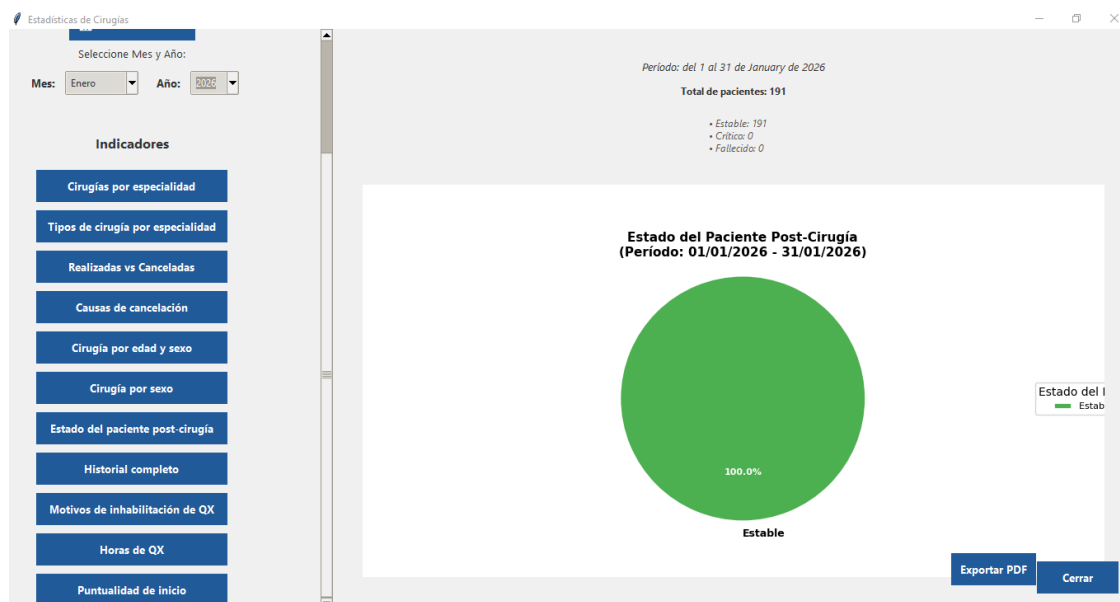


Ilustración 34 Gráfica de estado de paciente post cirugía

Fuente: elaboración propia

El módulo de historial completo de cirugías permite visualizar cuantas cirugías fueron completados, de no ser así deberían de aparecer como incompletas.

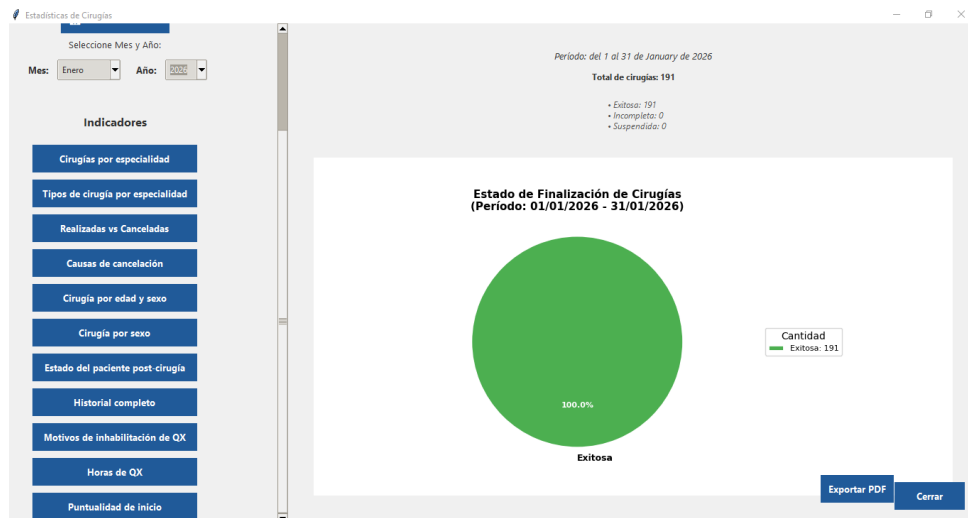


Ilustración 35 Gráfica de completitud de historial quirúrgico

Fuente: elaboración propia

El sistema también cuenta con motivos de inhabilitación de quirófanos, donde se muestran las razones por las cuales un quirófano no está disponible (mantenimiento, falta de personal, fallas técnicas). Esta información es clave para priorizar intervenciones en infraestructura y asegurar la continuidad operativa.

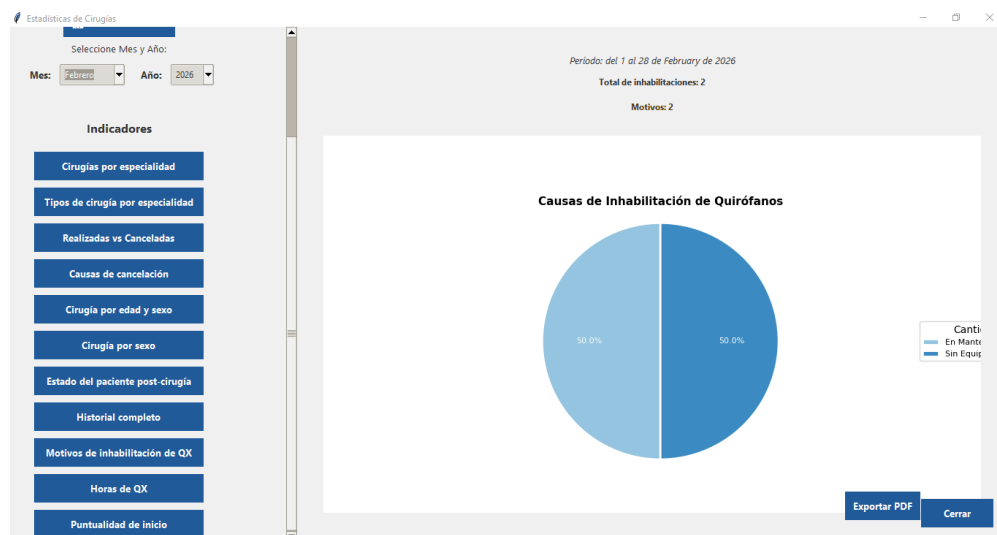


Ilustración 36 Gráfica de motivos de inhabilitación de quirófanos

Fuente: elaboración propia

La gráfica de Horas Qx muestra el total de horas en las que se utilizó la sala de operaciones completa, sumando el total IQ de todos los quirófanos.

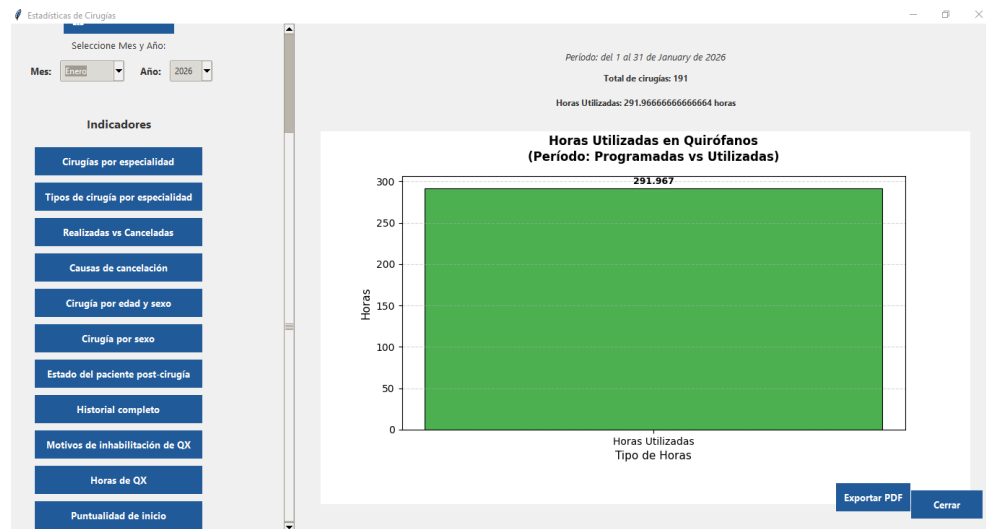


Ilustración 37 Gráfica horas qx

Fuente: elaboración propia

Y la gráfica de puntualidad en el inicio de cirugías mide el cumplimiento de los horarios programados. Identificar retrasos frecuentes permite mejorar la coordinación entre equipos, reducir tiempos muertos y optimizar el uso de los quirófanos.

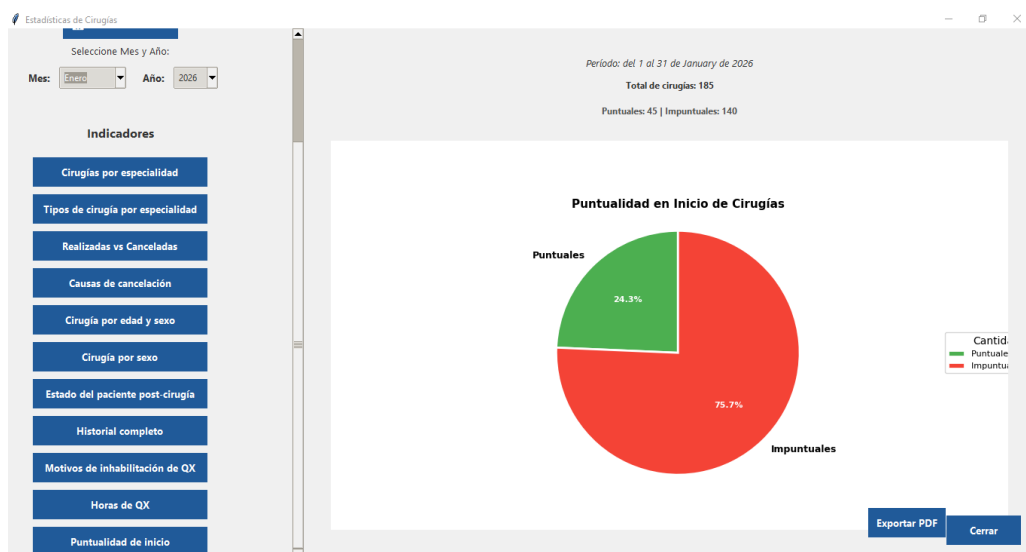


Ilustración 38 Gráfica de puntualidad de inicio

Fuente: elaboración propia

5.2.3.1 Rol de jefatura

Este rol puede acceder a todas las funciones del sistema. La pantalla se ve de forma ordenada, empezando con el calendario de cirugías diarias, luego el módulo para registrar pacientes y cirugías, la opción de ver las cirugías programadas, la parte de disponibilidad de quirófanos, el historial de cancelaciones y al final el módulo de estadísticas.

5.2.3.2 Rol de administrador

El administrador tiene acceso a los apartados de registro cirugías, visión de cirugías programadas y disponibilidad de quirófanos. Esto debido a que su tarea primordial es ayudar a la gestión de trabajo, viendo que los datos puestos sean ciertos y que el plan se quede al día.

5.2.3.3 Rol de personal médico

El rol de personal médico tiene un acceso menor, basado en el registro de pacientes, vista de cirugías ya programadas, así como también el calendario de estas cirugías. Para que luego su desempeño se refleje en el historial de cirugías realizadas, siendo indicador directo de la calidad asistencial y del cumplimiento de la programación quirúrgica.

5.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Este apartado de características técnicas muestra los componentes clave que conforman el sistema optimizado, notando las herramientas de programación, el manejador de base de datos y las funciones integradas. La optimización se hizo con el propósito de dar una solución eficiente, que se sea escalable y que se ajuste al contexto del hospital de Honduras, dando valor al uso de software gratis y de entrada libre para asegurar sostenibilidad y accesibilidad. En esta parte se describen con detalle los elementos tecnológicos utilizadas, así como las ventajas que dan en temas de seguridad, interoperabilidad y que sea fácil de mantener.

5.3.1 VISUAL STUDIO CODE – PYTHON

El sistema se hizo usando el lenguaje de programación Python, reconocido por ser útil y tener muchas librerías que ayudan a crear programas robustos. Para hacer el programa usamos Visual Studio Code, el cual permitió una programación modular y más organizada. Para que la interfaz se pudiera mirar más acorde, usamos Tkinter y ttk, logrando que sea fácil de entender para personas que no saben mucho de tecnología. Como es un programa para usar en computadoras diferentes, el sistema funciona en computadoras con sistemas operativos Windows y Linux, asegurando la interoperabilidad y la accesibilidad sin necesidad de licencias.

Tabla 9 Características técnicas de VS Code

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
ULTIMA VERSIÓN	Python 3.10+
ENTORNO DE DESARROLLO DEL PROGRAMA	Visual Studio Code.
INTERFAZ GRAFICA	Tkinter + ttk (con estilos personalizados).
TIPO DE APLICACIÓN	Escritorio de multiplataforma.
COMPLEJIDAD DE USO	Interfaz intuitiva, sin necesidad de previos conocimientos técnicos y facilidad de uso.
INTEROPERABILIDAD	Compatible con sistemas operativos Windows y Linux.
LICENCIA	Sin licencia requerida, es opensource.
COSTO	Gratuito.

Fuente: elaboración propia

5.3.2 GESTOR DE BASE DE DATOS – POSTGRESQL

Para guardar la información, usamos el sistema de base de datos PostgreSQL, que se maneja con pgAdmin4. Elegimos esta herramienta porque es fuerte, segura y puede crecer si el hospital lo necesita. El sistema tiene control de transacciones con el modelo ACID, asegurando la integridad de los datos clínicos y quirúrgicos. También, cuenta con la importación y exportación de información en formatos CSV y SQL, lo que facilita la interoperabilidad con otros sistemas hospitalarios. La seguridad está garantizada con credenciales y contraseñas, dejando ingresar solo a personas autorizadas. Como es un programa gratis, usarlo no cuesta más, lo que lo hace bueno para hospitales públicos con poco presupuesto.

Tabla 10 Características técnicas de PostgreSQL

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
GESTOR DE BASE DE DATOS	PostgreSQL 13+
INTERFAZ DE ADMINISTRACIÓN	pgAdmin4
SEGURIDAD	Acceso restringido mediante usuarios, credenciales y validación de los distintos roles.
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	Escalable según el servidor sin ninguna pérdida de registro.
TRANSACCIÓN	Control ACID.
RESPALDO	Copias de seguridad exportables en .sql o .backup desde pgAdmin.
IMPORTACIÓN DE DATOS	Permite importar datos desde archivos CSV o SQL.
INTEROPERABILIDAD	Conectividad con aplicaciones externas a través de psycopg2 y APIs.
COSTOS	Gratuito.

Fuente: elaboración propia

5.3.3 SISTEMA INTEGRADO

La optimización del sistema y ya integrado reúne varias funciones orientadas a la gestión en hospitales. Dentro de estas está el registro de cirugías, el visualizar las cirugías programadas y realizadas, igual que el cancelación y reprogramación de las cirugías. Se cuenta con un módulo para gestionar quirófanos, que ayuda a tener un control de la disponibilidad y el estado de los quirófanos ya sea “Habilitado” o “No Habilitado”. Aparte, se implementó un calendario quirúrgico que muestra las cirugías programadas por día, junto con un espacio estadístico que crea gráficas de ocho indicadores médicos y administrativos. Otra característica es el sistema de recordatorios automáticos, que le informa al personal 2 horas antes de cada cirugía y permite confirmar o cancelar al instante. La seguridad es mayor al dar permisos distintos según el rol del usuario (jefatura, administración o personal médico) y agregando la firma digital que es requerida para las funciones más importantes como lo es validar, cancelar, reprogramar y exportar.

Tabla 11 Características técnicas del sistema integrado

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
FUNCIONES PRINCIPALES	Registro, visualización, validación, cancelación y reprogramación de cirugías.
GESTIÓN DE QUIRÓFANOS	Control de disponibilidad y verificación del estado.
HISTORIAL QUIRÚRGICO	Registro de cirugías realizadas y canceladas.
MÓDULO ESTADÍSTICO	Gráficos con indicadores médicos y administrativos.
RECORDATORIOS AUTOMÁTICOS	Notificaciones de cirugías programadas con confirmación/cancelación.
SEGURIDAD	Diferentes accesos según el tipo de usuario (roles definidos).
INTEROPERABILIDAD	Integración en centros hospitalarios con PCs estándar y PostgreSQL.
ESCALABILIDAD	Preparado para adaptarse a mayor volumen de datos.
MANTENIMIENTO	Bajo, permite ajustes rápidos en Python y PostgreSQL
REQUISITOS MÍNIMOS	Python 3.10+, PostgreSQL 13+, 8GB RAM, 2GB de espacio disponible.
COSTO	Licencias y suscripciones del software: \$0.

Fuente: elaboración propia

5.4 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de la optimización del sistema de gestión quirúrgica en hospitales, se propone hacer uso de una computadora que se encuentre dentro del hospital configurada como un servidor local. Esto con el fin de minimizar la inversión inicial, no generar costos adicionales en el contexto de los hospitales con recursos limitados y manteniendo una solución viable para las instalaciones de salud.

Tabla 12 Análisis de costos

CONCEPTO	RANGO DE COSTO
MEJORAS OPCIONALES	\$70 - \$200
INFRAESTRUCTURA	\$150 - \$500
SOFTWARE	\$0
MANO DE OBRA	\$500 - \$1,500
TOTAL ESTIMADO	\$720 - \$2,200

Fuente: elaboración propia

El precio estimado es para la implementación y puesta en marcha del sistema este puede incrementar dependiendo de la necesidad del establecimiento y de los servicios que desea requerir el cliente en cuanto a su mantenimiento y soporte. El modelo propuesto permite una implementación de bajo costo debido a que se hará uso de infraestructura existente y se elimina el costo de licencias de software.

5.4.1 CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

La implementación de la optimización del sistema de gestión quirúrgica utilizando una computadora ya existente como un servidor local implica una planificación adecuada para poder garantizar la estabilidad.

Tabla 13 Consideración para implementación

CONSIDERACIONES	DESCRIPCIÓN
INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	El sistema se ejecutará en una computadora encendida de forma constante funcionando como servidor local. Se debe considerar:

Fuente: elaboración propia

Tabla 14 Continuación

CONSIDERACIONES	DESCRIPCIÓN
INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	• Ubicación segura del equipo con acceso restringido • Conexión estable • Protección eléctrica mediante UPS
LIMITACIONES TÉCNICAS	• Se recomienda destinar el equipo exclusivamente al sistema. • Realizar mantenimiento preventivo periódico.
SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	• Copias de seguridad periódicamente • Políticas de uso del equipo servidor
IMPLEMENTACIÓN OPERATIVA	• Se recomienda una implementación progresiva haciendo pruebas piloto en el área. • Ajustes de retroalimentación continuando de una expansión a otras áreas.
FACTOR HUMANO	• Garantizar la capacitación al personal.

Fuente: elaboración propia

5.5 MANUAL TÉCNICO DEL SISTEMA

El manual técnico del sistema de gestión quirúrgica fue elaborado con el objetivo de facilitar la comprensión, implementación y uso eficiente de la plataforma desarrollada. Este documento está desarrollado independientemente el rol que se vaya a utilizar, ya sea el personal administrativo, médico o jefatura, ya que proporciona una guía detallada de cada módulo del sistema, desde los requisitos técnicos hasta las buenas prácticas de uso.

El contenido se organiza de forma estructurada para permitir una navegación intuitiva. Inicia con una introducción general al sistema y los requerimientos técnicos necesarios para su instalación y funcionamiento. Posteriormente, se presenta una guía paso a paso de cada función por rol, en donde el rol de jefatura resulta ser el usuario con más funciones en donde se agrega el uso del calendario de cirugías, el registro de pacientes y procedimientos, la visualización de cirugías programadas, la disponibilidad de quirófanos y el acceso al historial de cirugías realizadas.

Además, se explican los módulos de estadísticas, cancelaciones y reprogramaciones, permitiendo al usuario interpretar los datos y tomar decisiones informadas. El manual también incluye al final recomendaciones de buenas prácticas para garantizar la integridad de los datos y el uso seguro del sistema, así como información de contacto para soporte técnico en caso de incidencias. Esto resulta ser una herramienta clave para asegurar la correcta adopción del sistema, promover su uso eficiente y garantizar la sostenibilidad de la solución tecnológica implementada.



Ilustración 39 Portada Manual técnico para jefatura

Fuente: elaboración propia

Para cancelar una cirugía:

1. Aprete el botón de Cancelar cirugía.
2. Coloque el motivo de cancelación.
3. Introduzca la contraseña asignada.
4. Visualice la cirugía en Historial de cancelaciones (pag.08)

Ejemplo paciente ficticio:

The image shows two screenshots from a software interface. The first screenshot is a window titled 'Motivo de Cancelación' with a subtitle 'Cancelar cirugía de ANA DANIELA REYES MEJIA'. It contains two dropdown menus: 'Categoría de motivo*' with 'Paciente' selected, and 'Motivo específico*' with 'NO SE PRESENTÓ' selected. At the bottom are two buttons: 'Confirmar Cancelación' and 'Cancelar'. The second screenshot is a smaller window titled 'Código de Cancelación' with the prompt 'Ingrese el código para cancelar la cirugía:'. It has a text input field and two buttons: 'OK' and 'Cancel'.

Para validar una cirugía:

1. Aprete el botón de Validar cirugía.
2. Llene todos los campos indicados.
3. Introduzca la contraseña asignada.
4. Visualice la cirugía en Historial de cirugías realizadas (pag.06)

Ejemplo paciente ficticio:

The image shows two screenshots from a software interface. The first screenshot is a window titled 'Validar Cirugía'. It contains several form fields: 'Hora de Inicio' (10:00), 'Hora de Finalización' (11:00), 'Estado del Paciente' (Estable), 'Resultado de la Cirugía' (Exitosa), 'Información Adicional' (empty), 'Tipo de anestesia aplicado' (GENERAL), 'Solicitud Paciente Hora' (08:00 - 10:00), 'Urgencia de paciente a quirófano hora' (08:00 - 10:00), 'Total IQ (min):' (50), 'Total anestesia (min):' (60), 'Tiempo limpieza (min):' (25), 'Total en quirófano - limpieza (min):' (85), 'Sale paciente de recuperación a ox (min):' (60), 'Duración de ox con recuperación (min):' (170), 'Instrumento' (ROSA MIRANDA), and 'Cirujano' (empty). A 'Guardar Validación' button is in the top right. The second screenshot is a smaller window titled 'Código de Validación' with the prompt 'Ingrese el código para validar la cirugía:'. It has a text input field and two buttons: 'OK' and 'Cancel'.

Ilustración 40 Manual técnico en el campo de cirugías programadas

Fuente: elaboración propia

5.6 PERCEPCIÓN DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN EL BLOQUE QUIRÚRGICO

La encuesta realizada a cuatro personas del área de gestión de pacientes y gestión quirúrgica permitió ver lo que piensa el personal sobre la optimización del sistema y su funcionamiento. En general, el personal manifestó satisfacción con el programa, resaltando lo útiles que son los módulos creados para apoyar en su trabajo diario. Se recibieron algunos comentarios que sugerían pequeños cambios que harían más fácil su uso, lo que muestra una buena actitud para la mejora continua. También, se notó cierta resistencia al cambio en una de las personas presentes, debido a que no conocía mucho las herramientas tecnológicas, por lo que se necesitó una explicación aún más detallada del funcionamiento del sistema para su comprensión.

5.6.1 PERFIL DEL PERSONAL ENCUESTADO

Las cuatro presentes del personal pertenecían al área de gestión de pacientes, técnico de lista de espera, y administrador.

¿Cuál es su rol en el hospital actualmente?

4 responses

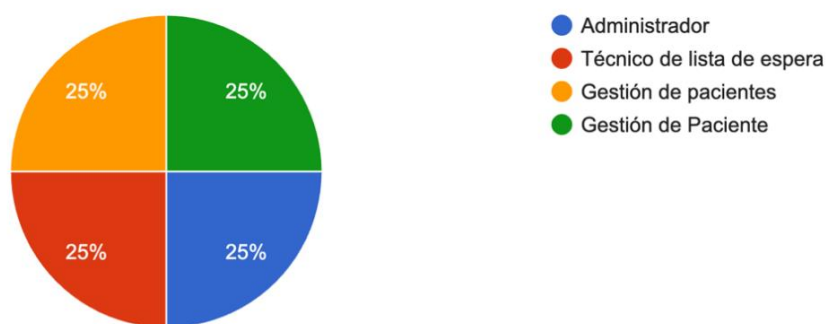


Ilustración 41 Gráfico sobre el personal encuestado

Fuente: elaboración propia

En cuanto al tiempo que llevan trabajando en el hospital, 2 de las personas llevan de 1 a 3 años, otra de las personas lleva más de 10 años y la otra persona de 4 a 6 años.

¿Hace cuánto tiempo trabaja en este hospital?

4 responses

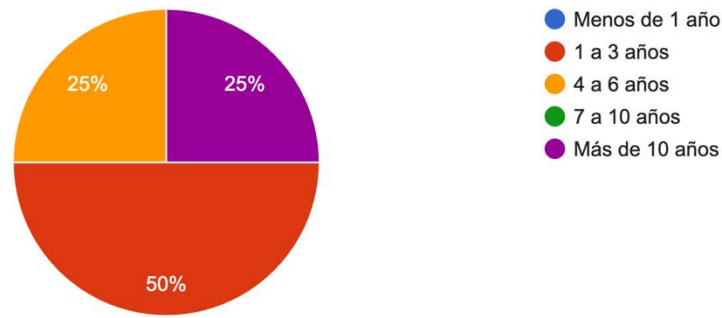


Ilustración 42 Gráfico sobre el personal encuestado

Fuente: elaboración propia

5.6.2 INTERFAZ Y ORGANIZACIÓN DE MENÚS

Del personal presente con el 75% dijeron que navegar por la interfaz es fácil o muy fácil, pero un 25% lo clasifico como neutral.

¿Qué tan fácil le resulta navegar por la interfaz del sistema?

4 responses

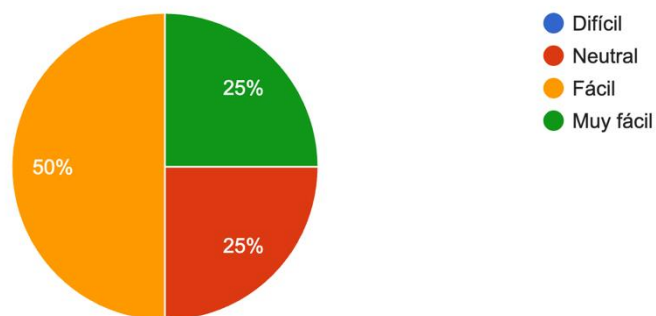


Ilustración 43 Gráfico sobre la interfaz del sistema

Fuente: elaboración propia

También, el 75% pensó que los menús y opciones están ordenados de forma clara, lo que ayuda a que el sistema sea fácil de usar.

¿Considera que los menús y opciones están organizados de manera clara?

4 responses

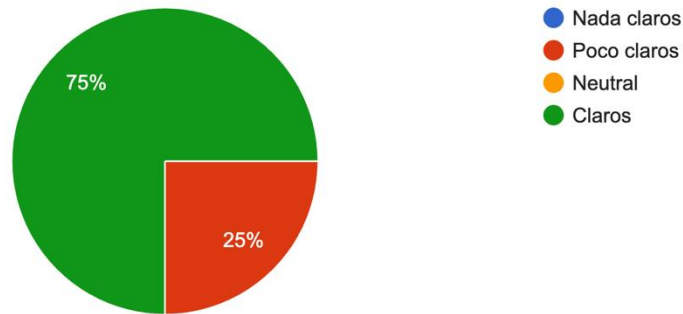


Ilustración 44 Gráfico sobre la organización de menús

Fuente: elaboración propia

5.6.3 DISEÑO VISUAL Y FACILIDAD DE APRENDIZAJE

El 75% opinó que el diseño visual hace más fácil entender la información, aunque un 25% dijo tener alguna dificultad.

¿El diseño visual del sistema facilita la comprensión de la información?

4 responses

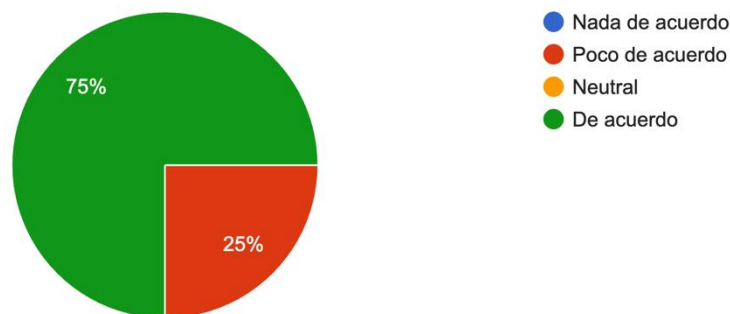


Ilustración 45 Gráfico sobre diseño visual del sistema

Fuente: elaboración propia

5.6.4 REGISTRO Y CANCELACIÓN DE CIRUGÍAS

En cuanto al registro de una cirugía se vio con una satisfacción del 75% resultaron satisfechos con el sistema, aunque un 25% una posición neutral.

¿Qué tan sencillo es registrar una cirugía en el sistema?

4 responses

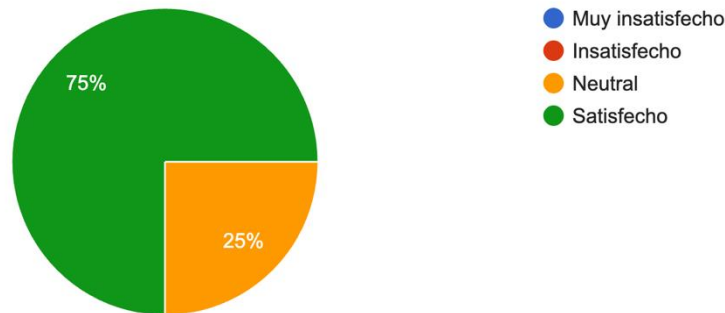


Ilustración 46 Gráfico sobre registro de pacientes

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, en el proceso de cancelación o reprogramación tuvo opiniones distintas: el 75% lo sintió poco claro y solo un 25% lo vio muy claro, mostrando un punto a mejorar para que el personal tenga más practica con este módulo.

¿El proceso de cancelación o reprogramación de cirugías es claro y confiable?

4 responses

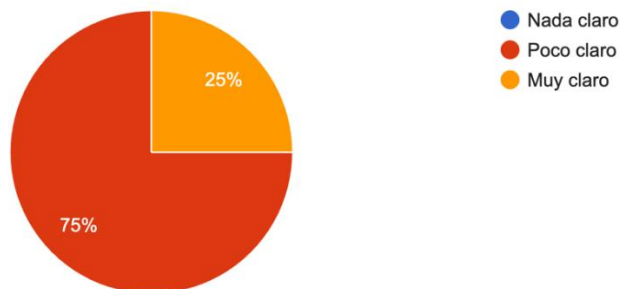


Ilustración 47 Gráfico sobre cancelación y reprogramación de cirugías

Fuente: elaboración propia

5.6.5 CALENDARIO QUIRÚRGICO Y RECORDATORIOS AUTOMÁTICOS

El personal percibió que el calendario quirúrgico diario ayuda mucho a organizar mejor su trabajo, y un 75% lo calificó como “muy útil”.

¿El calendario quirúrgico diario le permite organizar mejor su trabajo?

4 responses

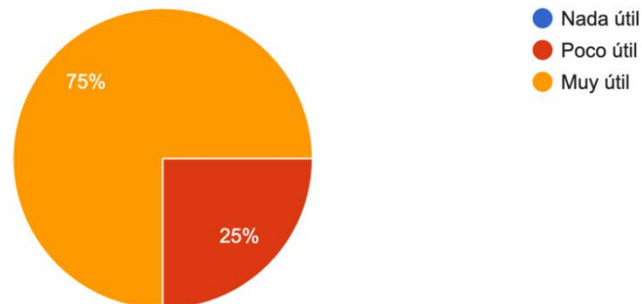


Ilustración 48 Gráfico sobre calendario quirúrgico

Fuente: elaboración propia

Además, todos concordaron que los recordatorios automáticos de cirugías programadas son “muy útiles”, lo que demuestra lo importantes que son estas funciones para la coordinación y la planificación.

¿Qué tan útiles son los recordatorios automáticos de cirugías programadas?

4 responses

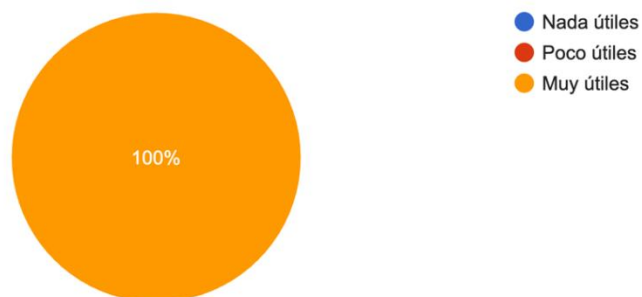


Ilustración 49 Gráfico sobre recordatorios automáticos

Fuente: elaboración propia

5.6.6 HISTORIAL DE CIRUGÍAS Y RAPIDEZ DEL SISTEMA

El 100% del personal indicó que el historial de cirugías canceladas y realizadas es “muy relevante” para su trabajo.

¿El historial de cirugías canceladas y realizadas le resulta relevante para su labor?

4 responses



Ilustración 50 Gráfico sobre historiales de cirugías

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la rapidez del sistema, el 75% indicó estar satisfecho y un 25% muy satisfecho, lo que demuestra que tienen una buena percepción de su funcionamiento técnico.

¿El sistema responde de manera rápida al realizar búsquedas o registrar información?

4 responses

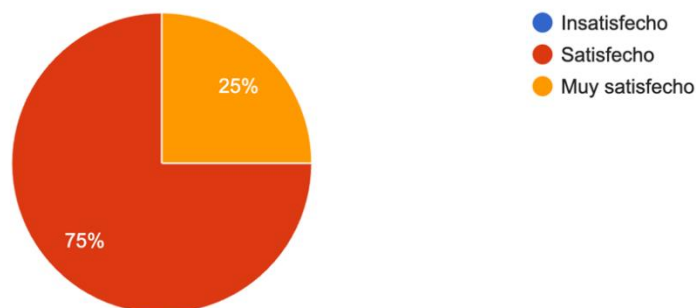


Ilustración 51 Gráfico sobre rapidez del sistema

Fuente: elaboración propia

5.6.7 RETRASOS Y TIEMPO DE CARGA

La mitad de los encuestados indico ver pocos retrasos en las funciones principales, y la otra mitad dijo no experimentar ninguna falla.

¿Experimento retrasos o fallos al utilizar las funciones principales?

4 responses

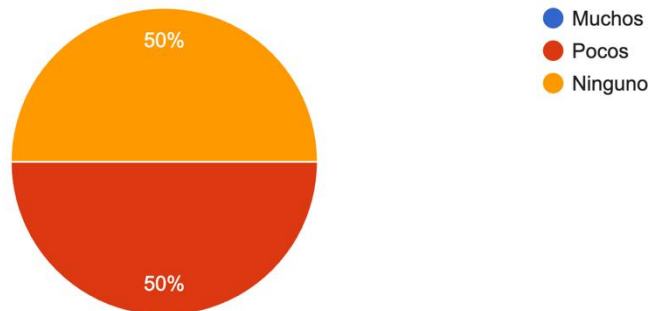


Ilustración 52 Gráfico sobre retrasos o fallos

Fuente: elaboración propia

Sobre el tiempo que tarda en cargar, el 100% de los encuestados indico que el tiempo es adecuado para el flujo del hospital.

¿Considera que el tiempo de carga es adecuado para el entorno hospitalario?

4 responses

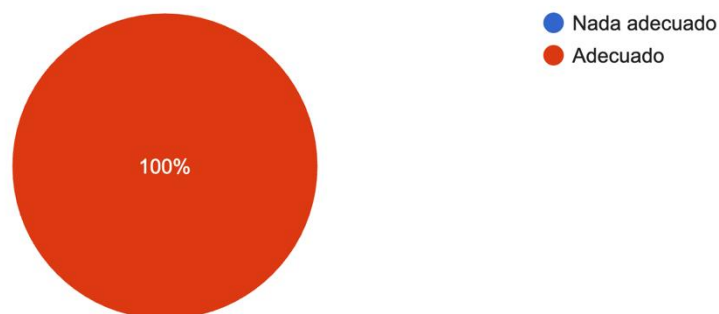


Ilustración 53 Gráfico sobre tiempo de carga

Fuente: elaboración propia

5.6.8 COORDINACIÓN DE ROLES Y ESTADÍSTICAS EN TIEMPO REAL

Los resultados indican que todos están de acuerdo en que el sistema ayuda a coordinar los diferentes roles del bloque quirúrgico.

¿El sistema facilita la coordinación entre los diferentes roles (jefe, administrador, personal médico)?
4 responses

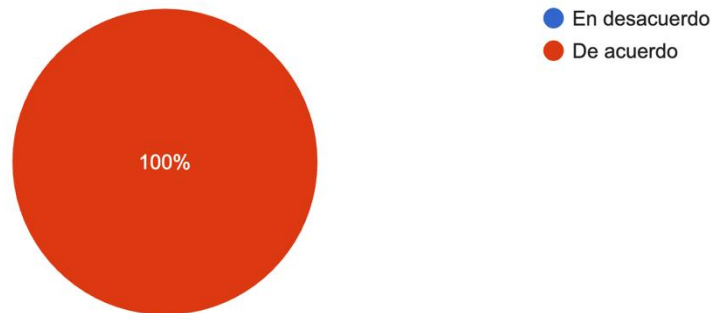


Ilustración 54 Gráfico sobre coordinación de roles

Fuente: elaboración propia

Sobre las estadísticas e indicadores en tiempo real, la mitad de los encuestados menciono estar "de acuerdo" y la otra mitad "muy de acuerdo", lo que confirma que ayudan a la toma de decisiones.

¿Las estadísticas e indicadores en tiempo real le ayudan en la toma de decisiones?
4 responses

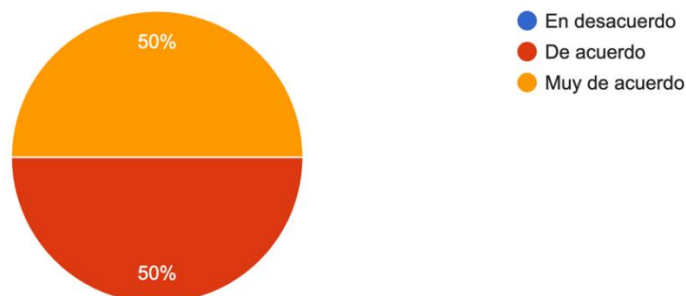


Ilustración 55 Gráfico sobre estadísticas

Fuente: elaboración propia

5.6.9 REDUCCIÓN DE ERRORES Y EFICIENCIA

Todos los participantes estuvieron de acuerdo en que el sistema ayuda a reducir errores de gestión tanto administrativa como quirúrgica y mejora la eficiencia de los procesos en el área de cirugía, mostrando que están totalmente de acuerdo con cómo mejora la gestión.

¿El sistema contribuye a reducir errores administrativos en la gestión quirúrgica?

4 responses

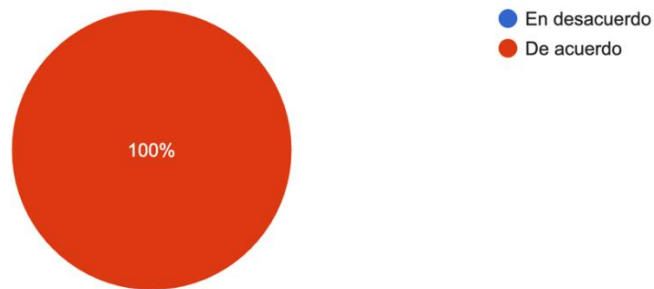


Ilustración 56 Gráfico sobre reducción de errores

Fuente: elaboración propia

¿Percibe que el sistema mejora la eficiencia de los procesos en el área quirúrgica?

4 responses

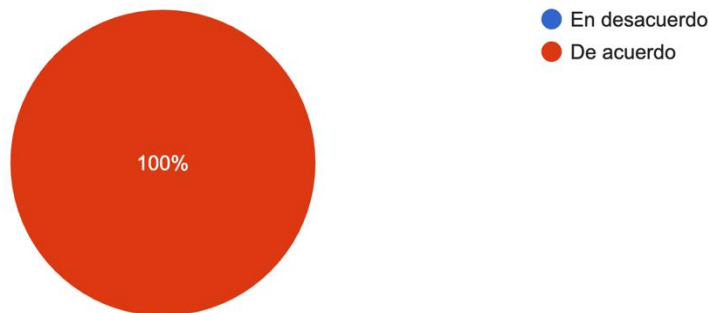


Ilustración 57 Gráfico sobre eficiencia

Fuente: elaboración propia

5.6.10 SATISFACCIÓN GENERAL Y COMENTARIOS ADICIONALES

En una forma de ver qué la satisfacción en general, el 75% dio un 4 de 5 y el 25% un 3, mostrando que les complació bastante.

En una escala del 1 al 5, ¿qué nivel de satisfacción tiene con el sistema en general?

4 respuestas

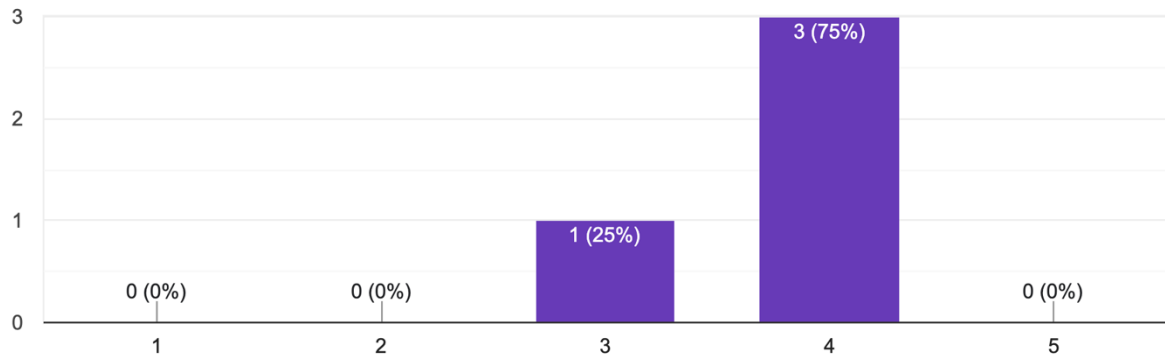


Ilustración 58 Gráfico sobre satisfacción general

Fuente: elaboración propia

5.7 TIEMPO DE PROGRAMACIÓN DE CIRUGÍAS DE FORMA MANUAL VS. CON EL SISTEMA DESARROLLADO

La comparación entre el proceso manual tradicional y el sistema digital optimizado muestra una reducción importante en tiempos de programación y gestión quirúrgica.

En la forma manual, la programación empieza cuando el paciente lleva un papel en persona al área de gestión de pacientes, el cual se debe digitalizar en una lista de espera en Excel. Después, la programación quirúrgica se decide en juntas cada semana, donde el personal decide qué procedimientos se harán la siguiente semana. Cuando termina la cirugía, a la persona de gestión quirúrgica se le entrega la hoja de programación con los detalles de las cirugías incluidos, que después se digitaliza en una hoja de Excel diferente. Si se cancela un procedimiento, la decisión de reprogramación se deja para la siguiente junta semanal, lo que causa retrasos y

acumulación de casos. Esto implica muchos pasos manuales, datos duplicados y tiempos de espera largos, sobre todo si se cancela y se reprograma.

Por otro lado, con la optimización del sistema desarrollado la cirugía se ingresa directo en el módulo de cirugías programadas, quitando la necesidad de listas de espera en digital. Los datos de horas del procedimiento y personal involucrado se validan y ponen en el mismo espacio, pasando directo al historial de cirugías realizadas una vez ya se finalizó el procedimiento. Si una cirugía se cancela, se pasa de inmediato al historial de cancelaciones, donde se puede reprogramar al mismo momento sin tener que esperar juntas semanales. Esto reduce los datos duplicados, centraliza la información y da una respuesta al momento ante cambios en la programación, optimizando la eficiencia operativa y el seguimiento del proceso quirúrgico.

Tabla 15 Comparación de tiempos forma manual vs sistema

ETAPA DEL PROCESO	TIEMPO MANUAL (ESTIMADO)	TIEMPO CON SISTEMA
REGISTRO INICIAL DEL PACIENTE	15-20 min	5 min
PROGRAMACIÓN QUIRÚRGICA	1 semana (reunión)	Inmediato
REGISTRO DE CIRUGÍA REALIZADA	30-40 min (digitalización en Excel)	10 min
CANCELACIÓN Y REPROGRAMACIÓN	1 semana (espera reunión)	Inmediato

Fuente: elaboración propia

Los resultados evidencian que la optimización del sistema desarrollado reduce los tiempos de programación de cirugías en más del 70%, quita tener que reunirse cada semana y mejora el seguimiento de los procesos quirúrgicos. Además, la capacidad de reprogramar al momento baja la mora quirúrgica y sube la eficiencia operativa del hospital.

5.8 VALIDACIÓN CON EXPERTOS TÉCNICOS

La validación con expertos se realizó mediante una reunión con una profesional en ingeniería de sistemas con experiencia de proyectos hospitalarios y conocimiento del funcionamiento del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela. En primer lugar, la experta revisó todas las funcionalidades del sistema y la forma como este opera, además de responder preguntas relacionadas sobre su desempeño. En cuanto a la interfaz y su facilidad de uso, la experta indicó que este tiene un diseño adecuado, con botones accesibles y funciones organizadas de forma clara. Respecto a la seguridad y confiabilidad, señaló que este se encuentra bien estructurado y le destacó positivamente la incorporación de firma digital.

En relación con la interoperabilidad con otros sistemas y la escalabilidad, la experta mencionó que el sistema puede unirse a otros sistemas del hospital, especialmente mediante el uso de número de identidad como identificar para la gestión de pacientes. También, indicó que el sistema podría implementarse en hospitales públicos con recursos limitados, siempre que haya personal técnico que sepa realizar las adaptaciones que hagan falta para la personalización.

En su valoración final, destacó la utilidad de reportes estadísticos y la presencia de indicadores que ayuden a analizar la gestión de las cirugías. Además, mencionó que el sistema representa un gran paso para la utilización de tecnologías digitales en los hospitales en Honduras, ya que cambia los procesos manuales realizados en papel o en hojas de cálculo, que suelen hacer más lento el trabajo y dificultan la modernización.

Adicionalmente, otros dos ingenieros en sistemas también validaron el proyecto y recomendaron que la implementación inicial se haga por medio de un servidor local, preferiblemente en un equipo dedicado que se mantenga en funcionamiento continuo, para que el personal del hospital tenga disponibilidad permanente de usar el sistema.

En general, las opiniones de los expertos ratificaron que la optimización del sistema creado respeta los estándares de utilidad, protección e interconexión, y representa un avance importante hacia la modernización de la administración operatoria en el ambiente hondureño, proveyendo alternativas viables y ajustables a las restricciones de los sanatorios estatales.

VI. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la optimización del sistema de gestión de cirugías permiten ver su impacto en la organización de la información, la trazabilidad de los pasos y la eficacia del trabajo en el área de operaciones del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela. A partir de las entrevistas con el personal del hospital, la revisión de los documentos de los procesos que ya existían y las pruebas del sistema optimizado, se encontraron hallazgos importantes que tienen relación con la investigación previamente realizada.

Uno de los hallazgos más importantes fue la gran reducción en los tiempos de manejo de cirugías al comparar el modo manual con el sistema mejorado. Mientras que en el proceso tradicional la agenda quirúrgica dependía de juntas cada semana para fijar las operaciones a realizar, el sistema optimizado permite registrar y agendar cirugías al instante, quitando varios pasos intermedios y bajando la duplicidad de registros. Esta optimización no sólo mejora el tiempo del equipo administrativo, sino que además facilita una respuesta más veloz, lo que podría ayudar a reducir la acumulación de casos pendientes dentro del área quirúrgica.

De igual forma, los datos obtenidos durante la evaluación del sistema evidenciaron aspectos positivos relacionados con la gestión del área de operaciones. El personal que utilizó el sistema expresó una percepción favorable hacia el sistema, sobre todo por lo fácil que es su utilización, la organización de los menús y la rapidez en la ejecución de los módulos principales. La mayoría de los participantes consideraron que el calendario de cirugías programadas y los recordatorios automáticos resultaron muy útiles para la planificación diaria, lo que sugiere que la digitalización de estos procesos contribuye a mejorar la coordinación del personal involucrado.

Partiendo de los resultados obtenidos se definió una relación directa con los antecedentes previamente estudiados en el estado del arte, mostrando tanto convergencias como aportes diferenciadores. De acuerdo con lo planteado por (Zheng, Wang, & Li, Workflow Analysis in Operating Rooms: A System-Theoretic Approach, 2023) quienes notaron que la falta de integración digital causa retrasos y duplicidad de información, los hallazgos de la optimización del sistema confirmaron que la digitalización del sistema quirúrgico permitió mejorar la organización de los datos y reducir de manera significativa los tiempos de operación. En línea con

(Hornback, y otros, 2025) y (Canova-Barrios & Machuca-Contreras, 2022), se contempla que la interoperabilidad y la estandarización significan desafíos importantes en espacios con infraestructura limitada, sin embargo, a diferencia de estos estudios la solución del sistema se adapta a un contexto local usando herramientas accesibles como Python y PostgreSQL lo cual conforma una divergencia metodológica significativa.

Por otra parte, mientras estudios como los de (Gomez-Tapia, Ramos-Argilagos, & Donoso-Noroña, 2025) mostraron limitaciones asociadas a la falta de trazabilidad y control de los procesos quirúrgicos, el sistema optimizado logro vencer esta limitación incorporando mecanismos como firma digital, historial de cirugías realizadas y canceladas, y recordatorios automáticos, enriqueciendo la seguridad y la trazabilidad de la información. En contraste con las limitaciones de estructura y regulación señaladas por (Alegre V, 2024) y (Farias, y otros, 2023), donde sobresale la fragmentación de los sistemas de salud en America Latina esta investigación brinda una solución funcional que puede desarrollarse incluso en contextos con recursos limitados.

En este sentido el principal aporte innovador de la investigación se establece en la adaptación de principios globales de optimización quirúrgica a un contexto hospitalario de honduras, logrando no solo validar su funcionalidad, sino también demostrar mejoría superior al 70% en la eficiencia operativa. Esto demuestra que, a diferencia de los modelos teóricos o fuertemente dependientes a infraestructura avanzada, es posible desarrollar soluciones que sean escalables, seguras y centradas en el usuario que cumplan con las necesidades reales del sistema de salud de honduras.

Durante la fase de análisis también se identificaron algunos aspectos que dan margen para mejorar ciertos elementos. Por ejemplo, algunos usuarios indicaron que la parte para cancelación o reprogramación de operaciones podría parecer algo confusa al principio, comparada con otras funciones del sistema. Este resultado sugiere que, aparte de seguir puliendo el diseño del sistema, será necesario reforzar los procesos de capacitación para asegurar que el personal sea capaz de utilizar adecuadamente las funciones disponibles.

Asimismo, en las entrevistas surgieron comentarios adicionales por parte del personal relacionados con ciertas prácticas operativas del hospital, como la eliminación de pacientes de la

lista de programación quirúrgica cuando estos no responden a llamadas telefónicas o no se presentan en determinadas ocasiones. Estas acciones no se encuentran contempladas de manera explícita dentro de las reglas de Honduras vigentes para la gestión quirúrgica, lo que evidencia posibles diferencias entre las prácticas institucionales y algunos lineamientos del sistema de salud. En este sentido, el sistema se optimizó considerando procesos estandarizados, y alineados con buenas prácticas de seguridad y protección de la información del paciente.

En conjunto, los resultados permiten identificar diversas fortalezas del sistema optimizado, como la centralización de toda la información quirúrgica, la reducción de los tiempos administrativos, la creación automática de estadísticas e indicadores y la mejora en el seguimiento y trazabilidad de los procedimientos realizados o cancelados. Estos aspectos permiten una mejor organización del flujo de trabajo dentro de las áreas que conforman el bloque quirúrgico y contribuyen a la toma de decisiones basadas en datos y evidencia estadística sobre el rendimiento y el funcionamiento del establecimiento.

6.1 COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA ORIGINAL Y EL SISTEMA OPTIMIZADO

Con el propósito de evidenciar el alcance de las mejoras realizadas durante el desarrollo de este proyecto, se presenta a continuación una comparación entre las funcionalidades del sistema en su versión inicial y las optimizaciones implementadas. El sistema original contaba con herramientas básicas para el registro y la visualización de cirugías programadas, así como algunos módulos de historial y estadísticas. Sin embargo, durante el proceso de análisis y optimización se identificaron oportunidades para fortalecer la organización de la información, mejorar la interacción del usuario con la plataforma y ampliar las funciones disponibles para el personal del área quirúrgica.

En este sentido, se incorporaron nuevas herramientas que permiten una mejor visualización de la programación de cirugías, la inclusión de filtros de búsqueda, la generación de reportes, así como mecanismos adicionales de seguridad y trazabilidad de las acciones realizadas dentro del sistema. Asimismo, se añadieron recordatorios automáticos, firma digital para acciones críticas y nuevos indicadores estadísticos que permiten un análisis más completo del funcionamiento del bloque quirúrgico.

La siguiente tabla presenta de manera resumida las principales diferencias entre el sistema original y el sistema optimizado, destacando las mejoras implementadas para facilitar la gestión de la información, optimizar los procesos operativos y apoyar la toma de decisiones dentro del entorno hospitalario.

Tabla 16 Comparación entre el sistema original y el sistema optimizado de gestión de cirugías

MÓDULO / FUNCIÓN	SISTEMA DESARROLLADO INICIALMENTE	SISTEMA OPTIMIZADO
REGISTRO DE CIRUGÍAS	Registro básico de cirugía	Se agregaron número de identidad, dirección y teléfono del paciente
VISUALIZACIÓN DE CIRUGÍAS PROGRAMADAS	Lista de cirugías con opción de cancelar o validar y botón de actualizar listado	Filtros de búsqueda por identidad, nombre del paciente, especialidad y tipo de cirugía; opción de cancelar, validar o editar
CALENDARIO DE CIRUGÍAS	No disponible	Calendario diario de cirugías programadas para mejor visualización
DISPONIBILIDAD DE QUIRÓFANOS	Visualización básica de disponibilidad	Calendario de quirófanos habilitados o deshabilitados por día
HISTORIAL DE CIRUGÍAS REALIZADAS	Registro de cirugías realizadas	Filtros de búsqueda, visualización de detalles y generación de reportes en PDF con contraseña
HISTORIAL DE CANCELACIONES	Registro de cancelaciones	Filtro de búsqueda y opción de reprogramar cirugía
SEGURIDAD DEL SISTEMA	No incluía mecanismos adicionales	Firma digital para acciones críticas (cancelar, reprogramar y validar cirugías)
RECORDATORIOS AUTOMÁTICOS	No disponibles	Recordatorios automáticos 2 horas antes de la cirugía para confirmar o cancelar
ESTADÍSTICAS INDICADORES	E Indicadores como: cirugías por especialidad, realizadas vs canceladas, causas de cancelación, estado post cirugía, puntualidad de inicio, motivos de inhabilitación de quirófanos	11 indicadores clave, incluyendo los anteriores y nuevos como cirugías por sexo y edad y horas totales de uso de quirófanos

Fuente: elaboración propia

6.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

A pesar de los resultados obtenidos, es importante reconocer ciertas limitaciones presentes durante el desarrollo del estudio. En primer lugar, se identificó la dificultad para integrar de forma automática la base de datos existente del hospital en el sistema. Inicialmente se intentó migrar la información usando consultas SQL para ingresar las hojas de cálculo en la base de datos PostgreSQL. Sin embargo, como los archivos Excel existentes no tenían una estructura uniforme, no fue posible lograr una migración automatizada completa.

Como consecuencia de esta limitación, el proceso de digitalización tuvo que llevarse a cabo manualmente, lo que limitó la cantidad de datos que pudieran incorporarse en el sistema. Solamente fue posible digitalizar la información de diciembre de 2025 y enero de 2026. Aunque esto hizo que hubiera menos datos para el análisis, sí se pudo crear una base estructurada con orden y forma que servirá para registrar los datos de las cirugías futuras.

Sin embargo, también se admiten ciertas carencias del estudio que deben ser tomadas en cuenta al interpretar los resultados. En primer lugar, la prueba del sistema se hizo con una cantidad pequeña de personas, lo que reduce la opción de extender por completo los resultados a todo el personal del hospital. Aparte, debido a las dificultades en la migración de datos antiguos de la base de datos actual del hospital, el estudio se hizo solo con información relacionada con un tiempo limitado de 2 meses. Próximas investigaciones podrían hacer más grande la evaluación incluyendo a más personal del área quirúrgica, como cirujanos y personal de enfermería, y también analizar el desempeño del sistema durante tiempos de puesta en marcha más prolongados.

Otro aspecto relevante identificado al momento de la evaluación fue notar cierta resistencia al cambio como se planteaba basado en estudios en el estado del arte cierto miembro del equipo, sobre todo notando una menos experiencia y conocimiento en el uso de herramientas tecnológicas. Si bien, aunque la mayoría de los participantes mostraron una posición a favor de usar el sistema, esto muestra que la implementación de herramientas nuevas en los hospitales no solo depende de qué tan bien desarrollado esté el programa, sino también de que el personal tenga una actitud positiva a querer mejorar sus procesos de trabajo. Por eso, incluso sistemas

desarrollados para adaptarse a las necesidades del usuario pueden enfrentar desafíos si no se cuenta con una apertura institucional hacia la innovación de los procesos.

Otro punto importante que se vio al crear el proyecto fue lo que se necesita para que el sistema se pueda utilizar formalmente en el hospital. Después de investigar diversas opciones para ponerlo en marcha, se determinó que lo mejor es la instalación del sistema en un servidor local que esté en el mismo hospital.

Esta estructura precisa un ordenador exclusivo que permanezca encendida siempre y que contenga la base PostgreSQL junto al sistema hecho en Python. La razón de usar esta forma se debe a dos puntos fuertes: la obligación de asegurar que el sistema esté siempre disponible y buscar no causar más gastos al hospital. Si se compara con opciones que usan servicios en la nube, usar un servidor local es una opción más barata para instituciones públicas con poco presupuesto. Aparte, deja tener el control dentro de los datos clínicos, lo que contribuye a la protección de la información delicada de los pacientes.

Finalmente, la optimización, desarrollo y evaluación de este sistema supone una ayuda importante a nivel local, ya que demuestra la opción de poner en marcha soluciones tecnológicas de bajo costo adaptadas a lo que necesitan los hospitales públicos en Honduras. En un panorama en el que muchos centros hospitalarios siguen usando registros a mano o herramientas informáticas básicas, el sistema ofrecido es una opción útil para mejorar la gestión quirúrgica, hacer mejor el uso de los recursos que hay y fortalecer la organización de los procesos del hospital. Igualmente, este trabajo evidencia lo que pueden contribuir los sistemas de información para favorecer a que se modernice la gestión del hospital en el país.

VII. CONCLUSIONES

7.1 CONCLUSIÓN GENERAL

1. El estudio logró el objetivo principal de optimizar el sistema de gestión de cirugías hospitalarias mediante Python y PostgreSQL, consiguiendo una mejora significativa en la eficiencia operativa, reduciendo los tiempos administrativos y el seguimiento de las etapas quirúrgicas en más del 70% con respecto al método actual del Hospital Leonardo Martínez Valenzuela. El sistema digital permitió centralizar los datos, acelerar la planeación y actuar rápido ante cancelaciones o reprogramaciones, bajando la mora quirúrgica y fortaleciendo a que el área de operaciones del HLMV funcione mejor.

7.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

1. Las pruebas funcionales realizadas en el HLMV permitieron evaluar el funcionamiento y la adaptabilidad del sistema en un entorno donde la gestión de datos se realiza manualmente. Se intentó utilizar la misma estructura empleada en el Hospital Mario Catarino Rivas, pero no fue posible debido a la falta de estándares unificados establecidos por la SESAL en Honduras. Por ello, fue necesario realizar ajustes específicos, evidenciando la capacidad del sistema para adaptarse a diferentes entornos clínico-organizativos.
2. El sistema unió funciones de distintos roles como jefatura, administración y personal médico en una sola plataforma contribuyendo a la trazabilidad de las cirugías realizadas y canceladas. Además, el calendario de cirugías programadas y recordatorios automáticos fueron clasificados como herramientas útiles para la organización diaria ratificando que se cumplió con el objetivo de mejorar la coordinación del bloque quirúrgico.
3. Los expertos validaron que la optimización del sistema cumple con estándares de utilidad, seguridad e interoperabilidad y que es capaz de ser adaptado a hospitales públicos que tenga recursos limitados. El personal presente en la demostración del sistema el cual fue encuestado manifestó satisfacción con la interfaz, velocidad y utilidad del sistema, aunque se notó la necesidad de invertir y fortalecer la capacitación en el módulo de cancelación y reprogramación. Lo que demuestra que se cumplió el objetivo de validar la utilidad y aceptación del sistema en el contexto de los hospitales públicos de honduras.

VIII. RECOMENDACIONES

Tomando como referencia los resultados logrados, se plantean las siguientes medidas para robustecer la optimización del sistema de gestión de cirugías hospitalarias:

- a) Se recomienda fortalecer la seguridad del sistema mediante la implementación de perfiles de usuario individuales con credenciales propias, autenticación de dos factores y cierre automático de sesión después de un período de inactividad. Esto permitiría mejorar la protección de los datos y facilitar el seguimiento de las acciones realizadas por cada usuario dentro del sistema.
- b) Se sugiere integrar la lista nacional de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) dentro del sistema para estandarizar los diagnósticos y mejorar la calidad de los registros médicos. Sin embargo, la implementación y actualización de esta clasificación dependerá de los lineamientos oficiales establecidos por la Secretaría de Salud (SESAL) de Honduras. Asimismo, se recomienda ampliar los campos de información del paciente, como la fecha de nacimiento, para contar con registros más completos.
- c) Se recomienda incorporar herramientas que permitan exportar estadísticas, gráficas y registros del sistema en formatos como Excel o CSV, con el fin de facilitar el análisis externo, la elaboración de informes y la toma de decisiones basadas en evidencia.
- d) Se sugiere implementar notificaciones automáticas al personal médico cuando se programe una cirugía, así como el envío automático de información al área administrativa cuando una cirugía sea cancelada o reprogramada.
- e) Se recomienda continuar optimizando la plataforma mediante funciones que automaticen procesos como el registro, búsqueda y actualización de información, además de integrar buscadores dinámicos, filtros por columnas y herramientas que permitan organizar el calendario de cirugías por rangos de fechas, facilitando así el trabajo del personal.
- f) Como mejora futura, se propone explorar la integración de herramientas de inteligencia artificial que permitan automatizar el llenado de datos clínicos y quirúrgicos, reduciendo errores humanos y agilizando el proceso de registro.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zheng, H., Wang, Q., Shen, J., Kong, Y., & Li, J. (2022). Modeling and Analysis of Operating Room Workflow in a Tertiary A Hospital. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 7(3), 7006-7013.
2. ISO. (2023). *ISO/IEC 27032: Cybersecurity — Guidelines for Internet security*. Geneva: International Organization for Standardization. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:27032:ed-2:v1:en>
3. Rashid, S., & Khan, R. (2025). Establishing trust through digital signatures: A comparative study of deployment strategies and infrastructure models across individual, organizational and government sectors. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 13(5), 2641-2654. doi:10.22214/ijraset.2025.70804
4. HL7I. (s.f.). Obtenido de HL7 Standards Product Brief – FHIR Release 5: https://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=491
5. Kohnenkampf, R., Rocco, C., & Ortega, B. (2021). Optimización de los procesos de gestión en cirugía electiva. *Revista Chilena de Anestesia*, 50. doi:10.25237/revchilanestv50-03-05
6. HL7I. (s.f.). Obtenido de HL7 Standards: <https://www.hl7.org/>
7. ISO. (s.f.). Obtenido de Electronic health records: <https://www.iso.org/healthcare/electronic-health-records>
8. Canova-Barrios, C., & Machuca-Contreras, F. (2022). Interoperability standards in Health Information Systems. *Seminars in Medical Writing and Education*, 1, 7. Obtenido de <https://mw.ageditor.ar/index.php/mw/article/view/10>
9. Marte, M., Piunno, G., Furia, G., Vinci, A., Ingravalle, F., Ungaro, S., . . . Maurici, M. (2025). Introduction to the Operation Room Management technology:. *Annali di Igiene: Medicina Preventiva e di Comunità*, 37(2), 255-265. doi:10.7416/ai.2025.2674
10. Fayad, M., Yahiaoui, R., Auber, F., Pidoux, H., Hild, O., Picaud, F., . . . Chaussy, Y. (2025). Traceability of surgical instruments: A systematic review. *Applied Sciences*, 15(3), 1592. doi:10.3390/app15031592
11. Martinez, A., Paredes, V., Valle, R., & Rico, G. (2025). Integrated Surgical Management in Hospital Settings:. 6.

12. Zheng, H., Wang, Q., & Li, J. (2023). Workflow Analysis in Operating Rooms: A System-Theoretic Approach. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 21(4), 6383-6400.
13. Lahoti, S. (2023). Optimization of Operating Rooms Using Machine Learning Models and Artificial Intelligence. In *2023 4th International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, 743-749.
14. Gomez-Tapia, B., Ramos-Argilagos, M., & Donoso-Noroña, R. (2025). Conocimiento y aplicación del listado de verificación de cirugía segura en enfermeras de centro quirúrgico. *Salud y Vida*, 9. doi:<https://doi.org/10.35381/s.v.v9i2.4787>
15. Gomez, C. (2025). Modelo de indicadores para tomar decisiones en gestión administrativa en los establecimientos de salud. *InveCom*, 5(3).
16. SESAL. (2024). Hoja de Ruta Transformacion Digital en Salud
17. Hornback, A., Marteau, B., Q Y Tan, S., Kim, K., Patil, O., Traynelis, J., . . . D Wang, M. (2025). FHIR in Focus: Enabling Biomedical Data Harmonization for Intelligent Healthcare Systems. *IEEE reviews in biomedical engineering*. doi:<https://doi.org/10.1109/RBME.2025.3632213>
18. Setyawan, R., Nizar Hidayanto, A., Indra Sensuse, D., Suryono, R., & Abilowo, K. (2021). Data Integration and Interoperability Problems of HL7 FHIR Implementation and Potential Solutions: A Systematic Literature Review. *5th International Conference on Informatics and Computational Sciences*, 292-298. doi:10.1109/ICICoS53627.2021.9651762
19. Quintero, V., Chevel, C., & Sanmartin-Mendoza, P. (2024). Analysis on the Interoperability of health information systems. *IEEE Technology and Engineering Management Society (TEMSCON LATAM)*, 1-6. doi:10.1109/TEMSCONLATAM61834.2024.10717770
20. Ginavane, A., & Prasanna, S. (2024). Improving Healthcare Data Management in HL7-Based EHR Systems with the Secure Infrastructure of Google Cloud Platform. *Second International Conference on Intelligent Cyber Physical Systems and Internet of Things (ICoICI)*, 195-202. doi:10.1109/ICoICI62503.2024.10696524
21. Garrido-Leyva, H., & Saavedra-Silvera, O. (2025). Hacia un Estado Digital: la importancia de la interoperabilidad en la modernización gubernamental. *InveCom*, 5(1). doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.12549467>

22. D Alvarado, A. (2025). Desafíos estructurales en la transformación digital de los servicios públicos en el sector salud: Una revisión de literatura. *Espacios*, 46(3).
doi:<https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n03p35>
23. García Saisó, S., Marti, M., Mejia Medina, F., Malek Pascha, V., Nelson, J., Tejerina, L., . . . D'Agostino, M. (2022). La transformación digital para una salud pública más equitativa y sostenible en la era de la interdependencia digital. *Revista Panamericana de Salud Publica*, 46.
doi:<https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.1>
24. Sekar, A., Ramakrishnan, R., Ganesh, A., & Kiruthiga, T. (2023). Emerging Cyber Security and Brute Force Attacks in Hospital Management Information Systems. *Second International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)*, 421-426. doi:doi:
10.1109/SmartTechCon57526.2023.10391825.
25. Srivastava, A., Bisht, S., Bisht, N., Rishiwal, V., Agarwal, U., & Yadav, M. (2025). Digital Signature-Based Scheme for Secure Cloud Healthcare System. *SN Computer Science*, 6(655).
26. Das, S., Mondal, S., Shankar, S., Sutradhar, S., Bose, R., & Mondal, H. (2024). Quantum-Resistant Security for Healthcare Data: Integrating Lamport n-Times Signatures Scheme with Blockchain Technology. *2024 International Conference on Artificial Intelligence and Quantum Computation-Based Sensor Application (ICA/QSA)*, 1-8. doi:10.1109/ICA/QSA64000.2024.10882403
27. Kumaran, U., Gurupriya, M., Reddy Thodathara, H., Aryagopal, Vijjapu, A., & Gattamaneni, H. (2024). Enhancing Healthcare Image Record Security via CNN-based Tamper Detection, Watermarking, and Digital Signatures. *2nd International Conference on Self Sustainable Artificial Intelligence Systems (ICSSAS)*, 25-34. doi:10.1109/ICSSAS64001.2024.10760451
28. Algarni, A., & Thayananthan, V. (2025). Digital Health: The Cybersecurity for AI-Based Healthcare Communication. *IEEE Access*, 13, 5858-5870. doi:10.1109/ACCESS.2025.3526666
29. Nankya, M., Mugisa, A., Usman, Y., Upadhyay, A., & Chataut, R. (2024). Security and Privacy in E-Health Systems: A Review of AI and Machine Learning Techniques. *IEEE Access*.
doi:10.1109/ACCESS.2024.3469215
30. Brkic, M., Dinu, H., Mirkovic, A., Sabirovic, A., Khan, S., & Svetinovic, D. (2023). Cyber Vulnerabilities in Blockchain Electronic Health Records: An In-Depth Threat Analysis. *2023 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress*

(DASC/PiCom/CBDCom/CyberSciTech), 0784-0791.

doi:10.1109/DASC/PiCom/CBDCom/Cy59711.2023.10361458

31. Sandhane, Patil, K., & Sharma, A. R. (2024). Cyber Security Risk Assessment for Electronic Medical Records (EMRs). *2024 4th International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*, 1-6. doi:10.1109/ICIPTM59628.2024.10563486
32. Aguilar Antonio, J. (2021). Retos y oportunidades en materia de ciberseguridad de América Latina frente al contexto global de ciberamenazas a la seguridad nacional y política exterior. *Estud. int. (Santiago, en línea)*, 53(198). doi:http://dx.doi.org/10.5354/0719-3769.2021.57067
33. Rivas, H. (2025). Ciberseguridad y salud, riesgos en el siglo xxi . *Atencion Primaria*, 57(6). doi:10.1016/j.aprim.2025.103233.
34. Cervera, A., & Goussens, A. (2024). Ciberseguridad y uso de las TIC en el Sector Salud. *Atencion Primaria*, 56(3). doi:10.1016/j.aprim.2023.102854
35. Farias, M., Badino, M., Marti, M., Báscolo, E., García Saisó, S., & D'Agostino, M. (2023). La transformación digital como estrategia para el fortalecimiento de las funciones esenciales de salud pública en las Américas. *Revista Panamericana de Salud Publica*, 47. doi:https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.150
36. Merino-Obando, P., & Recalde-Gracey, A. (2024). Avances y tendencias en tecnologías inteligentes para la gestión del sistema de salud. *Gestio et Productio*, 6(11). doi:https://doi.org/10.35381/gep.v6i11.172
37. Alegre V, Á. M. (2024). Salud digital en América Latina: legislación actual y aspectos ético. *Rev Panam Salud Publica*, 48. doi: https://doi.org/10.26633/RPSP.2024.40
38. Rosa, J., & Frutos, E. (2022). Ciencia de datos en salud: desafíos y oportunidades en América Latina. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 33(6), 591-597. doi:https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2022.09.007
39. Chatterjee, P., & Armentano, R. (2023). Healthcare Through Data Science – A Transdisciplinary Perspective from Latin America. *IEEE Technology and Engineering Management Society Body of Knowledge (TEMSBOK)*. doi:10.1002/9781119987635.ch17

40. Lozano, G., Garcia, R., Thoene, U., & Davila, D. (2022). Digital Health and Artificial Intelligence: Advancing Healthcare Provision in Latin America. *IT Professional*, 24(2), 62-68.
doi:10.1109/MITP.2022.3143530
41. Ramos-Galarza. (2021). DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL. *CienciAmérica*, 10(1), 1-7.
doi:10.33210/ca.v10i1.356.

X. ANEXOS

ANEXO 1: CARTAS DE SOLICITUD DE ACCESO A INFORMACIÓN DEL HLMV



San Pedro Sula, Honduras
21 de enero de 2026

De: Ing. Reyna Valle

Jefa Académica de Ingeniería en Biomédica / Asesora metodológica de investigación

Para: Gestión de Información de Pacientes

Hospital Leonardo Martínez Valenzuela

Asunto: Solicitud de acceso a información específica para proyecto de investigación (Ref: Oficio No. 716-2025/DEHLMV)

Reciba un cordial saludo. Por medio de la presente, y en seguimiento a la colaboración establecida mediante el **Oficio No. 716-2025/DEHLMV**, me dirijo a usted para solicitar formalmente el acceso a la información requerida para el desarrollo del proyecto de investigación titulado: **"OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN DE CIRUGÍAS HOSPITALARIAS UTILIZANDO PYTHON Y POSTGRESQL"**, el cual está siendo sustentado por las alumnas Kiara Zerón y Sofía Lamrini.

Con el objetivo de dar cumplimiento a los objetivos metodológicos del estudio, solicito su valioso apoyo para obtener una copia de la página de Excel del área de gestión de pacientes de enero de 2025 a enero 2026 .

Reiteramos el compromiso de manejar toda la información bajo los más estrictos estándares de **confidencialidad y ética**, asegurando el anonimato de los pacientes y utilizando los datos exclusivamente para fines académicos y científicos.

Quedo a su disposición para coordinar la entrega de esta información o realizar cualquier trámite administrativo adicional que su departamento considere necesario.

Agradeciéndole de antemano el tiempo

Atentamente,


Ing. Reyna Valle
Jefa Académica de Ingeniería en Biomédica
UNITEC San Pedro Sula



Ilustración 59 Solicitud de acceso a base de datos de gestión de pacientes del HLMV firmada por dirección medica

San Pedro Sula, Honduras
21 de enero de 2026

De: Ing. Reyna Valle

Jefa Académica de Ingeniería en Biomédica | Asesora metodológica de Investigación

Para: Gestión de Información de Quirófanos

Hospital Leonardo Martínez Valenzuela

Asunto: Solicitud de acceso a información específica para proyecto de investigación (Ref. Oficio No. 716-2025/DEHLMV)

Reciba un cordial saludo. Por medio de la presente, y en seguimiento a la colaboración establecida mediante el **Oficio No. 716-2025/DEHLMV**, me dirijo a usted para solicitar formalmente el acceso a la información requerida para el desarrollo del proyecto de investigación titulado: **"OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN DE CIRUGÍAS HOSPITALARIAS UTILIZANDO PYTHON Y POSTGRESQL"**, el cual está siendo sustentado por las alumnas Kiara Zerón y Sofía Lamini.

Con el objetivo de dar cumplimiento a los objetivos metodológicos del estudio, solicito su valioso apoyo para obtener:

- Copia de la página de Excel de los datos post quirúrgicos de enero de 2025 a enero 2026.
- Copia de las programaciones quirúrgicas de enero de 2025 a enero 2026.

Reiteramos el compromiso de manejar toda la información bajo los más estrictos estándares de **confidencialidad y ética**, asegurando el anonimato de los pacientes y utilizando los datos exclusivamente para fines académicos y científicos.

Quedo a su disposición para coordinar la entrega de esta información o realizar cualquier trámite administrativo adicional que su departamento considere necesario.

Agradeciéndole de antemano el tiempo

Atentamente,


Ing. Reyna Valle
Jefa Académica de Ingeniería en Biomédica
UNITEC San Pedro Sula



Ilustración 60 Solicitud de acceso a base de datos de gestión quirúrgica del HLMV firmada por dirección médica



Ilustración 61 Manual técnico - Portada

Fuente: elaboración propia

Contenido

■	Introducción al sistema.....	01
■	Requisitos técnicos.....	02
■	Acceso al sistema.....	02
■	Guía paso a paso por función.....	03
■	Calendario de Cirugías.....	03
■	Registrar Cirugía.....	04
■	Visualizar Cirugías Programadas.....	04
■	Disponibilidad de Quirófanos.....	06
■	Historial de Cirugías Realizadas.....	06
■	Historias de Cancelaciones.....	08
■	Estadísticas.....	09
■	Buenas prácticas.....	10
■	Contacto para soporte.....	10

Ilustración 62 Manual técnico – Índice de contenido

Fuente: elaboración propia

Introducción al sistema

El Sistema de Gestión de Cirugías Hospitalarias es una herramienta diseñada para optimizar la planificación, registro y seguimiento de procedimientos quirúrgicos dentro del hospital. Su propósito principal es garantizar la eficiencia en la programación de cirugías, la correcta asignación de recursos y la disponibilidad de información confiable para la toma de decisiones estratégicas.

Este manual técnico proporciona una guía detallada para el uso del sistema desde la perspectiva de la jefatura, incluyendo requisitos técnicos, procedimientos paso a paso y buenas prácticas. Su objetivo es guiar paso a paso el uso de las funcionalidades asignadas, garantizando una gestión eficiente, segura y trazable de las cirugías hospitalarias.

Ilustración 63 Manual técnico – Introducción

Fuente: elaboración propia

Requisitos técnicos

- Conexión a internet estable.
- Usuario y contraseña institucional.
- Computadora con sistema operativo Windows 10 o superior.

Acceso al sistema

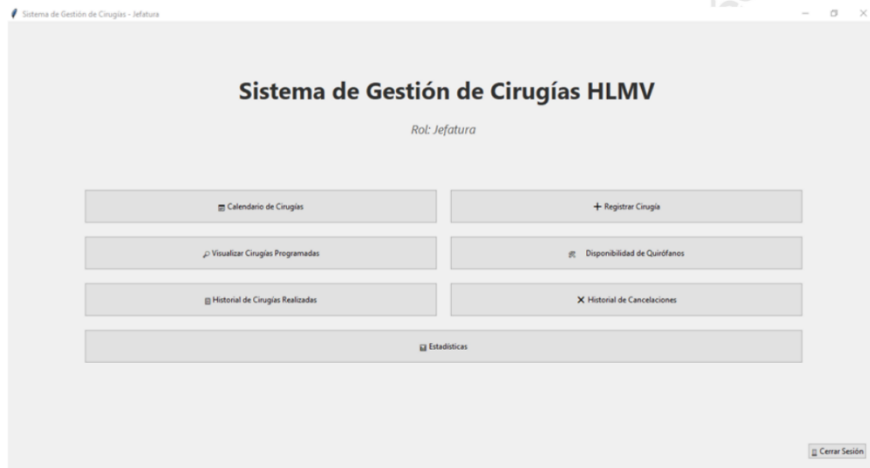
1. Ingrese al sistema.
2. Introduzca su usuario y contraseña asignados.
3. Haga clic en Iniciar sesión.

Ilustración 64 Manual técnico - Requisitos y acceso al sistema

Fuente: elaboración propia

Guía **paso a paso** por función

03



Calendario de Cirugías

1. Acceda desde el menú principal → Calendario
2. Seleccione una fecha.
3. Visualice las cirugías programadas por día.

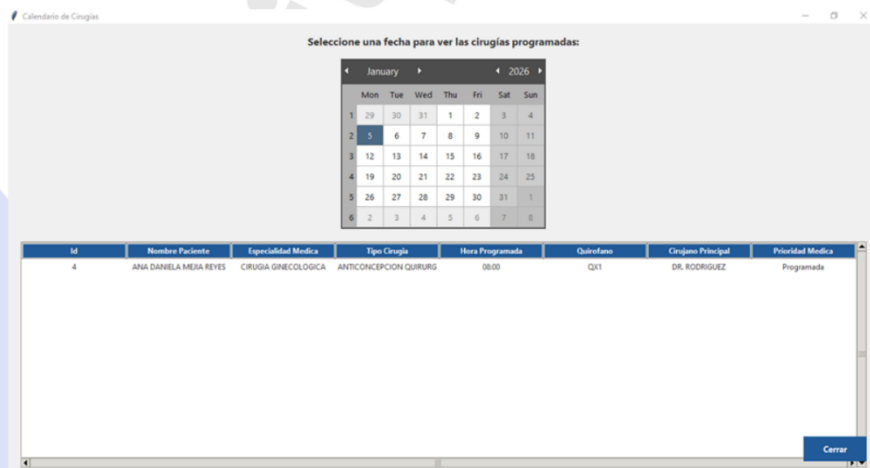


Ilustración 65 Manual técnico – Funciones

Fuente: elaboración propia

Registrar Cirugía

1. Acceda desde el menú principal → Registrar cirugía
2. Complete todos los campos indicados.
3. Haga clic en Registrar cirugía.

Ejemplo paciente ficticio:

Registrar Cirugía

Nombre del paciente* ANA DANIELA REYES MEJIA

Número de Identidad* 0501-2054-08964

Sexo* F Edad* 21 Unidad* Años

Dirección* SPS, CORTES

Teléfono* 9865-3325

Especialidad médica* CIRUGIA GINECOLOGICA

Tipo de cirugía* ANTICONCEPCION QUIRURGICA VOLUNTARIA

Quirófano* QX1

Cirujano principal* DR. RODRIGUEZ

Cirujano asistente

Fecha* 2026-01-05 Hora* 08:00 Duración (min)* 30

Prioridad médica* Programada Tipo de Prioridad* II

Observaciones

Registrar Cirugía Cerrar

Visualizar Cirugías Programadas

1. Ingrese a Visualizar Cirugías Programadas
2. Busque por número de identidad, nombre del paciente, especialidad o tipo de cirugía
3. Visualice detalles de la cirugía(s).

Ejemplo paciente ficticio:

Cirugías Programadas

ID	Número de Identidad	Paciente	Sexo	Edad	Dirección	Teléfono	Especialidad	Duración (min)	Fecha Programada	Hora
1	0501-2054-08964	ANA DANIELA REYES	F	21 Años	SPS, CORTES	9865-3325	CIRUGIA GINECOLOGICA	None	2026-01-05	08:00

Buscar por: Número de Identidad Buscar Limpiar

Cancelar Cirugía Validar Cirugía Actualizar Listado Cerrar

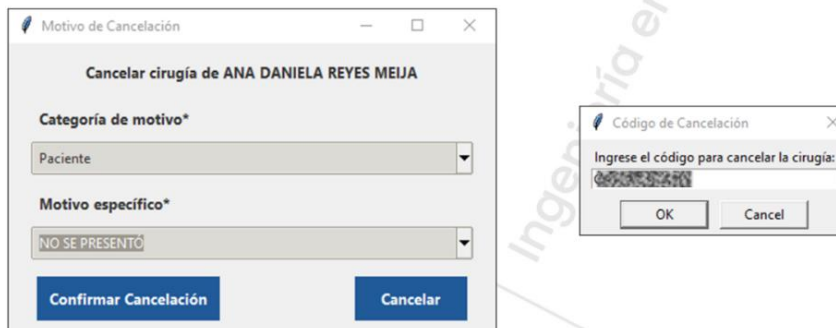
Ilustración 66 Manual técnico – Funciones

Fuente: elaboración propia

Para cancelar una cirugía:

1. Aprete el botón de Cancelar cirugía.
2. Coloque el motivo de cancelación.
3. Introduzca la contraseña asignada.
4. Visualice la cirugía en Historial de cancelaciones (pag.08)

Ejemplo paciente ficticio:

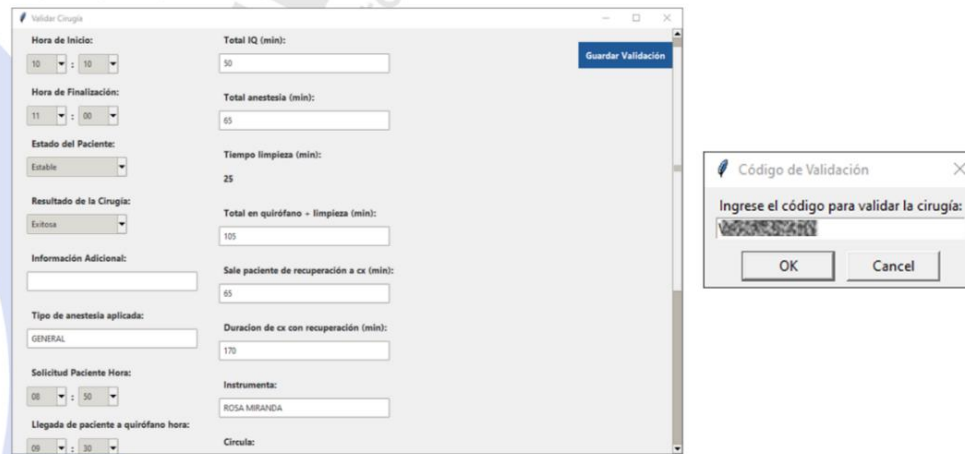


The image shows two overlapping windows from a medical software interface. The larger window, titled 'Motivo de Cancelación', is for 'Cancelar cirugía de ANA DANIELA REYES MEJIA'. It contains two dropdown menus: 'Categoría de motivo*' with 'Paciente' selected, and 'Motivo específico*' with 'NO SE PRESENTÓ' selected. At the bottom are 'Confirmar Cancelación' and 'Cancelar' buttons. The smaller window, titled 'Código de Cancelación', prompts the user to 'Ingrese el código para cancelar la cirugía:' and has 'OK' and 'Cancel' buttons.

Para validar una cirugía:

1. Aprete el botón de Validar cirugía.
2. Llene todos los campos indicados.
3. Introduzca la contraseña asignada.
4. Visualice la cirugía en Historial de cirugías realizadas (pag.06)

Ejemplo paciente ficticio:



The image shows two overlapping windows. The larger window, titled 'Validar Cirugía', is a form for validating a surgery. It includes fields for 'Hora de Inicio:' (10:10), 'Hora de Finalización:' (11:00), 'Estado del Paciente:' (Estable), 'Resultado de la Cirugía:' (Exitosa), 'Información Adicional:', 'Tipo de anestesia aplicada:' (GENERAL), 'Solicitud Paciente Hora:' (08:50), 'Llegada de paciente a quirófano hora:' (09:30), 'Total IQ (min):' (50), 'Total anestesia (min):' (65), 'Tiempo limpieza (min):' (25), 'Total en quirófano + limpieza (min):' (105), 'Sale paciente de recuperación a cx (min):' (65), 'Duración de cx con recuperación (min):' (170), 'Instrumenta:' (ROSA MIRANDA), and 'Circula:'. A 'Guardar Validación' button is at the top right. The smaller window, titled 'Código de Validación', prompts the user to 'Ingrese el código para validar la cirugía:' and has 'OK' and 'Cancel' buttons.

Ilustración 67 Manual técnico – Funciones

Fuente: elaboración propia

Disponibilidad de Quirófanos

1. Ingrese a Disponibilidad de quirófanos
2. Llene los campos indicados según el quirófano a deshabilitar o habilitar.

Disponibilidad de Quirófanos

Fecha*

Quirófano*

Estado*

Motivo (si No Habilitado)

Registrar Disponibilidad

Cerrar

Historial de Cirugías Realizadas

1. Ingrese a Historial de Cirugías programadas
2. Busque por número de identidad, nombre del paciente, especialidad o tipo de cirugía
3. Visualice detalles de la cirugía(s).

Historial de Cirugías Realizadas

Número de Identificación	Paciente	Sexo	Edad	Dirección	Teléfono	Especialidad	Fecha Programada	Quirófano	Cirujano Principal	Cirujano Asistente
1804-1983-02387	DIANA SUYEN CALIX	F	42 Años	VILLANUEVA, CORTES	8972-2403	CIRUGIA ONCOLOGIA	2024-01-29	QX2	DR. MALDONADO AF	None
0422-1991-03048	LESLY YOHANA AGU	F	34 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2024-01-29	QX7	DR. BLANCO	None
0401-1984-03020	JOHANNA LUBETH SA	F	42 Años	RES LAS COLINAS, CHE	3374-9049	CIRUGIA ONCOLOGIA	2024-01-28	QX2	DR. STEFAN	None
1818-1989-03472	LOURDES YOHANA BI	F	36 Años	CHOLONA, CORTES	9289-1538	CIRUGIA GENERAL	2024-01-27	QX5	DR. MEDRANO	None
1801-1982-02318	MARIA FELICIANA PL	F	63 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2024-01-27	QX7	DR. BLANCO	None
0803-1975-05049	AURELY TORRES CAP	F	50 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2024-01-27	QX7	DR. BLANCO	None
0501-1971-07189	RICIARNA YANILETH H	F	54 Años	COL. CHULA VITAL, L	8564-0702	CIRUGIA GINECOLOGIA	2024-01-26	QX3	DR. PEREZ	None
0501-1979-08033	DELISA VIRIANA NATE	F	35 Años	SPL, CORTES	9786-9704	CIRUGIA GINECOLOGIA	2024-01-26	QX3	DR. PEREZ	None
0511-1989-05189	BELOU LILIANA PAZ L	F	28 Años	None	None	CIRUGIA GINECOLOGIA	2024-01-23	QX3	DRA. SANCHEZ	None
0501-1973-02582	BESSY LILIANA CHIN	F	52 Años	None	None	CIRUGIA ONCOLOGIA	2024-01-22	QX2	DR. MALDONADO AF	None
0501-1982-04472	ANA RAQUEL CAMBI	F	33 Años	VILLA SAN JUAN, CH	9337-8940	CIRUGIA GINECOLOGIA	2024-01-21	QX3	DRA. TORRES	None
0501-1978-02610	RUDY YOHANA BARI	F	47 Años	COL. HONDURAS, SPI	9751-8332	CIRUGIA PEDIATRIA	2024-01-20	QX5	DR. MEDRANO	None
0501-1915-02510	KARLA DAYANARA G	F	11 Años	COL. PLANETALA LP	3385-7226	CIRUGIA PEDIATRIA	2024-01-20	QX5	DR. MEDRANO	None
1701-1944-01188	MARIA JUANNA CERRI	F	81 Años	SAN FRANCISCO, LA I	9934-2783	CIRUGIA GENERAL	2024-01-16	QX4	DRA. MESA	None
0613-1973-03084	ANTONIA BALERIAN	F	52 Años	COL. RODOLFO, CHD	9800-5959	CIRUGIA GINECOLOGIA	2024-01-16	QX2	DR. PEREZ	None
0801-1987-21237	ANA PAOLA NASSER	F	37 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2024-01-15	QX7	DR. BLANCO	None
1804-1988-04078	MAIRA LILIANA BAR	F	39 Años	None	None	CIRUGIA ORTOPEDICA	2024-01-13	QX7	DR. BLANCO	None
0501-2004-08964	ANA DANIELA REYES	F	21 Años	SPL, CORTES	9865-3323	CIRUGIA GINECOLOGIA	2024-01-10	QX2	DR. RODRIGUEZ	None
0509-1961-00138	INES YANIS CANALE	F	64 Años	None	9330-4799	CIRUGIA GENERAL	2024-01-08	QX4	DRA. MESA	None
0502-2007-10487	LIZBET YOHANA CAST	F	18 Años	BARRIO CONCEPCION	3304-1931	CIRUGIA GINECOLOGIA	2023-12-30	QX2	DRA. TORRES	None
0501-2001-13302	DAYANA JACKELIN P	F	24 Años	COL. SATURNO, SPL, C	3369-3539	CIRUGIA GENERAL	2023-12-29	QX5	DR. MEDRANO	None

Buscar por: Nombre del Paciente ANA

Buscar Limpiar

Ver Detalles

Cerrar

Ilustración 68 Manual técnico – Funciones

Fuente: elaboración propia

Para ver detalles de una cirugía:

1. Seleccione la cirugía.
2. Aprete el botón de Ver Detalles.

Ejemplo paciente ficticio:

Información del Paciente

Número de Identidad: 0501-2004-08964
 Nombre: ANA DANIELA REYES MEJIA
 Sexo: F
 Edad: 21 Años
 Dirección: SPS, CORTES
 Teléfono: 9865-3325

Información de la Cirugía

Especialidad Médica: CIRUGIA GINECOLOGICA
 Tipo de Cirugía: ANTICONCEPCION QUIRURGICA VOLUNTARIA
 Fecha Programada: 2026-01-10
 Quirófano: QX2
 Cirujano Principal: DR. RODRIGUEZ
 Cirujano Asistente: N/A
 Prioridad Médica: Programada
 Tipo de Prioridad: II

Tiempos Calculados

Hora Fin Anestesia: 11:00
 Hora Salida Recuperación: 11:10
 Sale Paciente Recuperación: 12:15
 Tiempo Limpieza (min): 00:25
 Instrumenta: ROSA MIRANDA
 Cirujas: JUANA HERRERA
 Anestesiólogo: TEC. LIDIA
 Enfermería: LIC. HERNANDEZ

Total IQ (min): 00:50
 Total Anestesia (min): 01:05
 Total en Quirófano - Limpie: 01:45
 Sale Paciente Recuperación 4: 01:05
 Duración Cx con Recuperación: 02:50

Exportar a PDF Cerrar

Para exportar la ficha de un paciente sobre los detalles de la cirugía aprete el botón Exportar PDF, guardela en una carpeta asignada y escriba la contraseña entregada.

Ficha del Paciente - Sistema de Cirugías HLMV	
Generado el: 05/03/2026 11:18	
Información del Paciente	
Campo	Valor
Número de Identidad	0501-2004-08964
Nombre	ANA DANIELA REYES MEJIA
Sexo	F
Edad	21 Años
Dirección	SPS, CORTES
Teléfono	9865-3325
Información de la Cirugía	
Campo	Valor
Especialidad Médica	CIRUGIA GINECOLOGICA
Tipo de Cirugía	ANTICONCEPCION QUIRURGICA VOLUNTARIA
Fecha Programada	2026-01-10
Quirófano	QX2
Cirujano Principal	DR. RODRIGUEZ
Cirujano Asistente	N/A
Prioridad Médica	Programada
Tipo de Prioridad	II
Observaciones	N/A
Información de Validación	
Campo	Valor
Hora de Inicio	10:10
Hora de Fin	11:00
Estado del Paciente	Estable
Resultado	Exitosa
Información Adicional	N/A
Tipo de Anestesia	GENERAL
Hora Solicitad Paciente	08:50
Hora Llegada Paciente	09:30
Hora Entrada Quirófano	09:50
Hora Inicio Anestesia	09:55
Hora Fin Anestesia	11:00
Hora Salida Recuperación	11:10
Salida Paciente Recuperación	12:15
Tiempo Limpieza (min)	00:25

Ilustración 69 Manual técnico – Funciones

Fuente: elaboración propia

Historial de Cancelaciones

1. Ingrese a Historial de Cancelaciones
2. Busque por número de identidad, nombre del paciente, especialidad o tipo de cirugía
3. Visualice detalles de la cancelación.

Historial de Cirugías Canceladas

Número de Identidad	ID	ID Cirugía	Paciente	Sexo	Edad	Dirección	Teléfono
0501-2004-00864	62	1	ANA DANIELA REYES MESA	F	27 Años	SPS, CORTES	9893-1325
1819-1991-00059	27	27	ISABEL AGUIRRE	F	None	None	None
1818-1991-00054	26	26	BLANCA ROSA RODRIGUEZ L	F	48 Años	SECTOR EL OCOTILLO, SPS, E	9920-8895
0501-1983-00664	24	24	ALMA ONEIDA GUTIERREZ S	F	61 Años	COFRADA, SPS, CORTES	9808-7474
0501-1983-00016	23	23	SADIA SAMARA OCAMPO AR	F	45 Años	COL. ANEXO BUENA VISTA	9540-7310
0501-2001-00074	25	25	MAURICIO NICHIMASOLIN	F	5 Años	None	None
0807-1998-00027	22	22	MARIANA FLORES CERNAS	F	66 Años	COL. MORAZAN, PROGRESO,	9870-4804
0501-1991-02142	21	21	OLGA ELVEDA TOMÉ FLORE	F	34 Años	CHAMELECON, SPS, CORTES	9828-0084
0501-1984-00075	19	19	MARIA ELSA AMAYA CASTR	F	64 Años	COL. PRADERA, SPS, CORTES	9870-8222
0501-1983-00664	20	20	ALMA ONEIDA GUTIERREZ S	F	61 Años	COFRADA, SPS, CORTES	9808-7474
1816-2025-00012	18	18	LIAN MATEO FERNANDEZ AI	M	1 Años	SPS, CORTES	9582-5282
0501-1998-02025	44	44	ADA RODRIGUEZ CABALLERO	F	27 Años	COL. FESTINAH, SPS, CORT	9324-8813
0205-1972-00081	17	17	SINIA MIREYA CASTRO MURI	F	53 Años	COL. BRISAS DEL VALLE SPS,	9781-4291
0501-1987-00076	43	43	MARLENY ELIZABETH MARC	F	42 Años	EL OCOTILLO, SPS, CORTES	9825-3757
0501-1975-03137	16	16	GLORIA ARGENTINA VASQU	F	27 Años	SPS, CORTES	9902-8006
0405-2002-00039	42	42	LORDA AZUCENA TREJO SAN	F	23 Años	BUENOS AIRES, CORQUIN, C	9380-4287
0501-1971-07199	15	15	ROMANA YANILETH LOPEZ I	F	54 Años	COL. CHULA VISTA, LA LIMA	9544-0702
1402-1980-00110	14	14	GLORIA MARTINEZ CORTES	F	43 Años	SPS, CORTES	9543-8339
1317-1983-00071	41	41	NORMA OFELIA MESA RIVER	F	39 Años	BARRIO ABAJO, CHOLONA, I	9890-3937
0401-1978-00975	40	40	SANDRA YANILETH SARRAS	F	None	None	None
0502-1989-02044	39	39	BRENDA SOTAYA TREJO CAS	F	55 Años	COL. LOPEZ ARELLANO, CHC	9448-7507

Buscar por:

Para reprogramar una cirugía:

1. Seleccione la cirugía a reprogramar y aprete el botón de Reprogramar Cirugía.
2. Modifique los campos necesarios y aprete Reprogramar.
3. Apreté el botón de Actualizar Listado y verifique que el campo de 'Reprogramada' aparezca 'Si'.

Ejemplo paciente ficticio:

Reprogramar Cirugía

Nombre del paciente* ANA DANIELA REYES MESA

Número de Identidad* 0501-2004-00864

Sexo* F

Edad* 27 Años

Dirección* SPS, CORTES

Teléfono* 9893-1325

Especialidad médica* CIRUGIA GINECOLOGICA

Tipo de cirugía* ANTE CONCEPTO QUIRURGICA VOLUNTARIA

Quirófano* Q02

Cirujano principal* DR. RODRIGUEZ

Cirujano asistente

Fecha* 2020-01-10 Hora* 10:00 Duración (min)* 5

Prioridad médica* Programada

Tipo de Prioridad* 1

Observaciones

Código de Reprogramación

Ingrese el código para reprogramar la cirugía:

Ilustración 70 Manual técnico – Funciones

Fuente: elaboración propia

Estadísticas

El sistema cuenta con ocho indicadores principales, vinculados directamente con la base de datos, lo que garantiza que las gráficas se actualicen en tiempo real. Además, cada gráfica puede filtrarse por rangos de fecha (semanal, mensual o anual), permitiendo un análisis dinámico y adaptado a las necesidades de gestión.

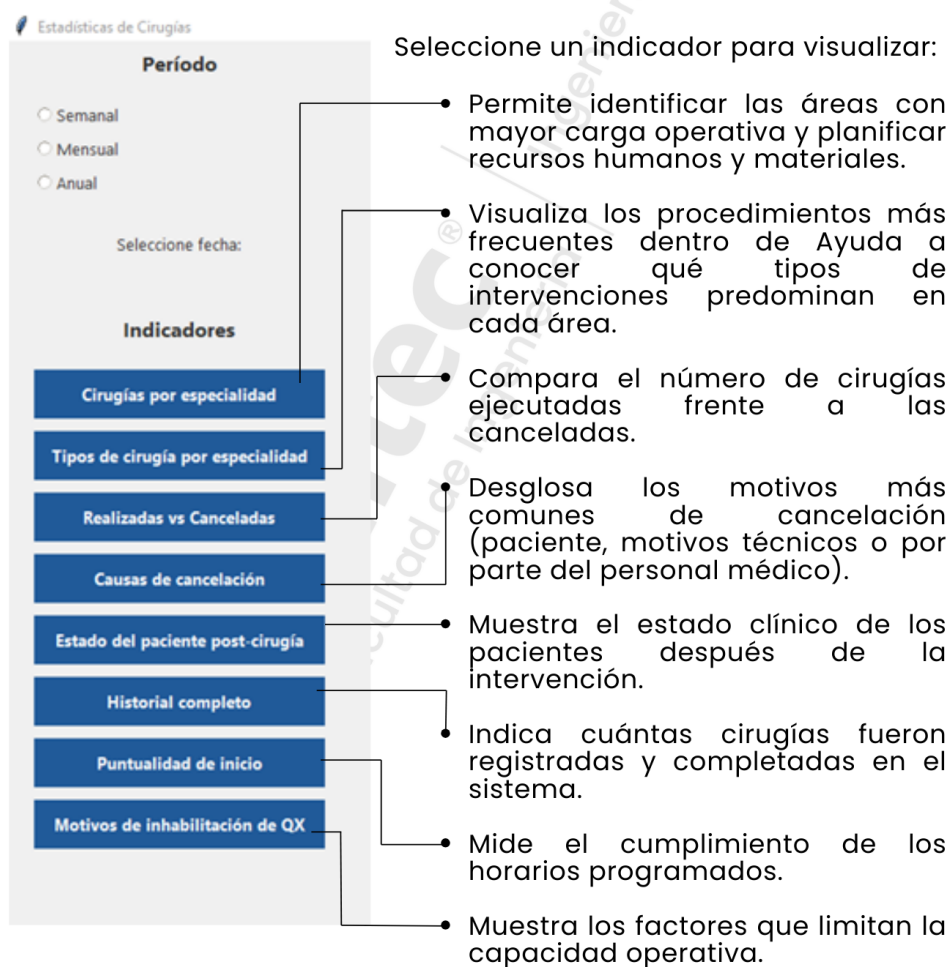


Ilustración 71 Manual técnico – Funciones

Fuente: elaboración propia

Buenas prácticas

10

- Verifique los datos antes de generar reportes.
- Mantenga la confidencialidad de la información.
- Cierre sesión al finalizar su jornada.
- Utilice los filtros para agilizar búsquedas.

Preguntas frecuentes

1. ¿Cómo valido una cirugía programada?
→ Ingrese a la sección Cirugías programadas, seleccione la cirugía y utilice el código único de validación.
2. ¿Qué hago si el paciente no se presenta a la cirugía?
→ Informe a la jefatura para que la cirugía sea cancelada en el sistema con el motivo correspondiente.
3. ¿Qué pasa si ingreso datos incorrectos al registrar una cirugía?
→ La jefatura puede cancelar la cirugía y reprogramarla con los datos correctos.
4. ¿Puedo reprogramar una cirugía cancelada?
→ Sí. En el Historial de cancelaciones seleccione la cirugía y use la opción Reprogramar con un nuevo código.
5. ¿Cómo consulto la disponibilidad de quirófanos?
→ Al momento de registrar un paciente, seleccione el quirófano, si este no esta habilitado el sistema se lo notificará.
6. ¿Qué hago si el sistema se congela al generar un reporte?
→ Espere unos segundos y vuelva a intentarlo. Si persiste, contacte a soporte técnico.

Ilustración 72 Manual técnico - Buenas prácticas y FAQ

Fuente: elaboración propia

Contacto de soporte

Horario de atención: Lunes a viernes, 8:00 a.m. – 4:00 p.m.

Nombre	Rol	Correo
Kiara Zeron	Autor	kiarazon_03@unitec.edu
Sofia Lamrini	Autor	sofia.lamrini@unitec.edu



Ilustración 73 Manual técnico - Contacto de soporte

Fuente: elaboración propia

ANEXO 3: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN APLICADA AL PERSONAL

Encuesta de satisfacción HLMV

sofialamrini20@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

 No compartido

** Indica que la pregunta es obligatoria*

¿Cuál es su rol en el hospital actualmente? *

☐ Administrador

☐ Otro: _____

¿Hace cuánto tiempo trabaja en este hospital? *

☐ Menos de 1 año

☐ 1 a 3 años

☐ 4 a 6 años

☐ 7 a 10 años

☐ Más de 10 años

¿Qué tan fácil le resulta navegar por la interfaz del sistema? *

☐ Difícil

☐ Neutral

☐ Fácil

☐ Muy fácil

Ilustración 74 Encuesta de satisfacción

Fuente: elaboración propia

¿Considera que los menús y opciones están organizados de manera clara? *

☐ Nada claros

☐ Poco claros

☐ Neutral

☐ Claros

¿El diseño visual del sistema facilita la comprensión de la información? *

☐ Nada de acuerdo

☐ Poco de acuerdo

☐ Neutral

☐ De acuerdo

¿Tuvo dificultades para aprender a usar el sistema en sus primeras interacciones? *

☐ Algunas dificultades

☐ Neutral

☐ Ninguna dificultad

¿Qué tan sencillo es registrar una cirugía en el sistema? *

☐ Muy insatisfecho

☐ Insatisfecho

☐ Neutral

☐ Satisfecho

Ilustración 75 Encuesta de satisfacción

Fuente: elaboración propia

¿El proceso de cancelación o reprogramación de cirugías es claro y confiable? *

☐ Nada claro

☐ Poco claro

☐ Muy claro

¿El calendario quirúrgico diario le permite organizar mejor su trabajo? *

☐ Nada útil

☐ Poco útil

☐ Muy útil

¿Qué tan útiles son los recordatorios automáticos de cirugías programadas? *

☐ Nada útiles

☐ Poco útiles

☐ Muy útiles

¿El historial de cirugías canceladas y realizadas le resulta relevante para su labor? *

☐ Nada relevante

☐ Poco relevante

☐ Muy relevante

Ilustración 76 Encuesta de satisfacción

Fuente: elaboración propia

¿El sistema responde de manera rápida al realizar búsquedas o registrar información? *

☐ Insatisfecho

☐ Satisfecho

☐ Muy satisfecho

¿Experimento retrasos o fallos al utilizar las funciones principales? *

☐ Muchos

☐ Pocos

☐ Ninguno

¿Considera que el tiempo de carga es adecuado para el entorno hospitalario? *

☐ Nada adecuado

☐ Adecuado

¿El sistema facilita la coordinación entre los diferentes roles (jefe, administrador, personal médico)? *

☐ En desacuerdo

☐ De acuerdo

Ilustración 77 Encuesta de satisfacción

Fuente: elaboración propia

¿Las estadísticas e indicadores en tiempo real le ayudan en la toma de decisiones? *

☐ En desacuerdo
☐ De acuerdo
☐ Muy de acuerdo

¿El sistema contribuye a reducir errores administrativos en la gestión quirúrgica? *

☐ En desacuerdo
☐ De acuerdo

¿Percibe que el sistema mejora la eficiencia de los procesos en el área quirúrgica? *

☐ En desacuerdo
☐ De acuerdo

En una escala del 1 al 5, ¿qué nivel de satisfacción tiene con el sistema en general? *

1 2 3 4 5
 Muy insatisfecho ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muy satisfecho

¿Le gustaría agregar algún comentario adicional?

Ilustración 78 Encuesta de satisfacción

Fuente: elaboración propia

ANEXO 3: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA PRESENTACIÓN, EVALUACIÓN Y CAPACITACIÓN DEL SISTEMA AL PERSONAL DEL HOSPITAL LEONARDO MARTÍNEZ VALENZUELA

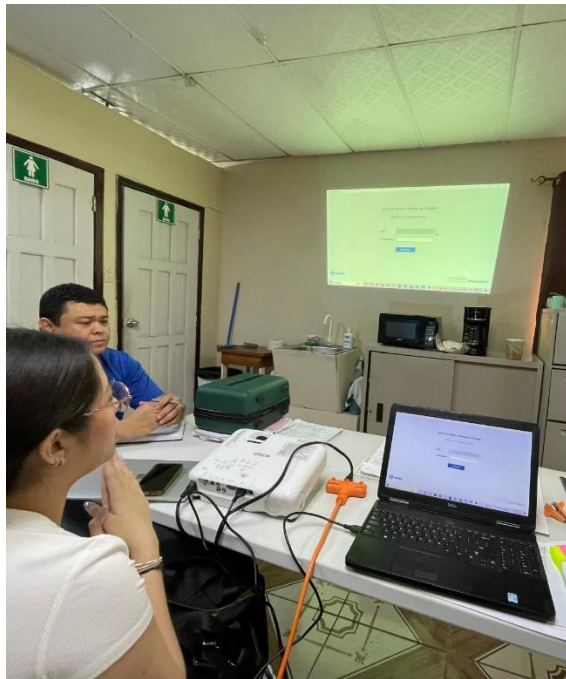


Ilustración 79 Demostración del sistema desarrollado y encuestas

Fuentes: Imagen propia



Ilustración 80 Demostración del sistema desarrollado y encuestas

Fuentes: Imagen propia



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DE HONDURAS

SECRETARÍA
DE SALUD

Hospital Dr. Leonardo Martínez Valenzuela

FECHA:

REUNION:

No.	NOMBRE	CARGO	INSTITUCION REPRESENTADA	CORREO ELECTRONICO	CELULAR	FIRMA
1	Mary Mahaly Baquin Tercel	Secretaria	HLMV	mahalybaquin1999@gmail.com	9342-9613	
2	Jacobo Coto	Jefe Depto (A.D)	HLMV		9498-7124	
3	Carlos Gerardo Padilla	Jefe de Sección	HLMV	carlosgerardo@gmail.com	3224-0818	
4	Maria Alejandra Maldonado	Asst. Admision	HLMV	maria_alejandra7886@gmail.com	9389-5478	
5	Rolando Emilio Carvajal Ruzillo	Resp. OPAU	HLMV		9493-0749	
6	Sofia Leticia Reyes	Estudiante	Unitec	sofia.leticia@unitec.edu	9805-7325	
7	Ricardo Sureda Aren Velazquez	Estudiante	Unitec	ricardo.sureda-03@unitec.edu	99121353	
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Ilustración 81 Evidencia de personal asistido a la reunión

Fuentes: Imagen propia