

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA



Software como Servicio para la gestión de los Centros Médicos de la
Provincia del Santa

Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e
Informática

AUTORES:

- Bach. Saldaña Chafalote, Jorge Luis
- Bach. Vega Flores, Win Orlando

ASESOR:

Ms. Manrique Ronceros, Mirko Martin
Cód. ORCID 0000-0001-9064-5395

Nuevo Chimbote - PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA

Software como Servicio para la gestión de los Centros Médicos de la
Provincia del Santa

Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e
Informática

Revisado y Aprobado por Asesor:



Ms. Mirko Martin Manrique Ronceros

DNI: 32965599

Asesor

Cód. ORCID 0000-0002-0364-4237

Nuevo Chimbote - PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA

Software como Servicio para la gestión de los Centros Médicos de la
Provincia del Santa

Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e
Informática

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:



Ms. Suarez Rebaza, Camilo Ernesto

DNI: 32978627

Cód. ORCID 0000-0002-6870-4296

Presidente

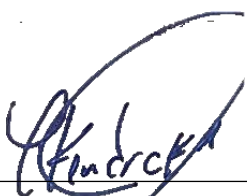


Ms. Manrique Ronceros, Mirko Martin

DNI: 32965599

Cód. ORCID 0000-0002-0364-4237

Secretario



Ms. Borja Reyna, Whiston Kendrick

DNI: 44939310

Cód. ORCID 0000-0002-5966-3859

Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los trece días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 am. En el aula S-3 del Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Sistema e Informática-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución 510-2025-UNS-CFI, expedido con Resolución 783-2025-UNS-FI, integrado por los docentes: Ms. Camilo Ernesto Suárez Rebaza (**presidente**), Ms. Mirko Martin Manrique Ronceros (**secretario**) y el Ms. Whiston Kendrick Borja Reyna (**integrante**), para dar inicio a la sustentación de la Tesis intitulada "SOFTWARE COMO SERVICIO PARA LA GESTIÓN DE LOS CENTROS MÉDICOS DE LA PROVINCIA DEL SANTA", perteneciente a los Bachilleres: SALDAÑA CHAFALOTE JORGE LUIS con código de matrícula N° 0200814051 y VEGA FLORES WIN ORLANDO, con código de matrícula N° 0200814040,, quienes fueron asesorado por el Ms. Mirko Martin Manrique Ronceros, según T/R. D. N°0317-2024-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
SALDAÑA CHAFALOTE JORGE LUIS	18	Bueno

Siendo las 12 p.m. del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 13 de noviembre de 2025

Ms. Camilo Ernesto Suárez Rebaza
PRESIDENTE

Ms. Mirko Martin Manrique Ronceros
SECRETARIO

Ms. Whiston Kendrick Borja Reyna
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los trece días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 am. En el aula S-3 del Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Sistema e Informática-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución 510-2025-UNS-CFI, expedido con Resolución 783-2025-UNS-FI, integrado por los docentes: Ms. Camilo Ernesto Suárez Rebaza (**presidente**), Ms. Mirko Martin Manrique Ronceros (**secretario**) y el Ms. Whiston Kendrick Borja Reyna (**Integrante**), para dar inicio a la sustentación de la Tesis intitulada "SOFTWARE COMO SERVICIO PARA LA GESTIÓN DE LOS CENTROS MÉDICOS DE LA PROVINCIA DEL SANTA", perteneciente a los Bachilleres: SALDAÑA CHAFALOTE JORGE LUIS con código de matrícula N° 0200814051 y VEGA FLORES WIN ORLANDO, con código de matrícula N° 0200814040,, quienes fueron asesorado por el Ms. Mirko Martin Manrique Ronceros ; según T/R. D. N°0317-2024-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VEGA FLORES WIN ORLANDO	18	BUENO

Siendo las 12 p.m. del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 13 de noviembre de 2025

Ms. Camilo Ernesto Suárez Rebaza
PRESIDENTE

Ms. Mirko Martin Manrique Ronceros
SECRETARIO

Ms. Whiston Kendrick Borja Reyna
INTEGRANTE




Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jorge Luis Saldaña Chafalote
Título del ejercicio: Tesis Pregrado
Título de la entrega: Tesis Saldaña_Vega
Nombre del archivo: Tesis_Final_Saldaña_Vega.docx
Tamaño del archivo: 6.52M
Total páginas: 182
Total de palabras: 32,197
Total de caracteres: 185,962
Fecha de entrega: 17-nov-2025 08:21p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2818905147

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA



Software como Servicio para la gestión de los Centros Médicos de la
Provincia del Santa

Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e
Informática

AUTORES:

- Bach. Saldaña Chafalote, Jorge Luis
- Bach. Vega Flores, Wis Orlando

ASESOR:

Ms. Mirko Martín Márquez Ranceros
Cod. ORCID 0000-0001-0964-5395

Nuevo Chimbote - PERÚ

2025

Tesis Saldaña_Vega

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
2	Submitted to Universidad TecMilenio	1%
	Trabajo del estudiante	
3	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
5	prezi.com	<1%
	Fuente de Internet	
6	dialnet.unirioja.es	<1%
	Fuente de Internet	
7	thecodest.co	<1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos	<1%
	Trabajo del estudiante	
9	Submitted to consultoriadeserviciosformativos	<1%

DEDICATORIA

A mi padre, con quien he compartido estos últimos años el día a día y nunca perdió la esperanza de que pueda concluir mi vida universitaria al 100 %, es a quien admiro y espero algún día poder llegar a alcanzar sus logros profesionales y trayectoria.

A mi madre, quien, con su legado en vida, sigue guiándome en los pasos que doy.

A mi hermano Carlos, ha sido una motivación verlo realizarse como Arquitecto. A mi abuela, quien partió al cielo hace unos años.

Ellos fueron los pilares y la fuerza moral que me ha estimulado para lograr mis objetivos y metas, para ellos mi agradecimiento.

A mi compañera de vida, Arelis; quien ha sido motivación para continuar superando para ser un mejor profesional y ser humano.

Este trabajo, demuestra mi gratitud hacia ellos.

Bach. Jorge Luis Saldaña Chafalote

A mis padres, Orlando Vega Chavez y Olinda Flores Sifuentes, cuyo apoyo constante ha sido la base de este logro.

Este trabajo expresa mi gratitud y mi compromiso por honrar lo aprendido a lo largo de mi camino.

Bach. Win Orlando Vega Flores

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios, porque todo lo que somos es gracias a él.

A nuestra hermosa familia, nuestros padres y hermanos que gracias a sus esfuerzos constantes y su gran amor han logrado darnos todas las herramientas que necesitamos para lograr nuestros objetivos.

A nuestro asesor el Ms. Mirko Manrique Ronceros por sus instrucciones, correcciones y paciencia en el proceso de elaboración de la tesis.

A todos los docentes y personal administrativo de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional del Santa que nos apoyaron con sus conocimientos, experiencias y consejos a lo largo de mi vida universitaria.

Por último y no menos importante a nuestra alma mater, la Universidad Nacional del Santa por brindarnos grandes oportunidades de enseñanza y herramientas que nos permitieron formarnos como unos profesionales.

Bach. Jorge Luis Saldaña Chafalote y Bach. Win Orlando Vega Flores

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	xi
AGRADECIMIENTOS	xii
INDICE GENERAL.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
I. INTRODUCCIÓN	21
1.1. REALIDAD DEL PROBLEMA.....	21
1.2. ANALISIS DEL PROBLEMA	23
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
1.4. HIPÓTESIS.....	24
1.5. OBJETIVOS	24
1.5.1. Objetivo General.....	24
1.5.2. Objetivos Específicos.....	24
1.6. JUSTIFICACIÓN	25
1.6.1. Justificación Social	25
1.6.2. Justificación Tecnológica.....	25
1.6.3. Justificación Operativa.....	25
1.6.4. Justificación Técnica.....	26
1.6.5. Justificación Económica	26
1.6.6. Justificación Personal.....	26
1.7. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION	27
1.8. DELIMITACIONES	27
II. MARCO TEÓRICO.....	28
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	28
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	28
2.1.2. Antecedentes Nacionales	31
2.1.3. Antecedentes Locales.....	32
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	33
2.1.1. GESTIÓN DE LOS CENTROS MÉDICOS	33
2.1.1.1. Procesos administrativos y clínicos en centros de salud	33

2.1.1.2.	Necesidades de gestión eficiente en centros médicos.....	33
2.1.1.3.	Retos en la gestión de centros médicos en contextos similares	35
2.1.1.4.	Beneficios y Desafíos del Cloud Computing.....	36
2.1.2.	TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN SALUD.....	36
2.1.2.1.	Evolución de las TIC aplicadas a la salud	36
2.1.2.2.	Sistemas de información en salud	37
2.1.2.3.	Sistemas de gestión hospitalaria y clínica	37
2.1.2.4.	Telemedicina y e-Salud	38
2.1.3.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	39
2.1.3.1.	Definición	39
2.1.3.2.	Funciones de un sistema de información en salud	39
2.1.4.	APLICACIONES WEB	40
2.1.5.	COMPUTACIÓN EN LA NUBE	40
2.1.5.1.	Definición	40
2.1.5.2.	Características de la computación en la nube.....	40
2.1.5.3.	Modelos de servicio en la nube	41
2.1.5.4.	Ventajas y desafíos de la computación en la nube	42
2.1.6.	SOFTWARE COMO SERVICIO (SAAS)	43
2.1.6.1.	Definición	43
2.1.6.2.	Características del SaaS.....	43
2.1.6.3.	Modelos de implementación y despliegue del SaaS.....	43
2.1.7.	ARQUITECTURA Y COMPONENTES DEL SAAS.....	44
2.1.7.1.	Infraestructura técnica basada en Cloud Computing.....	44
2.1.7.2.	Arquitectura Multi-tenancy	44
2.1.7.3.	Escalabilidad y flexibilidad del SaaS	45
2.1.8.	TECNOLOGÍAS USADAS	45
2.1.8.1.	Apache.....	45
2.1.8.2.	PHP.....	46
2.1.8.3.	MySQL.....	46
2.1.8.4.	Laravel.....	46
2.1.8.5.	Google Cloud Platform.....	47
2.1.8.6.	Compute Engine	47
2.1.8.7.	App Engine.....	47
2.1.9.	METODOLOGÍA SCRUM.....	48

2.1.9.1. Características de la Metodología SCRUM	48
2.1.9.2. Principios Fundamentales de Scrum	48
2.1.9.3. Roles en Scrum.....	49
2.1.9.4. Ciclo de Vida de Scrum.....	49
2.1.9.5. Beneficios de Scrum.....	49
2.1.9.6. Fases de la Metodología SCRUM.....	50
III. METODOLOGIA	51
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.2. METODO DE INVESTIGACION	51
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.4. POBLACIÓN.....	52
3.5. TIPO DE MUESTREO	52
3.6. MUESTRA	52
3.7. UNIDAD DE ANÁLISIS	53
3.8. NIVEL DE SIGNIFICANCIA	53
3.9. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	53
3.10. MÉTODO DE ANÁLISIS PARA INDICADORES CUANTITATIVOS	55
3.11. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS	56
3.12. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.13. METODOLOGÍA DE PASOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62
4.1. RESULTADOS.....	62
4.1.1. Indicador Funcionalidad.....	62
4.1.1.1. Fase 1: Inicio	62
4.1.1.2. Fase 2: Planificación.....	75
4.1.1.3. Fase 3: Ejecución.....	86
4.1.1.4. Fase 4: Revisión del Sprint.....	109
4.1.1.5. Fase 5: Retrospectiva del Sprint.....	119
4.1.1.6. Fase 6: Entrega	122
4.1.1.7. Fase 7: Migración a la Nube.....	124
4.1.2. Indicador Tiempo Promedio de Registro de Pacientes (TPRP).....	131
4.1.3. Indicador Porcentaje de Registros Médicos Completos (PRMC).....	139
4.1.4. Nivel de satisfacción del personal con la gestión de información (NSP)	147
4.2. DISCUSIÓN	155

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	158
5.1. CONCLUSIONES	158
5.2. RECOMENDACIONES	160
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
VII. ANEXOS	166
7.1. Anexo 01: Tabla Distribución Normal Z.....	166
7.2. Anexo 02: Tabla de Distribución T-Student.....	167
7.3. Anexo 03: Encuesta Nivel de Satisfacción del Personal.....	168
7.4. Anexo 04: Diagrama Relacional Base de Datos	170
7.5. Anexo 05: Estudio de Factibilidad	171

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Burndown Chart Sprint 1</i>	79
Figura 2: <i>Burndown Chart Sprint 2</i>	80
Figura 3: <i>Burndown Chart Sprint 3</i>	81
Figura 4: <i>Burndown Chart Sprint 4</i>	82
Figura 5: <i>Burndown Chart General</i>	85
Figura 6: <i>Crear Paciente</i>	86
Figura 7: <i>Crear Citas</i>	87
Figura 8: <i>Agenda del médico</i>	88
Figura 9: <i>Facturación Básica</i>	89
Figura 10: <i>Multi Centro Médico</i>	90
Figura 11: <i>Historial médico</i>	91
Figura 12: <i>Resultados Laboratorio</i>	93
Figura 13: <i>Inventario de Medicina</i>	94
Figura 14: <i>Configuración Centros Médicos</i>	95
Figura 15: <i>Notificaciones</i>	96
Figura 16: <i>Opciones del paciente</i>	97
Figura 17: <i>Nóminas de Empleados</i>	98
Figura 18: <i>Burndown Chart General de los Sprint</i>	99
Figura 19: <i>Arquitectura en la nube con GCP</i>	126
Figura 20: <i>Descriptivo del Indicador TPRP</i>	132
Figura 21: <i>Gráfico Q-Q normal de pre test del Indicador TPRP</i>	133
Figura 22: <i>Histograma Pre Test del Indicador TPRP</i>	133
Figura 23: <i>Gráfico Q-Q normal de post test del Indicador TPRP</i>	134
Figura 24: <i>Histograma Post Test del Indicador TPRP</i>	134
Figura 25: <i>Prueba de Normalidad del Indicador TPRP</i>	135
Figura 26: <i>Correlaciones del muestras en el Indicador TPRP</i>	135
Figura 27: <i>Prueba T del Indicador TPRP</i>	136
Figura 28: <i>Distribución T Student del Indicador TPRP</i>	136
Figura 29: <i>Análisis de Fiabilidad del Indicador TPRP</i>	137
Figura 30: <i>Interpretación del Indicador TPRP</i>	137
Figura 31: <i>Descriptivo del Indicador PRMC</i>	140
Figura 32: <i>Gráfico Q-Q normal de pre test del Indicador PRMC</i>	141

Figura 33: <i>Histograma Pre Test del Indicador PRMC</i>	141
Figura 34: <i>Gráfico Q-Q normal de post test del Indicador PRMC</i>	142
Figura 35: <i>Histograma Post Test del Indicador PRMC</i>	142
Figura 36: <i>Prueba de Normalidad del Indicador PRMC</i>	143
Figura 37: <i>Correlaciones de muestras emparejadas del Indicador PRMC</i>	143
Figura 38: <i>Prueba T del Indicador PRMC</i>	144
Figura 39: <i>Distribución T Student del Indicador PRMC</i>	144
Figura 40: <i>Análisis de Fiabilidad del Indicador PRMC</i>	145
Figura 41: <i>Interpretación del Indicador PRMC</i>	145
Figura 42: <i>Descriptivo del Indicador NSP</i>	149
Figura 43: <i>Histograma Pre Test del Indicador NSP</i>	150
Figura 44: <i>Histograma Post Test del Indicador NSP</i>	150
Figura 45: <i>Prueba de Normalidad del Indicador NSP</i>	151
Figura 46: <i>Correlaciones de muestras emparejadas del Indicador NSP</i>	151
Figura 47: <i>Prueba T del Indicador NSP</i>	152
Figura 48: <i>Distribución T Student del Indicador NSP</i>	152
Figura 49: <i>Análisis de Fiabilidad del Indicador NSP</i>	152
Figura 50: <i>Discusión del Indicador NSP</i>	153
Figura 51: <i>Tabla Distribución Z</i>	166
Figura 52: <i>Tabla de distribución T-Student</i>	167
Figura 53: <i>Diagrama Relacional Base de Datos</i>	170

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Operacionalización de las Variables</i>	53
Tabla 2: <i>Equipo Scrum</i>	63
Tabla 3: <i>Requerimientos Funcionales</i>	63
Tabla 4: <i>Requerimientos No Funcionales</i>	65
Tabla 5: <i>Recopilación de Épicas</i>	66
Tabla 6: <i>Backlog Inicial</i>	68
Tabla 7: <i>Backlog Priorizado</i>	71
Tabla 8: <i>Prioridad Ponderada</i>	72
Tabla 9: <i>Prioridad Ponderada Sprint 1</i>	75
Tabla 10: <i>Prioridad Ponderada Sprint 2</i>	75
Tabla 11: <i>Prioridad Ponderada Sprint 3</i>	75
Tabla 12: <i>Prioridad Ponderada</i>	76
Tabla 13: <i>Prioridad Ponderada General</i>	76
Tabla 14: <i>Tarea Técnica Sprint 1</i>	77
Tabla 15: <i>Tarea Técnica Sprint 2</i>	78
Tabla 16: <i>Tarea Técnica Sprint 3</i>	78
Tabla 17: <i>Tarea Técnica Sprint 4</i>	78
Tabla 18: <i>Sprint Backlog Sprint 1</i>	79
Tabla 19: <i>Sprint Backlog Sprint 2</i>	80
Tabla 20: <i>Sprint Backlog Sprint 3</i>	81
Tabla 21: <i>Sprint Backlog Sprint 4</i>	81
Tabla 22: <i>TaskBoard Sprint 1</i>	82
Tabla 23: <i>TaskBoard Sprint 2</i>	83
Tabla 24: <i>TaskBoard Sprint 3</i>	83
Tabla 25: <i>TaskBoard Sprint 4</i>	83
Tabla 26: <i>TaskBoard General</i>	84
Tabla 27: <i>TaskBoard HU1</i>	86
Tabla 28: <i>TaskBoard HU3</i>	87
Tabla 29: <i>TaskBoard HU4</i>	88
Tabla 30: <i>TaskBoard HU5</i>	89
Tabla 31: <i>TaskBoard HU11</i>	90
Tabla 32: <i>TaskBoard HU02</i>	91

Tabla 33: <i>TaskBoard HU06</i>	92
Tabla 34: <i>TaskBoard HU08</i>	92
Tabla 35: <i>TaskBoard HU09</i>	93
Tabla 36: <i>TaskBoard HU07</i>	94
Tabla 37: <i>TaskBoard HU12</i>	95
Tabla 38: <i>TaskBoard HU13</i>	96
Tabla 39: <i>TaskBoard HU14</i>	97
Tabla 40: <i>TaskBoard HU10</i>	98
Tabla 41: <i>TaskBoard HU15</i>	99
Tabla 42: <i>Funcionalidades Sprint 1</i>	100
Tabla 43: <i>Funcionalidades Sprint 2</i>	100
Tabla 44: <i>Funcionalidades Sprint 3</i>	101
Tabla 45: <i>Funcionalidades Sprint 4</i>	101
Tabla 46: <i>Validaciones Formulario de Registro de Pacientes (HU-01)</i>	101
Tabla 47: <i>Validaciones Calendario de Citas (HU-03)</i>	102
Tabla 48: <i>Validaciones Historial Médico (HU-02)</i>	102
Tabla 49: <i>Validaciones Pago en Línea (HU-06)</i>	103
Tabla 50: <i>Validaciones Receta Digital (HU-08)</i>	103
Tabla 51: <i>Validaciones Resultados de Laboratorio (HU-09)</i>	103
Tabla 52: <i>Validaciones Inventario de Farmacia (HU-07)</i>	104
Tabla 53: <i>Validaciones Configuración del Centro Médico (HU-12)</i>	104
Tabla 54: <i>Validaciones Notificaciones (HU-13)</i>	104
Tabla 55: <i>Validaciones Portal del Paciente (HU-14)</i>	105
Tabla 56: <i>Validaciones Reportes Financieros (HU-10)</i>	105
Tabla 57: <i>Validaciones Auditoría de Acciones (HU-15)</i>	105
Tabla 58: <i>Integración Sprint 1</i>	106
Tabla 59: <i>Integración Sprint 2</i>	106
Tabla 60: <i>Integración Sprint 3</i>	106
Tabla 61: <i>Integración Sprint 4</i>	107
Tabla 62: <i>Daily Scrum Sprint 1</i>	107
Tabla 63: <i>Daily Scrum Sprint 2</i>	108
Tabla 64: <i>Daily Scrum Sprint 3</i>	108
Tabla 65: <i>Daily Scrum Sprint 4</i>	109
Tabla 66: <i>Revisión Sprint 1</i>	109

Tabla 67: <i>Validación de criterios de aceptación</i>	112
Tabla 68: <i>Feedback Product Owner</i>	115
Tabla 69: <i>Feedback Product Owner</i>	117
Tabla 70: <i>Prácticas que funcionaron bien en los Sprints</i>	119
Tabla 71: <i>Problemas o impedimentos detectados durante los Sprints</i>	120
Tabla 72: <i>Propuesta de mejoras</i>	121
Tabla 73: <i>Plan de acción para aplicar en el siguiente Sprint</i>	122
Tabla 74: <i>Estrategias de migración</i>	124
Tabla 75: <i>Riesgos y Mitigaciones</i>	129
Tabla 76: <i>Roles y Responsabilidades</i>	129
Tabla 77: <i>Cronograma tentativo de despliegue</i>	130
Tabla 78: <i>Cronograma tentativo de despliegue</i>	130
Tabla 79: <i>Ficha de Observación del Indicador TPRP</i>	131
Tabla 80: <i>Interpretación del Indicador TPRP</i>	137
Tabla 81: <i>Ficha de Observación del Indicador PRMC</i>	139
Tabla 82: <i>Interpretación del Indicador PRMC</i>	145
Tabla 83: <i>Cuadro de Rango de Valores del Indicador NSP</i>	147
Tabla 84: <i>Ficha de Encuesta del Indicador NSP</i>	148
Tabla 85: <i>Estadística de Contraste del Indicador NSP</i>	148
Tabla 86: <i>Discusión del Indicador NSP</i>	153
Tabla 87: <i>Escala de Likert</i>	168
Tabla 88: <i>Cuestionario de Satisfacción del Personal</i>	168
Tabla 89: <i>(Continuación) - Cuestionario de Satisfacción del Personal</i>	169
Tabla 90: <i>Inversión Inicial</i>	177
Tabla 91: <i>Costos operativos anuales</i>	177
Tabla 92: <i>Planes de Suscripción</i>	178
Tabla 93: <i>Planes de Suscripción</i>	178
Tabla 94: <i>Entrada de Tráfico y Optimización</i>	181
Tabla 95: <i>Capas de Aplicación y Lógica</i>	181
Tabla 96: <i>Capas de Datos</i>	182

RESUMEN

La gestión de la información en los centros médicos de la provincia del Santa presentaba deficiencias relacionadas con la demora en el registro de pacientes, la falta de integridad en los informes clínicos y el bajo porcentaje de registros médicos completos. Estas limitaciones dificultaban la eficiencia operativa y comprometían la calidad de la atención en salud. Ante esta problemática, la investigación tuvo como objetivo principal desarrollar e implementar un modelo de software como servicio (SaaS) que optimizara la gestión de los procesos clínicos y administrativos.

La metodología utilizada fue de tipo aplicada con diseño cuasi experimental, trabajando con una muestra de 50 participantes en dos fases: pre test (sin aplicación) y post test (con aplicación). El desarrollo del sistema se realizó empleando la metodología ágil Scrum, lo que permitió un diseño iterativo y adaptado a las necesidades del personal de salud.

Los resultados evidenciaron mejoras significativas en todos los indicadores evaluados. El tiempo promedio de registro de pacientes se redujo de 118 segundos a 34 segundos, representando una disminución superior al 70 %. El nivel de satisfacción del personal pasó de un promedio entre 1,98 y 2,30 (insatisfecho) a valores entre 4,54 y 4,72 (satisfecho y muy satisfecho). Asimismo, el porcentaje de registros médicos completos se incrementó en 75 puntos porcentuales, pasando de valores entre 8 % y 27 % en el pre test a un rango de 80 % a 99 % en el post test, lo que representó una mejora relativa del 445 %.

Se concluyó que la implementación del SaaS mejoró de manera significativa la eficiencia en la gestión de información médica, garantizó mayor integridad en los informes y elevó la calidad de los procesos clínicos y administrativos. En consecuencia, el sistema constituye una alternativa viable y escalable para fortalecer la transformación digital en el sector salud de la región.

Palabras clave: software como servicio, gestión de información, Scrum, historias clínicas, satisfacción del personal.

ABSTRACT

The management of information in medical centers in the province of Santa faced significant deficiencies related to delays in patient registration, lack of integrity in clinical reports, and a low percentage of complete medical records. These limitations hindered operational efficiency and compromised the quality of healthcare services. In response to this problem, the main objective of this research was to develop and implement a Software as a Service (SaaS) model to optimize the management of clinical and administrative processes.

The methodology applied was an applied research design with a quasi-experimental approach, working with a sample of 50 participants in two phases: pre-test (without application) and post-test (with application). The system was developed using the agile Scrum methodology, which allowed for an iterative design adapted to the needs of healthcare personnel.

The results showed significant improvements in all evaluated indicators. The average patient registration time decreased from 118 seconds to 34 seconds, representing a reduction of more than 70%. The staff satisfaction level increased from an average range between 1.98 and 2.30 (dissatisfied) to values between 4.54 and 4.72 (satisfied and highly satisfied). Likewise, the percentage of complete medical records increased by 75 percentage points, from values between 8% and 27% in the pre-test to a range of 80% to 99% in the post-test, representing a relative improvement of 445%.

It was concluded that the implementation of SaaS significantly improved efficiency in medical information management, ensured greater integrity in reports, and enhanced the quality of clinical and administrative processes. Consequently, the system represents a viable and scalable alternative to strengthen digital transformation in the healthcare sector of the region.

Keywords: software as a service, information management, Scrum, medical records, staff satisfaction.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD DEL PROBLEMA

En el centro de la comunicación, la tecnología actúa como un puente que conecta a las personas que están separadas por océanos y continentes. Permite la conexión instantánea a través de redes sociales, correos electrónicos y aplicaciones de mensajería, lo que nos permite compartir pensamientos, emociones y experiencias en tiempo real, lo que cambia la manera en que nos relacionamos y trabajamos juntos. La tecnología avanza rápidamente, cambiando la vida de todos. Actualmente, para brindar un mejor servicio a los clientes de cualquier tipo, la automatización es quizás uno de los campos que más se debería explotar.

Del mismo modo, el Cloud Computing ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas, debido a su capacidad de aumentar o reducir recursos informáticos según la demanda, acceso a una variedad de servicios y herramientas tecnológicas sin necesidad de invertir en infraestructura física, pago por uso y reducción de costos operativos y altos estándares de seguridad y cumplimiento normativo; convirtiéndose en una piedra angular de la infraestructura tecnológica global. Grandes empresas tecnológicas como Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform y otras han liderado este mercado, ofreciendo servicios de infraestructura, plataforma y software como servicio a escala global. En América Latina, las herramientas de computación en nube están avanzando rápidamente en los últimos años, lo que permite a las empresas utilizar tecnologías de información contemporáneas en lugar de modelos tradicionales.

Por otro lado, la atención médica se considera fundamental para el desarrollo humano en el mundo, y la accesibilidad a la atención médica ha mejorado con el tiempo debido a sus limitaciones. Actualmente, esto ha cambiado y las organizaciones médicas en todo el mundo están optimizando los recursos para que las personas puedan obtener una cita médica de manera rápida y segura. La falta de tecnología oscurece el potencial de la atención médica moderna en los recintos hospitalarios y centros de salud, donde la vida y la esperanza convergen en una danza frágil entre el bienestar y la enfermedad.

En el Perú, los habitantes enfrentan múltiples dificultades para obtener atención médica de alta calidad. Antes de la pandemia, era común ver largas filas de pacientes esperando fuera de hospitales públicos en mal estado para obtener una atención. Además, había problemas como un porcentaje significativo de la población sin seguro de salud, una cantidad limitada de medicamentos disponibles en las farmacias de los establecimientos y múltiples idas y vueltas por parte del Ministerio de Salud (Minsa) sobre cómo organizar y dirigir esta problemática.

La pandemia de COVID-19 dejó en evidencia para la agenda pública las enormes carencias estructurales y de gestión, saturando rápidamente la capacidad de atención de un sistema de salud que ya estaba por colapsar. Durante los primeros meses, para organizar la respuesta a la pandemia de manera más ágil, se establecieron varios grupos de trabajo y comisiones. Esto demostró que las instancias de coordinación actuales no eran adecuadas. En la actualidad, los habitantes reciben atención médica en condiciones más desfavorables, según el Minsa, donde alrededor del 100 por ciento cuenta con infraestructura insuficiente. Por lo tanto, es necesario que los habitantes utilicen opciones para resolver sus problemas de salud, como gastar medicamentos directamente en boticas o farmacias, o atenderse en centro médicos.

En la Provincia del Santa, al igual que en muchas regiones del Perú y el mundo, los centros médicos enfrentan desafíos significativos en la gestión eficiente de sus recursos y en la prestación de servicios médicos de calidad. Estos centros, que incluyen hospitales, centros de salud y consultorios médicos, deben manejar una creciente demanda de atención médica mientras se enfrentan a limitaciones de recursos humanos, financieros y tecnológicos. La gestión efectiva de estos establecimientos no solo es crucial para asegurar la salud de la población, sino también para mejorar la experiencia de los pacientes y la satisfacción del personal médico.

Los centros médicos a menudo enfrentan problemas con la gestión manual de citas médicas, lo que puede resultar en largos tiempos de espera y una planificación ineficiente de recursos. También la precisión y accesibilidad de los registros médicos son fundamentales para garantizar una atención médica segura y efectiva. El personal médico juega un papel crucial en la eficiencia y calidad de los servicios

médicos. La experiencia del paciente es otro aspecto crítico en la gestión de centros médicos, existen largos tiempos de espera, no existe facilidad en el acceso a la información médica y no es asertiva la comunicación entre pacientes y proveedores de atención médica. Por eso la falta de adopción de tecnología en la nube se hace más evidente en la gestión diaria del personal médico y administrativo de los centros médicos. Las largas colas en la recepción, las citas perdidas y las comunicaciones fragmentadas entre departamentos reflejan una infraestructura incapaz de mantener el ritmo con las necesidades del paciente moderno. La eficiencia y la efectividad en la coordinación del cuidado se ven comprometidas, afectando la continuidad y calidad de la atención brindada en los centros médicos.

1.2. ANALISIS DEL PROBLEMA

El análisis del problema revela una serie de desafíos interrelacionados que afectan la eficiencia operativa, la calidad del servicio y la experiencia del paciente en los centros médicos de la Provincia del Santa. Entre los principales problemas tenemos:

- **Gestión Administrativa Descentralizada:** Muchos centros médicos en la Provincia del Santa operan con sistemas administrativos descentralizados o incluso basados en métodos manuales. Esto conlleva a una falta de coordinación eficiente entre diferentes áreas como la gestión de citas, el manejo de historias clínicas, la asignación de recursos médicos y la planificación estratégica. Esta descentralización dificulta la consolidación de datos críticos y la toma de decisiones informadas a nivel institucional.
- **Acceso Limitado a la Tecnología:** A pesar de los avances tecnológicos, muchos centros médicos en áreas menos urbanizadas de la provincia pueden enfrentar limitaciones significativas en términos de infraestructura tecnológica. Esto incluye conectividad deficiente a internet, equipos informáticos obsoletos o insuficientes, y falta de capacitación en el uso de tecnología digital entre el personal médico y administrativo.
- **Gestión Ineficiente de Recursos:** La falta de sistemas integrados para la gestión de inventarios, suministros médicos y equipos puede llevar a una gestión ineficiente de recursos. Esto no solo afecta la disponibilidad de materiales esenciales para la atención médica, sino que también puede incrementar los costos operativos y afectar la calidad del servicio ofrecido a los pacientes.

- **Procesos Manuales y Retrasos en la Atención:** Los procesos manuales en la gestión de citas, registros médicos y facturación pueden resultar en retrasos significativos en la atención al paciente. Esto impacta negativamente en la experiencia del paciente, aumenta los tiempos de espera y disminuye la satisfacción general con los servicios de salud proporcionados.
- **Seguridad y Confidencialidad de los Datos:** La falta de sistemas de gestión de datos seguros y conformes con regulaciones de privacidad, como la Ley de Protección de Datos Personales, puede poner en riesgo la seguridad y confidencialidad de la información médica de los pacientes. La implementación de soluciones tecnológicas inadecuadas podría exponer datos sensibles a vulnerabilidades de seguridad cibernética.
- **Desafíos en la Implementación de Nuevas Tecnologías:** La resistencia al cambio y la falta de capacitación adecuada pueden obstaculizar la implementación efectiva de nuevos sistemas de software como servicio (SaaS) en los centros médicos. Es crucial abordar estos desafíos mediante estrategias de capacitación continua y participación activa del personal en el proceso de adopción tecnológica.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye la implementación de un SaaS en la gestión de los Centros Médicos de la Provincia del Santa?

1.4. HIPÓTESIS

El despliegue de un sistema de Software como Servicio (SaaS) logra mejorar la gestión de centros médicos en la Provincia del Santa.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Mejorar la gestión de los centros médicos de la provincia del Santa mediante el despliegue de un software como servicio

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar los requisitos técnicos necesarios para desarrollar una aplicación móvil.

- Usar la metodología Scrum para la implementación del SaaS.
- Disminuir el tiempo promedio de registro de pacientes.
- Maximizar la satisfacción del cliente.
- Garantizar la ubicuidad de la aplicación SaaS.
- Elevar el porcentaje de registros médicos completos.

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1. Justificación Social

- Facilita que centros médicos de diferentes tamaños y recursos puedan acceder a herramientas de gestión eficientes, mejorando la calidad del servicio ofrecido a los pacientes.
- Optimiza la gestión administrativa y clínica, reduciendo tiempos de espera y mejorando la precisión en el registro y seguimiento de pacientes.
- Promueve la integración de datos médicos, facilitando la colaboración entre profesionales de la salud y mejorando la continuidad del tratamiento.

1.6.2. Justificación Tecnológica

- Permite acceder a la plataforma desde dispositivos con conexión a internet, facilitando la gestión remota y el trabajo colaborativo.
- Los usuarios siempre tienen acceso a las últimas versiones del software y a las mejoras tecnológicas sin necesidad de intervención adicional.
- Las plataformas SaaS suelen contar con robustas medidas de seguridad y copias de seguridad automatizadas, protegiendo la información sensible de los pacientes.

1.6.3. Justificación Operativa

- Permitirá la automatización de tareas administrativas como programación de citas, gestión de historias clínicas, facturación y seguimiento de inventario.
- Reduce los tiempos muertos y los errores humanos asociados a la gestión manual de datos y procesos.

- Puede adaptarse a las regulaciones y necesidades específicas del sector salud en la Provincia del Santa, cumpliendo con normativas locales e internacionales.

1.6.4. Justificación Técnica

- Permite manejar grandes volúmenes de datos y usuarios concurrentes de manera eficiente.
- Puede integrarse con sistemas de información hospitalaria (HIS) y otros sistemas médicos para una interoperabilidad completa.
- Interfaces intuitivas y capacitación mínima necesaria para el personal médico y administrativo.

1.6.5. Justificación Económica

- No necesitan invertir en infraestructura costosa ni en licencias de software on-premise, lo que disminuye el desembolso inicial.
- Los costos se distribuyen mensual o anualmente, facilitando la gestión financiera.
- Permite ajustar la capacidad y funcionalidades según las necesidades del centro médico, evitando inversiones anticipadas en infraestructura que podrían resultar subutilizadas.

1.6.6. Justificación Personal

- Los Investigadores puede aprender a usar la plataforma rápidamente, optimizando los recursos de formación.
- Al simplificar procesos administrativos y mejorar la eficiencia, se reduce la carga de trabajo y se permite una atención más centrada en el paciente.
- Facilita la adopción de prácticas modernas de gestión y tecnología en el ámbito médico, mejorando las habilidades del personal y su desarrollo profesional continuo.

1.7. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

Implementar un software como servicio (SaaS) específicamente diseñado para la gestión de centros médicos en la Provincia del Santa puede significar una mejora significativa en la eficiencia de la gestión administrativa y clínica. Esto incluye la optimización de procesos como la programación de citas, la gestión de historias clínicas electrónicas, el control de inventarios de medicamentos y suministros, y la gestión financiera. Al automatizar estas funciones, se reducen los tiempos de espera, se minimizan los errores humanos y se mejora la precisión en la gestión de datos, lo que conduce a una atención médica más efectiva y centrada en el paciente. También democratiza el acceso a tecnologías avanzadas de gestión que pueden ser costosas o difíciles de implementar para centros médicos con recursos limitados en áreas como la Provincia del Santa. Esto permite que incluso los centros médicos más pequeños y remotos puedan beneficiarse de herramientas modernas de gestión, mejorando así la calidad de los servicios médicos ofrecidos a la población local. Por último, no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también puede ayudar a reducir costos a largo plazo. Al eliminar la necesidad de infraestructura costosa de TI y licencias on-premise, y al ofrecer un modelo de pago por uso o suscripción, los centros médicos pueden optimizar sus recursos financieros y enfocarse en mejorar la atención al paciente en lugar de gestionar complejas infraestructuras tecnológicas.

1.8. DELIMITACIONES

El estudio se enfocará exclusivamente en los centros médicos ubicados dentro de la Provincia del Santa, en la región de Áncash, Perú. No se considerarán centros médicos ubicados fuera de esta área geográfica.

El periodo de estudio abarcará desde la implementación inicial del software hasta la evaluación de sus resultados y beneficios durante un periodo de dos años. No se investigarán etapas anteriores a la implementación ni posteriores al periodo establecido.

El estudio utilizará métodos cualitativos y cuantitativos para recopilar y analizar datos, incluyendo entrevistas estructuradas, encuestas y análisis de datos secundarios. No se emplearán otros enfoques metodológicos ni técnicas de recolección de datos distintas a las mencionadas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Wibowo et al. (2025) desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue conocer el estado actual y las perspectivas futuras de la adopción de inteligencia artificial (IA) y plataformas SaaS en los sistemas de salud del Sudeste Asiático, considerando la diversidad geopolítica y socioeconómica de la región. La investigación, de enfoque cualitativo transversal, recogió información mediante 31 entrevistas semiestructuradas con actores clave que impulsan la implementación de tecnologías basadas en IA y SaaS en la salud de siete países: Brunei, Indonesia, Myanmar, Singapur, Tailandia, Vietnam y Filipinas. El análisis temático resultante identificó cinco categorías principales: aceptación tecnológica, disparidades en la transformación digital, gobernanza tecnológica, gobernanza de datos y el potencial de la IA para transformar los sistemas de salud. Los resultados indicaron que, si bien la aceptación de la tecnología es elevada, existen diferencias marcadas en la infraestructura digital, inversión y políticas regulatorias entre países de ingresos bajos y altos. Destaca una mejora de la accesibilidad a los servicios sanitarios, eficiencia operativa y reducción de costos en regiones que integran plataformas SaaS y soluciones de IA, con reportes de hasta 30% de reducción en tiempos de espera y optimización de recursos médicos. Se concluyó que, para aprovechar plenamente estas tecnologías, es necesario invertir en infraestructura digital, gobernanza y capacitación especializada, permitiendo que la IA y SaaS transformen la gestión sanitaria y eleven la calidad de los servicios en el Sudeste Asiático, especialmente en contextos rurales y urbanos diversos.

Oh et al. (2023) plantearon como objetivo estratégico el diseño y despliegue de sistemas hospitalarios de próxima generación basados en la nube, con énfasis en su rol como *software como servicio* (SaaS). El estudio se desarrolló en Corea del Sur mediante un enfoque de investigación aplicada y de innovación tecnológica, revisando el proyecto nacional denominado P-

HIS (Personalized Hospital Information System). La metodología se centró en la recopilación de datos documentales, entrevistas con desarrolladores y validación de pilotos en hospitales universitarios. Los resultados indicaron que la transición hacia entornos SaaS generó mejoras del 72% en la eficiencia administrativa, una reducción del 68% en errores de manejo de datos clínicos y un incremento del 75% en la disponibilidad de la información médica en tiempo real. Se concluyó que los sistemas SaaS en salud constituyen un modelo escalable y sostenible que no solo facilita la personalización de servicios médicos, sino que también impulsa la interoperabilidad nacional de los datos clínicos. El estudio confirma que los hospitales que migran hacia infraestructuras en la nube logran mayor seguridad, resiliencia tecnológica y satisfacción del personal médico, lo cual resulta aplicable en el fortalecimiento de la gestión en centros médicos provinciales.

Ogwel et al. (2021) tuvo como objetivo analizar cómo la adopción de la computación en la nube puede mejorar la prestación de servicios de salud en instalaciones públicas de Kenia, enfatizando su aplicabilidad como *software como servicio* (SaaS) en entornos médicos. El estudio utilizó una metodología de investigación aplicada con encuestas y entrevistas en centros médicos de Kisumu County, recolectando datos de profesionales de la salud y directivos en 2019. Los resultados demostraron que la implementación de soluciones en la nube generó mejoras superiores al 65% en la accesibilidad de registros clínicos, un 70% en la continuidad del cuidado y una reducción del 55% en costos operativos relacionados con infraestructura física. Asimismo, se observó que la interoperabilidad entre áreas médicas se fortaleció en más de un 60%, gracias a la centralización de la información en servidores remotos. La conclusión más relevante fue que el uso de modelos SaaS no solo permite superar limitaciones de hardware local, sino que también fortalece la toma de decisiones clínicas y la eficiencia administrativa. Esto evidencia que la computación en la nube constituye un recurso estratégico para optimizar la gestión de la información en centros médicos, modelo extrapolable al caso peruano.

He et al. (2021) desarrollaron un estudio con el propósito de evaluar cómo un sistema de telepatología basado en la nube podía mejorar el diagnóstico médico en hospitales de China, sobre todo en zonas donde el acceso a especialistas es limitado. Para ello, aplicaron una metodología observacional con una amplia muestra de casos reales, permitiendo que imágenes clínicas fueran compartidas entre centros médicos de forma remota. Los resultados mostraron que el uso de esta tecnología redujo considerablemente el tiempo de diagnóstico y mejoró la precisión en la lectura de imágenes. El estudio concluye que este tipo de soluciones basadas en la nube representan una herramienta valiosa para fortalecer la atención médica a distancia, especialmente en regiones con menos recursos.

Soto Castro (2021) tuvo como objetivo diseñar e implementar una solución de Software como Servicio (SaaS) para optimizar la gestión clínica y administrativa de un consultorio de neurología atendido por el Dr. Roddy Omar Tumbaco Ostaiza. El estudio fue de tipo aplicado y contempló la construcción de una aplicación web, valiéndose de los formularios normalizados HCU-FORM 002 y 007 del Ministerio de Salud Pública con respaldo de la Organización Panamericana de la Salud. La metodología incluyó el análisis de los procesos previos —que dependían de herramientas ofimáticas— y el desarrollo de una plataforma con Laravel, Bootstrap y PostgreSQL; luego se ejecutaron pruebas funcionales para validar su usabilidad y capacidad de gestión. Los resultados evidenciaron una reducción notoria en la pérdida e inconsistencias en la información del paciente, una mejor organización del historial clínico y una mayor eficiencia en la generación de reportes y en el agendamiento de consultas médicas. Se concluyó que la implementación de un sistema SaaS en entornos clínicos pequeños puede representar una alternativa efectiva y accesible para mejorar la seguridad informativa, la agilidad operativa y el control administrativo, sin requerir infraestructura local sofisticada. Este hallazgo realza la factibilidad de adoptar soluciones SaaS en la gestión de centros médicos de la provincia del Santa.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Briones Quiroz (2023) tuvo como objetivo evaluar el impacto de un sistema en la nube (Cloud) en los sistemas de información de salud de un policlínico en la provincia de Celendín, Cajamarca. El estudio fue de tipo cuasi-experimental cuantitativo, aplicado a una muestra de 10 trabajadores mediante fichas de observación y un cuestionario estructurado. La metodología incluyó la medición de la calidad del registro de información clínica antes y después de implementar el sistema, comparando ambos momentos con la prueba estadística de Wilcoxon. Los resultados señalaron una mejora estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en la calidad del registro y manejo de la información clínica, con una reducción estimada del 55 % en errores de registro y un incremento del 60 % en la eficiencia del flujo de datos administrativos. Se concluyó que la adopción de sistemas en la nube mejora sustancialmente la gestión de historias clínicas, reduciendo errores y acelerando los procesos administrativos en unidades de atención primaria en entornos rurales. Este antecedente es particularmente relevante para tu tesis, ya que demuestra que incluso en contextos con recursos limitados, el uso de soluciones tipo SaaS puede tener un impacto significativo y comprobable en la gestión de información en salud.

Calderón Chávez (2023) tuvo como objetivo abordar el desafío de la gestión de la información médica en el Instituto Materno Perinatal (IMP) mediante la implementación de tecnología de cloud computing. El estudio fue de tipo aplicado y contempló el desarrollo de una solución basada en la nube para optimizar y hacer más accesible el manejo de datos clínicos. Según consta en el repositorio académico de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, mediante el uso de plataformas en la nube se espera mejorar la eficiencia en el acceso a registros médicos, disminuir la duplicación de información y facilitar la administración de datos sensibles en entornos hospitalarios públicos. Aunque no se detallan porcentajes específicos en el resumen, la propuesta se alinea con tendencias modernas que demuestran mejoras sustanciales (por ejemplo, reducción de errores o tiempos de acceso superiores al 50 %) en casos similares de e-salud en otros contextos. En conclusión, el trabajo subraya la viabilidad y pertinencia de adoptar modelos

tipo SaaS en instituciones peruanas de salud, especialmente en centros especializados como el IMP, lo cual aporta un precedente concreto y relevante para proponer un sistema SaaS en la gestión de los centros médicos de la provincia del Santa.

Atocsa Riquelme y Verástegui Vega (2022) tuvieron como objetivo determinar de qué manera un sistema de información basado en Cloud Computing mejora la gestión de citas e historias médicas en centros de salud de Lima Metropolitana. El estudio fue de tipo aplicado con diseño preexperimental, implementado mediante dos evaluaciones (pretest y posttest) a una muestra de 378 trabajadores de salud, dentro de una población de 23 517 profesionales, y el desarrollo se realizó bajo la metodología ágil Scrum. Los resultados mostraron que, tras la implementación del sistema, el índice de eficiencia en la gestión de citas médicas aumentó de 76,15 % a 82,19 %, lo que representa una mejora del 6,04 punto porcentual. Asimismo, el índice de gestión de historias médicas subió de 75,85 % a 80,65 %, reflejando una mejora del 4,80 punto porcentual, lo que permitió rechazar la hipótesis nula. En conclusión, el uso de una solución Cloud demostró incrementar la eficiencia operativa y mejorar la calidad del registro clínico, sin necesidad de infraestructura local avanzada. Este antecedente concreto valida la factibilidad de incorporar un modelo SaaS en la gestión de centros médicos provinciales como los del Santa

2.1.3. Antecedentes Locales

No existen antecedentes locales de Software como Servicio en salud.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. GESTIÓN DE LOS CENTROS MÉDICOS

2.1.1.1. Procesos administrativos y clínicos en centros de salud

Los procesos administrativos y clínicos constituyen el eje sobre el cual se organiza y ejecuta la atención en los centros de salud, ya que permiten coordinar las actividades, optimizar recursos y garantizar que los servicios se presten con calidad y oportunidad. Según Medina Astudillo (2021), estos procesos se estructuran en cuatro funciones esenciales: planificación, organización, dirección y control, todas interrelacionadas y necesarias para alcanzar los objetivos institucionales y evitar la improvisación en la gestión sanitaria.

En el ámbito clínico, estos procesos facilitan la atención integral del paciente, desde su admisión y registro hasta el diagnóstico, tratamiento y seguimiento, asegurando la coherencia entre la labor médica y la gestión administrativa. De esta forma, la integración de ambos enfoques no solo mejora la calidad del servicio, sino que también fortalece la capacidad resolutive de las instituciones y la satisfacción del paciente.

2.1.1.2. Necesidades de gestión eficiente en centros médicos

La gestión eficiente en los centros médicos es esencial para asegurar la calidad asistencial, optimizar los recursos y mejorar los resultados en salud. Una administración hospitalaria bien estructurada permite coordinar los procesos internos, reducir la variabilidad en la atención y fortalecer la seguridad del paciente. Asimismo, facilita la toma de decisiones estratégicas basadas en información confiable y oportuna, lo que se traduce en una mayor satisfacción de los usuarios y en un uso más racional de los recursos disponibles (Bhati et al., 2023).

A. Gestión de agenda de pacientes

La gestión de la agenda de pacientes es uno de los pilares fundamentales para el funcionamiento eficiente de un centro médico, ya que determina en gran medida la fluidez de la atención y la optimización de los recursos disponibles. Como señala Anthony Jnr. (2021), la integración tecnológica, particularmente con las historias clínicas electrónicas, permite que el personal médico disponga de la información del paciente antes de la consulta, lo que facilita una atención más rápida, coordinada y personalizada.

Además, los sistemas modernos de gestión de agendas incluyen funciones como recordatorios automáticos por mensajes o correo electrónico, lo que contribuye a disminuir las ausencias y a mejorar la puntualidad.

B. Administración de registros e inventarios

La administración eficiente de registros e inventarios en los centros médicos es un componente esencial para garantizar la continuidad y calidad de los servicios de salud. Un control adecuado de estos recursos permite disponer oportunamente de insumos, medicamentos y equipos, evitando interrupciones en la atención y optimizando los costos operativos. Asimismo, la gestión organizada de los registros clínicos y administrativos asegura que la información necesaria esté disponible para la toma de decisiones, la trazabilidad de procesos y el cumplimiento de normativas sanitarias.

Según Tanasiichuk, Karaman y Natrus (2023), la disponibilidad de recursos adecuados, tanto materiales como humanos, y la existencia de procesos claramente definidos son factores clave para sostener la calidad en los servicios de laboratorio, lo que se puede extrapolar a la gestión de inventarios y registros clínicos en general.

C. Manejo de historias clínicas electrónicas

El manejo eficiente de las historias clínicas electrónicas (HCE) es fundamental para centralizar la información de los pacientes, optimizar la comunicación entre diferentes áreas del centro médico y agilizar procesos como diagnósticos, tratamientos y seguimiento. Bokolo (2021) destaca que la integración de estas plataformas con herramientas digitales permite a los profesionales acceder y actualizar los registros de forma remota, asegurando un flujo de información continuo y preciso. Esto no solo incrementa la eficiencia operativa, sino que también mejora la calidad del servicio al garantizar que cada decisión clínica se base en datos completos y actualizados.

2.1.1.3. Retos en la gestión de centros médicos en contextos similares

Según Freire Heredia y Delgado Mosquera (2025), la administración hospitalaria en países con recursos limitados enfrenta retos estructurales que afectan directamente la eficiencia, la equidad y la calidad de los servicios de salud. Entre estos desafíos se incluyen la ausencia de una planificación estratégica adecuada, la corrupción en los procesos de adquisición, la carencia de modelos de gestión adaptados a situaciones de emergencia, la insuficiente capacitación del personal y la falta de integración entre niveles de atención. A ello se suman problemas como la baja disponibilidad de infraestructura y equipamiento, la gestión ineficiente de los recursos, la prolongación innecesaria de estancias hospitalarias y la débil participación ciudadana en la toma de decisiones. Estos factores, en conjunto, generan una menor calidad percibida por los usuarios y dificultan la sostenibilidad del sistema, haciendo imprescindible implementar estrategias de gobernanza sólida, transparencia en la gestión y sistemas de monitoreo basados en indicadores de desempeño para optimizar los resultados en salud.

2.1.1.4. Beneficios y Desafíos del Cloud Computing

El Cloud Computing ofrece una serie de beneficios significativos, como la reducción de costos operativos al eliminar la necesidad de infraestructura física costosa y la capacidad de escalar recursos de manera rápida y eficiente. Sin embargo, también plantea desafíos relacionados con la seguridad de los datos, la privacidad y la dependencia de terceros para el almacenamiento y procesamiento de información sensible (Armbrust et al., 2010; Mell & Grance, 2011).

2.1.2. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN SALUD

2.1.2.1. Evolución de las TIC aplicadas a la salud

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha transformado progresivamente la manera en que las personas acceden, comparten y utilizan información relacionada con la salud. Desde los primeros portales web informativos hasta la consolidación de redes sociales, aplicaciones móviles y plataformas especializadas, estas herramientas han permitido que el conocimiento médico esté disponible de forma más inmediata y accesible para la población. Como señalan López Ramírez (2023), el uso de las TIC para la búsqueda y consumo de información sanitaria ha crecido de forma sostenida, convirtiéndose en un componente esencial de la interacción entre individuos y servicios de salud. Este fenómeno ha evolucionado desde un acceso limitado a internet hacia una presencia generalizada de recursos digitales, acompañada de nuevas prácticas de autocuidado y alfabetización en salud digital. Así, la historia de las TIC en el ámbito sanitario refleja una transición desde medios unidireccionales y centralizados hacia entornos digitales interactivos, donde la participación activa de los usuarios y la disponibilidad de información en tiempo real juegan un papel clave en la toma de decisiones sobre la salud.

2.1.2.2. Sistemas de información en salud

Los sistemas de información en salud son esenciales para garantizar que la atención médica se brinde con eficiencia, seguridad y calidad. Estos sistemas facilitan la recolección, procesamiento y análisis de datos clínicos y administrativos, lo que permite a los profesionales de la salud tomar decisiones basadas en evidencia, coordinar la atención entre distintos niveles y optimizar el uso de los recursos disponibles. Además, su implementación contribuye a mejorar la trazabilidad de los procesos, la gestión de indicadores y el cumplimiento de normativas sanitarias.

Según Roman et al (2024), la eficacia de estos sistemas no depende únicamente de contar con infraestructura tecnológica, sino también del desarrollo de competencias digitales en el personal de salud. Esto implica incorporar la formación en tecnologías de la información y la comunicación dentro de los planes educativos, así como ofrecer programas de capacitación continua que permitan adaptarse a la evolución constante de las herramientas digitales. Un ejemplo de ello es la adopción de historias clínicas electrónicas, que requiere que el personal no solo sepa registrar información, sino que utilice sus funciones avanzadas para reducir errores.

2.1.2.3. Sistemas de gestión hospitalaria y clínica

Los sistemas de gestión hospitalaria y clínica son herramientas fundamentales para coordinar y optimizar los procesos asistenciales y administrativos de los centros de salud. Estos sistemas integran módulos que abarcan desde la historia clínica electrónica, la gestión de citas y el control de inventarios, hasta el seguimiento de indicadores de calidad y desempeño institucional. Según Gong et al. (2022), la incorporación de soluciones inteligentes de gestión permite ajustar los recursos disponibles de forma dinámica en función de la carga de trabajo y las necesidades específicas de cada servicio, mejorando así la eficiencia y asegurando la calidad de la atención con un uso óptimo de los recursos.

Además de facilitar la trazabilidad de la información y garantizar la seguridad de los datos clínicos, estos sistemas ofrecen la capacidad de responder de manera ágil a cambios en la demanda, como en situaciones de emergencias o aumentos estacionales en la atención. Al adaptarse a las características particulares de cada servicio, por ejemplo, procedimientos que requieren alta capacidad de procesamiento o almacenamiento especializado, los sistemas de gestión hospitalaria y clínica se consolidan como una pieza clave para la planificación, control y mejora continua en las instituciones de salud.

2.1.2.4. Telemedicina y e-Salud

Según Kuan et al. (2022), la telemedicina, entendida como un componente central de la e-Salud, ha demostrado ser eficaz en la mejora de los resultados clínicos, la satisfacción del paciente y la eficiencia del sistema sanitario, especialmente cuando se integra con aplicaciones móviles y sistemas de monitoreo remoto que permiten un seguimiento continuo y personalizado.

La telemedicina y la e-Salud constituyen herramientas clave para la transformación digital del sector sanitario, ofreciendo alternativas innovadoras para la prestación de servicios médicos a distancia y la gestión integral de la salud mediante tecnologías de la información y la comunicación. Estas soluciones permiten mejorar el acceso a la atención, especialmente en comunidades rurales o de difícil alcance, optimizar el seguimiento de enfermedades crónicas y facilitar la coordinación entre distintos niveles de atención.

En el ámbito cardiovascular, la evidencia científica respalda de forma sólida su eficacia. Inam et al. (2025) destacan que la telemedicina se ha consolidado como una estrategia esencial para el manejo de enfermedades cardiovasculares, al mejorar la adherencia a los tratamientos, posibilitar la detección temprana de complicaciones y reducir las hospitalizaciones innecesarias. No obstante, para lograr un impacto sostenible, es indispensable

establecer estándares de calidad, protocolos clínicos claros y una adecuada capacitación del personal de salud en el uso de plataformas digitales.

2.1.3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

2.1.3.1. Definición

De acuerdo con lo planteado por Mayea Arencibia et al (2024), un sistema de información puede concebirse como una estructura organizada que combina de manera coordinada recursos humanos, tecnológicos y materiales con el propósito de responder a las demandas de información que surgen en una organización. Su función principal es proporcionar datos confiables y oportunos que respalden la gestión interna y faciliten la toma de decisiones de forma efectiva.

2.1.3.2. Funciones de un sistema de información en salud

Un sistema de información en salud tiene como función central garantizar la recolección, almacenamiento, procesamiento y disponibilidad de datos de manera oportuna y confiable, permitiendo que la información obtenida respalde la gestión institucional y la toma de decisiones estratégicas. Entre sus funciones esenciales se encuentran integrar datos de diferentes fuentes, facilitar la planificación y asignación de recursos, apoyar el monitoreo y evaluación de programas, y optimizar procesos mediante herramientas tecnológicas y procedimientos estandarizados (Dekita y Ramukumba, 2024).

En su aplicación práctica, estas funciones se evidencian en sistemas como los de gestión hospitalaria y de atención primaria, donde la captura de datos puede realizarse tanto en formatos manuales como electrónicos, consolidándose posteriormente en plataformas centralizadas. Esto permite generar reportes para la planificación, el seguimiento presupuestario, la investigación y la evaluación de indicadores de desempeño, como ocurre con los sistemas utilizados para el monitoreo del VIH y sida, que combinan registros diarios,

análisis por personal especializado y distribución de información procesada a los actores clave (Barros et al., 2024).

2.1.4. APLICACIONES WEB

Las aplicaciones web son programas informáticos accesibles a través de un navegador web, que permiten a los usuarios interactuar y realizar diversas tareas o funciones sin necesidad de instalar software adicional en sus dispositivos. Estas aplicaciones han ganado popularidad debido a su accesibilidad desde cualquier lugar con conexión a internet y su capacidad para ofrecer servicios dinámicos y actualizados en tiempo real (Sebastian & Li, 2012)

2.1.5. COMPUTACIÓN EN LA NUBE

2.1.5.1. Definición

Según Picoto, Crespo y Carvalho (2021), la computación en la nube es un modelo tecnológico que permite acceder de forma ubicua a información, aplicaciones y recursos informáticos alojados en servidores remotos, eliminando la necesidad de mantenerlos en la infraestructura física de la organización. Este enfoque, que ofrece servicios en distintos niveles infraestructura, plataformas, aplicaciones o entornos colaborativos y bajo modelos como nube pública, privada, comunitaria e híbrida, ha transformado la manera en que las empresas consumen tecnología.

2.1.5.2. Características de la computación en la nube

Entre sus características esenciales destacan la escalabilidad, que permite ajustar los recursos en función de la demanda; el modelo de pago por uso, que convierte la inversión en infraestructura (CAPEX) en gasto operativo (OPEX); la flexibilidad para adaptarse a distintas necesidades de negocio; y la accesibilidad desde cualquier lugar y dispositivo con conexión a internet. Estas propiedades no solo mejoran la eficiencia y reducen costes, sino que también facilitan la movilidad empresarial y favorecen la

innovación, constituyéndose en un pilar clave de la transformación digital.

2.1.5.3. Modelos de servicio en la nube

A. Infraestructura como Servicio (IaaS)

La Infraestructura como Servicio (IaaS) es un modelo de computación en la nube que proporciona a los usuarios recursos virtualizados de procesamiento, almacenamiento y redes, a los cuales se puede acceder a través de internet y bajo un esquema de pago por uso. Este modelo permite que las organizaciones dispongan de capacidad informática escalable sin necesidad de adquirir, instalar o mantener hardware físico, ya que toda la infraestructura es administrada por el proveedor de servicios. Según Ahmad, Shahid, Ashraf, Alam, Sajid, Kotecha y Dhiman (2022), los entornos de IaaS están formados por recursos de cómputo heterogéneos interconectados mediante redes de alta velocidad, capaces de satisfacer las necesidades de aplicaciones distribuidas en entornos industriales y científicos.

B. Plataforma como Servicio (PaaS)

La Plataforma como Servicio (PaaS) es un modelo de computación en la nube que ofrece a los usuarios un entorno completo para desarrollar, probar y desplegar aplicaciones, incluyendo infraestructura, herramientas de programación, bases de datos y servicios intermedios, todo gestionado por el proveedor. Esta modalidad aprovecha la capacidad de la nube para proporcionar entornos configurables y escalables, reduciendo la complejidad técnica y los costes operativos.

PaaS abstrae la gestión del hardware, del sistema operativo y de la infraestructura subyacente, permitiendo que los desarrolladores se concentren en la lógica de negocio y en la funcionalidad de la aplicación. Además, este modelo suele estar respaldado por acuerdos de nivel de servicio (SLA) que garantizan disponibilidad, seguridad y rendimiento, mientras

que el proveedor se encarga de administrar y mantener la plataforma.

C. Software como Servicio (SaaS)

Cedillo et al. (2021) definen el Software como Servicio (SaaS) como un modelo de entrega de aplicaciones en el que el proveedor aloja y gestiona el software en la infraestructura de la nube, permitiendo que los usuarios accedan a él a través de internet, generalmente mediante un navegador web. Este enfoque elimina la necesidad de instalación, mantenimiento y actualización local, ya que toda la administración y soporte recaen en el proveedor.

En este modelo, los acuerdos de nivel de servicio (SLA) establecen las condiciones mínimas de calidad, disponibilidad, rendimiento y seguridad que deben cumplirse, así como las penalizaciones en caso de incumplimiento. SaaS permite a las organizaciones utilizar aplicaciones siempre actualizadas, escalables y accesibles desde cualquier lugar, optimizando costes y aumentando la flexibilidad operativa.

2.1.5.4. Ventajas y desafíos de la computación en la nube

Según Karataş y Akbulut (2018), la computación en la nube ofrece beneficios significativos para usuarios y organizaciones, como la reducción de costes de infraestructura y software, el aumento del rendimiento, la capacidad de actualización rápida, el almacenamiento de datos ampliable, una mayor seguridad de la información y una fácil adaptación a distintos entornos. Estas características permiten que los recursos sean flexibles, escalables y accesibles de forma instantánea, ajustando su consumo según la demanda y facilitando la prestación de servicios con calidad y eficiencia. Además, el modelo de pago por uso y el acceso ubicuo desde diversos dispositivos favorecen su adopción masiva en sectores comerciales y gubernamentales.

Entre ellos destacan los riesgos de seguridad y privacidad, derivados de la arquitectura multiusuario y de la posibilidad de que atacantes exploten vulnerabilidades para acceder a datos de otros clientes; la dependencia de la conectividad a internet, que puede ocasionar interrupciones o bajo rendimiento durante caídas o lentitud del servicio; la dependencia de plataformas específicas, que dificulta la migración o integración con otros entornos; y la limitada capacidad de control y personalización sobre la infraestructura subyacente.

2.1.6. SOFTWARE COMO SERVICIO (SAAS)

2.1.6.1. Definición

El Software como Servicio (SaaS) es un modelo de entrega de software en el que un proveedor aloja, gestiona y mantiene la aplicación en su infraestructura, permitiendo el acceso de múltiples usuarios a través de Internet bajo un esquema de pago por uso o suscripción (Aleem et al., 2022).

2.1.6.2. Características del SaaS

Sus características principales incluyen acceso bajo demanda desde cualquier ubicación, actualizaciones automáticas, escalabilidad, independencia de plataforma, integración con otros sistemas y el uso de arquitecturas multi-tenant para optimizar recursos y costos. Este modelo ofrece a las organizaciones innovación continua y reducción de cargas técnicas, consolidándose como una de las modalidades más competitivas en Cloud Computing.

2.1.6.3. Modelos de implementación y despliegue del SaaS

El Software como Servicio (SaaS) puede desplegarse bajo diferentes modelos que influyen en el control operativo, la eficiencia y la sostenibilidad del servicio. En el modelo tradicional, el proveedor de SaaS aloja sus aplicaciones en máquinas virtuales (VMs) proporcionadas por un proveedor de infraestructura (IaaS). Este enfoque facilita la puesta en marcha, pero presenta

limitaciones, ya que el proveedor de SaaS no tiene control sobre la ubicación física de las VMs ni sobre los servidores que las ejecutan, lo que dificulta optimizar el uso de recursos y minimizar el consumo energético (Alzahrani & Tang, 2024).

Un modelo alternativo, más orientado a la eficiencia, transfiere la responsabilidad del despliegue al proveedor de la nube. En este esquema, el cloud provider asigna los microservicios a servidores específicos siguiendo criterios como la carga de trabajo, la interconexión entre componentes y el consumo energético proyectado. Este enfoque aprovecha arquitecturas distribuidas y técnicas de optimización, como algoritmos híbridos, para reducir la huella de carbono y mejorar la disponibilidad del servicio.

2.1.7. ARQUITECTURA Y COMPONENTES DEL SAAS

2.1.7.1. Infraestructura técnica basada en Cloud Computing

La infraestructura técnica del Software como Servicio (SaaS) se apoya en la computación en la nube para ofrecer servicios de forma remota, escalable y segura. Este modelo se sustenta en centros de datos interconectados que alojan las aplicaciones y permiten su acceso desde cualquier ubicación con conexión a Internet.

En un entorno SaaS, la nube proporciona la capacidad de procesar solicitudes, almacenar datos y ejecutar aplicaciones mediante servidores físicos y virtualizados que optimizan el uso de recursos y garantizan la disponibilidad del servicio. La arquitectura integra mecanismos de gestión del rendimiento, balanceo de carga y medidas de seguridad (Zhu et al., 2022).

Gracias a esta base tecnológica, el SaaS puede adaptarse dinámicamente a cambios en la demanda, ofrecer actualizaciones automáticas y mantener altos niveles de fiabilidad sin que el usuario deba preocuparse por la infraestructura subyacente.

2.1.7.2. Arquitectura Multi-tenancy

La arquitectura multi-tenancy es un diseño central en el modelo SaaS que permite que una única instancia de software, alojada en

la infraestructura del proveedor, atienda simultáneamente a múltiples clientes o tenants, asegurando que cada uno perciba un entorno independiente y seguro (Aleem, Ahmed, Batool & Khattak, 2021).

- 1) **Nivel de modelo de datos:** todos los tenants comparten la misma base de datos, pero con separación lógica mediante identificadores únicos.
- 2) **Nivel de aplicación:** los tenants comparten tanto la base de datos como la instancia de la aplicación, optimizando el uso de recursos.
- 3) **Multi-tenancy completa:** permite que los tenants compartan toda la infraestructura, pero con variantes personalizadas de la aplicación según sus necesidades.

2.1.7.3. Escalabilidad y flexibilidad del SaaS

La escalabilidad es la capacidad de una aplicación SaaS para adaptarse al crecimiento en el número de usuarios o en la carga de trabajo sin pérdida de rendimiento, ajustando los recursos según sea necesario (Aleem, Ahmed, Batool & Khattak, 2021).

- 1) **Escalabilidad vertical (scale-up):** aumentar las capacidades de un solo servidor, como memoria, CPU o almacenamiento.
- 2) **Escalabilidad horizontal (scale-out):** distribuir la carga entre varios servidores, añadiendo o eliminando nodos de forma dinámica para responder a la demanda.

2.1.8. TECNOLOGÍAS USADAS

2.1.8.1. Apache

Apache HTTP Server es un software de servidor web libre y de código abierto que proporciona una implementación completa del protocolo HTTP con estándares de calidad comercial. Es desarrollado de manera conjunta por una red internacional de colaboradores y miembros de la Apache Software Foundation. Su diseño modular le permite adaptarse y ampliarse fácilmente según las necesidades del usuario o del entorno. Desde su aparición en

1995, se ha consolidado como uno de los servidores más empleados en el mundo, reconocido por su fiabilidad, versatilidad y el respaldo de una comunidad activa (The Apache Software Foundation, s. f.).

2.1.8.2. PHP

PHP es un lenguaje de programación de código abierto creado con el objetivo de facilitar el desarrollo de aplicaciones web. Permite integrar código directamente dentro de páginas HTML para generar contenido dinámico y adaptado a las necesidades del usuario. Gracias a su facilidad de uso, su amplia compatibilidad con servidores web y el soporte de una comunidad global activa, se ha convertido en una de las tecnologías más utilizadas para crear sitios y aplicaciones interactivas. Además, su ecosistema de frameworks, como Laravel, ofrece herramientas y estructuras que agilizan el desarrollo y fomentan buenas prácticas, como la arquitectura MVC (Tiwari et al., 2024)

2.1.8.3. MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto que permite almacenar, organizar y acceder a la información mediante el lenguaje SQL. Destaca por su rapidez, estabilidad y amplia adopción en el desarrollo de aplicaciones web, siendo un componente clave en arquitecturas como LAMP. Ofrece características avanzadas como replicación, particionamiento y búsqueda de texto completo, lo que lo hace ideal para proyectos que requieren manejar grandes volúmenes de datos de forma eficiente y segura. (Salunke & Ouda, 2024).

2.1.8.4. Laravel

Laravel es un framework de desarrollo de aplicaciones web en PHP que sigue el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC). Es conocido por su elegancia, simplicidad y facilidad de uso, así como por su enfoque en la seguridad y el rendimiento, lo que lo

hace ideal para la creación rápida de aplicaciones web escalables y seguras (Stauffer, 2016).

2.1.8.5. Google Cloud Platform

Google Cloud Platform es un conjunto de servicios de computación en la nube que proporciona recursos escalables, almacenamiento seguro, análisis de datos, inteligencia artificial y herramientas para el desarrollo de aplicaciones. Respaldada por la infraestructura global de Google, garantiza alta disponibilidad, rendimiento y seguridad para organizaciones de todos los tamaños. Sus servicios abarcan desde máquinas virtuales y gestión de contenedores hasta soluciones avanzadas de big data y aprendizaje automático (Borra, 2024).

2.1.8.6. Compute Engine

Según Borra (2024), Compute Engine es el servicio de infraestructura de Google Cloud que proporciona máquinas virtuales escalables y configurables para ejecutar aplicaciones en la nube. Permite personalizar hardware, sistema operativo y red, adaptándose a diferentes requisitos de rendimiento y disponibilidad.

2.1.8.7. App Engine

App Engine es una plataforma como servicio (PaaS) de Google Cloud que facilita la creación y despliegue de aplicaciones web y móviles sin que el desarrollador deba encargarse de la infraestructura subyacente. Esta herramienta, como señala Borra (2024), ofrece escalado automático de recursos, soporte para múltiples lenguajes de programación y un entorno totalmente gestionado. Esto permite a los equipos enfocarse en la lógica y las funcionalidades de la aplicación, reduciendo tiempos de desarrollo y simplificando la operación.

2.1.9. METODOLOGÍA SCRUM

Scrum es un marco de trabajo ágil que se utiliza principalmente en el desarrollo de software, pero que también puede aplicarse a otros proyectos complejos. Proporciona un enfoque estructurado y flexible para la gestión de proyectos, enfocado en la entrega iterativa e incremental de productos de alta calidad (Schwaber & Sutherland, 2017).

2.1.9.1. Características de la Metodología SCRUM

Según Valderrama Ruiz (2018), Scrum tiene las siguientes características:

- Adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto.
- Basar la calidad del resultado más en el conocimiento tácito de las personas en equipos auto organizados, que en la calidad de los procesos empleados.
- Solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o de cascada.

2.1.9.2. Principios Fundamentales de Scrum

Scrum se basa en varios principios clave que guían su implementación efectiva:

- **Roles definidos:** Scrum define roles claros como el Product Owner, Scrum Master y el Equipo de Desarrollo, cada uno con responsabilidades específicas para garantizar el éxito del proyecto (Schwaber & Sutherland, 2017).
- **Eventos (ceremonias) principales:** Scrum organiza el trabajo en eventos bien definidos como la Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review y Sprint Retrospective, que proporcionan oportunidades regulares para la inspección y adaptación del progreso del proyecto (Schwaber & Sutherland, 2017).

- **Artefactos transparentes:** Scrum utiliza artefactos visuales como el Product Backlog, Sprint Backlog y el Incremento del producto, que proporcionan transparencia y visibilidad sobre el trabajo realizado y las prioridades pendientes (Schwaber & Sutherland, 2017).

2.1.9.3. Roles en Scrum

- **Product Owner:** Es responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del Equipo de Desarrollo, gestionando el Product Backlog y tomando decisiones sobre qué funcionalidades implementar en cada iteración (Schwaber & Sutherland, 2017).
- **Scrum Master:** Actúa como facilitador y protector del equipo Scrum, eliminando obstáculos, promoviendo un ambiente colaborativo y asegurando que Scrum se implemente correctamente (Schwaber & Sutherland, 2017).
- **Equipo de Desarrollo:** Es un equipo autoorganizado y multifuncional responsable de entregar un Incremento del producto potencialmente entregable al final de cada Sprint (Schwaber & Sutherland, 2017).

2.1.9.4. Ciclo de Vida de Scrum

El ciclo de vida en Scrum se divide en Sprints, que son iteraciones de tiempo fijo (generalmente de 1 a 4 semanas) durante las cuales se desarrolla un incremento del producto. Cada Sprint sigue un proceso que incluye la planificación, ejecución del trabajo diario, revisión y retrospectiva al final de cada iteración (Schwaber & Sutherland, 2017).

2.1.9.5. Beneficios de Scrum

Scrum ofrece varios beneficios significativos para las organizaciones y equipos de desarrollo:

- **Flexibilidad y adaptabilidad:** Permite responder rápidamente a los cambios y requerimientos emergentes durante el desarrollo del producto (Schwaber & Sutherland, 2017).
- **Mayor colaboración y comunicación:** Fomenta una cultura de colaboración continua entre los miembros del equipo y los stakeholders, mejorando la comunicación y la transparencia (Schwaber & Sutherland, 2017).
- **Entrega temprana y continua de valor:** Facilita la entrega temprana y continua de funcionalidades, permitiendo a los stakeholders ver y usar partes del producto desde etapas tempranas del desarrollo (Schwaber & Sutherland, 2017).

2.1.9.6. Fases de la Metodología SCRUM

Según Valderrama Ruiz (2018) Las fases de Scrum son las siguientes:

- Conceptualización
- Especulación
- Exploración
- Revisión
- Cierre.

III. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

A. Según su Naturaleza:

- **Es Descriptiva**, porque busca caracterizar con precisión los procesos administrativos, flujos de datos y actores involucrados en la gestión de los centros médicos, sin pretender establecer relaciones causales.
- **Es Explicativa**, porque se busca explicar cómo la implementación del SaaS afecta estos indicadores. Se examina cómo y por qué ocurren los cambios observados, utilizando análisis comparativos, correlacionales y posiblemente regresiones para identificar relaciones causales o predictivas.

B. Según su fin o propósito:

- **Es Aplicada**, porque esta investigación tiene un enfoque aplicado, ya que busca generar conocimiento práctico y aplicable para resolver problemas específicos en el contexto de la gestión de centros médicos. El objetivo principal es implementar y evaluar la efectividad del Software como Servicio (SaaS) en entornos reales de atención médica para mejorar la eficiencia operativa y la calidad del servicio.

3.2. METODO DE INVESTIGACION

Enfoque Mixto, Se empleará un enfoque de investigación mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral del impacto del SaaS en la gestión médica y administrativa. Este método de investigación permitirá explorar de manera sistemática y detallada cómo el Software como Servicio puede transformar la gestión de centros médicos en la Provincia del Santa. Al integrar datos cuantitativos y cualitativos, se obtendrá una comprensión holística de los efectos del SaaS, proporcionando información valiosa para mejorar la eficiencia, calidad y satisfacción en la atención médica y administrativa.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

$$G: \quad O_1 \quad \rightarrow X \rightarrow \quad O_2$$

Observación N° 01: Situación Actual

Observación N° 02: Situación Final

X: Despliegue de Software como Servicio (SaaS)

El diseño experimental más adecuado para este proyecto es el diseño cuasi-experimental, específicamente el diseño pretest y posttest con un grupo experimental. Este enfoque permite evaluar el impacto de la aplicación móvil en la eficiencia de la gestión de clientes y la satisfacción de los usuarios sin requerir una asignación completamente aleatoria de los participantes, lo cual es ideal para un entorno práctico como el de un gimnasio.

3.4. POBLACIÓN

La población objeto de estudio está conformada por todos los centros médicos ubicados en la Provincia del Santa, así como el personal administrativo, directivo y médico que participa en los procesos de gestión y atención.

3.5. TIPO DE MUESTREO

Para este estudio se empleará un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que la selección de los participantes se basará en la accesibilidad y disponibilidad de los informantes clave, así como en su relevancia para el objeto de investigación. Este tipo de muestreo es adecuado en estudios aplicados cuando no se dispone de un marco muestral exhaustivo y el interés se centra en sujetos o entidades que poseen información específica sobre el fenómeno (Otzen & Manterola, 2017).

3.6. MUESTRA

La muestra estará integrada por:

- **Centros médicos:** Un subconjunto representativo de centro médico de la Provincia del Santa que cuenten con procesos administrativos y clínicos informatizables, que en este caso será Centro Médico Ponce.

- **Participantes:** Personal administrativo, médicos y directivos seleccionados por su experiencia directa en la gestión de recursos, atención al paciente y manejo de información.

3.7. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis está constituida por cada centro médico participante en el estudio, considerando sus procesos internos de gestión, infraestructura tecnológica disponible y el flujo de información clínica y administrativa. La observación y análisis se centrarán en cómo estas unidades gestionan actualmente la información y cómo el modelo SaaS propuesto podría optimizar dichos procesos.

3.8. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Para el presente estudio, el nivel de significancia se estableció en $\alpha = 0,05$ (5 %). Este valor representa la probabilidad máxima de cometer un error tipo I, es decir, rechazar la hipótesis nula siendo esta verdadera. La elección de este umbral se justifica porque es el más ampliamente utilizado en investigaciones aplicadas en ingeniería y ciencias sociales, permitiendo un equilibrio adecuado entre la rigurosidad estadística y la viabilidad práctica del análisis de datos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.9. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1:

Operacionalización de las Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Software como Servicio (SaaS) (V.I.)	Modelo de distribución de software en el que las aplicaciones se alojan en la nube y son accesibles vía internet, sin necesidad de instalación local, bajo un esquema de suscripción o pago por uso (Mell & Grance, 2011)	Despliegue de una aplicación web alojado en Google Cloud Platform que brinda servicios de gestión médica y administrativa para centros médicos de la provincia del Santa.	Funcionalidad	Cumplimiento de requerimientos funcionales	Escala de Razón
			Accesibilidad	Disponibilidad de acceso en cualquier momento y lugar	Ordinal
			Seguridad	Implementación de autenticación segura y cifrado	Ordinal
Gestión de los Centros Médicos (V.D.)	Conjunto de procesos administrativos, clínicos y de soporte orientados a planificar, organizar, dirigir y controlar los recursos de un centro médico para garantizar servicios eficientes y de calidad (OMS, 2018).	Conjunto de procedimientos y resultados medidos en los centros médicos antes y después de la implementación del SaaS, evaluando mejoras en eficiencia, calidad y control de información.	Eficiencia administrativa	Tiempo promedio de registro de pacientes	Escala de razón
			Control y trazabilidad de información	Porcentaje de registros médicos completos y actualizados	Escala de razón
			Calidad del servicio	Nivel de satisfacción del personal con la gestión de información	Escala de razón

3.10. MÉTODO DE ANÁLISIS PARA LOS INDICADORES CUANTITATIVOS

El análisis de los indicadores cuantitativos en esta investigación se realizará mediante un conjunto de técnicas estadísticas descriptivas, comparativas y de modelamiento, con el objetivo de evaluar el rendimiento, eficiencia, calidad de datos, adopción y costos asociados a la implementación del software como servicio (SaaS) para la gestión de los centros médicos en la provincia del Santa:

1) Recolección y preparación de datos

Los datos utilizados provienen de registros del sistema, logs de actividad, métricas de rendimiento del entorno en la nube, y encuestas de satisfacción. Se realizará un proceso de limpieza y normalización de los datos para garantizar su calidad, incluyendo la detección y tratamiento de valores atípicos, la gestión de datos faltantes y la verificación de la consistencia entre diferentes fuentes.

2) Cálculo de indicadores

Se definirán y calcularán los principales indicadores cuantitativos, tales como:

- Cumplimiento de requerimientos funcionales.
- Tiempo promedio de registro de pacientes.
- Porcentaje de registros médicos completos y actualizados.
- Nivel de satisfacción del personal con la gestión de información.

3) Análisis estadístico

Se emplearán técnicas de análisis descriptivo para obtener medias, medianas, desviaciones estándar y percentiles de los indicadores, generando gráficos de tendencia temporal y distribución para facilitar su interpretación. Posteriormente, se realizarán análisis comparativos, como pruebas t de muestras relacionadas o no paramétricas (Wilcoxon), para evaluar diferencias significativas entre períodos pre y post implementación.

4) Validación e interpretación

Se validarán los resultados mediante análisis de sensibilidad y análisis de efectos, asegurando la robustez de las conclusiones. También se cotejarán los hallazgos cuantitativos con los datos cualitativos obtenidos en entrevistas o encuestas para obtener una comprensión integral del impacto de la solución en la operatividad, satisfacción y costos.

5) Presentación de resultados

Los resultados se documentarán en informes con tablas, gráficos y dashboards interactivos que permitan monitorear los KPIs en tiempo real. La interpretación incluirá la evaluación del cumplimiento de los objetivos establecidos, identificando áreas de mejora y recomendaciones para la escalabilidad y optimización de la aplicación.

6) Presentación de conclusiones y recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se elaboraron conclusiones que respondieron al objetivo general de la investigación, además de recomendaciones dirigidas a la mejora continua del uso de la tecnología en la gestión empresarial.

3.11. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

1) Codificación de los datos

Tras la recopilación de datos a través de registros del sistema, logs de actividad, encuestas de satisfacción, y métricas operativas en la fase de implementación del SaaS, se realizó la codificación de la información. Por ejemplo, las respuestas en las encuestas de satisfacción se codificaron asignando valores numéricos a cada opción (por ejemplo, “Muy insatisfecho” = 1, “Muy satisfecho” = 5) para facilitar su análisis estadístico. Además, los indicadores derivados del sistema, como tiempos de espera o disponibilidad, se estandarizaron y codificaron en un formato numérico uniforme.

2) Entrada de datos al sistema de análisis

Los datos codificados fueron ingresados en hojas de cálculo digitales (como Excel o Google Sheets) y en bases de datos estructuradas en plataformas como BigQuery, garantizando un almacenamiento organizado, verificable y fácilmente accesible para análisis posteriores. Cada registro refleja un evento, usuario o tiempo determinado, y cada columna corresponde a indicadores o variables específicas.

3) Depuración y limpieza de datos

Se realizó un proceso de depuración para identificar y corregir errores, tales como registros incompletos, valores atípicos (outliers) en los tiempos de respuesta o datos inconsistentes entre módulos del sistema. Cuando fue necesario, se imputaron valores faltantes mediante técnicas estadísticas o se eliminaron registros que presentaban errores severos, asegurando la confiabilidad de los análisis.

4) Transferencia y preparación para análisis estadístico

Los datos limpios y codificados fueron exportados a software estadístico SPSS, verificando siempre la correcta importación y estructura de los datos. Se crearon variables derivadas cuando fue pertinente para facilitar el análisis, como tasas de uso mensual o promedios diarios.

5) Análisis estadístico descriptivo

Se calcularon estadísticas básicas, como frecuencias, porcentajes, medias, medianas, desviaciones estándar, y percentiles, para ofrecer una visión general del comportamiento operativo y de satisfacción antes y después de la implementación del SaaS. Además, se elaboraron gráficos de tendencias y distribuciones que ilustraron visualmente los cambios en los indicadores.

6) Análisis estadístico inferencial

Para evaluar si los cambios observados en los indicadores fueron estadísticamente significativos, se aplicaron pruebas inferenciales apropiadas. Por ejemplo, se utilizó la prueba t para muestras relacionadas para comparar tiempos de espera y disponibilidad antes y después de la implementación en los centros seleccionados. También se emplearon análisis de varianza (ANOVA) para comparar múltiples centros y modelos de regresión para explorar factores que influyen en determinados indicadores de rendimiento.

7) Interpretación y presentación de resultados

Los resultados obtenidos se interpretaron en función de los objetivos de la investigación y las hipótesis planteadas. Se elaboraron informes y gráficos claros, incluyendo tablas comparativas y dashboards, que facilitaron la

comprensión del impacto del SaaS en la gestión clínica, operativa y económica de los centros médicos.

3.12. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se emplearán diferentes técnicas e instrumentos de recolección de datos, con el fin de obtener información precisa y confiable que permita evaluar tanto el funcionamiento técnico del sistema como la percepción de los usuarios y otras variables relevantes.

1. Técnicas de Recolección de Datos

a) Revisión documental:

Se realizará una revisión exhaustiva de registros existentes, informes de sistemas previos, documentación institucional y normativas relacionadas con la gestión sanitaria en la región. Esto facilitará contextualizar la implementación y establecer criterios de comparación.

b) Observación directa:

Se llevarán a cabo visitas y observaciones en los centros médicos participantes para registrar en situaciones reales la operatividad, flujo de trabajo, uso del sistema y posibles obstáculos en su utilización.

c) Encuestas o cuestionarios:

Se aplicarán cuestionarios estructurados a los profesionales de la salud, personal administrativo y pacientes para recoger su percepción respecto a la facilidad de uso, satisfacción, impacto en la atención y percepción de seguridad del sistema implementado.

d) Entrevistas semiestructuradas:

Se realizarán entrevistas en profundidad a gestores, médicos y técnicos responsables para obtener información cualitativa sobre la implementación, beneficios, dificultades y oportunidades de mejora del sistema SaaS.

e) Registro y monitoreo de logs del sistema:

Se recopilarán y analizarán logs automáticos generados por la plataforma en la nube, que contienen datos sobre uso del sistema, tiempos de respuesta, incidencias, módulos utilizados y patrones de interacción.

2. Instrumentos de Recolección de Datos

a) Cuestionarios estructurados:

Desarrollados en formato digital (Google Forms, Microsoft Forms, SurveyMonkey), con preguntas cerradas en escala Likert, opción múltiple y preguntas abiertas para cuantificar aspectos como satisfacción, facilidad de uso y percepción de mejora.

b) Guías de entrevista:

Instrumento semiestructurado que contiene una serie de preguntas guía para obtener información en profundidad sobre la experiencia de los usuarios y responsables en relación a la implementación del SaaS, así como sugerencias de mejoras futuras.

c) Lista de chequeo (checklist):

Utilizada durante las observaciones para registrar aspectos clave del proceso, infraestructura, interacción con el sistema y cumplimiento de protocolos establecidos.

d) Logs del sistema y métricas automáticas:

Registro automatizado mediante la plataforma cloud y herramientas de monitoreo (Google Cloud Monitoring, Logging) que capturan métricas de uso, tiempos de respuesta, incidencias y niveles de disponibilidad del sistema.

e) Documentos de soporte:

Informes previos, registros de capacitación, manuales de usuario y registros de errores o incidencias, que complementan los datos cuantitativos y cualitativos recogidos en campo.

3.13. METODOLOGÍA DE PASOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO

1) Planeación y definición del marco de referencia

- Identificación de necesidades y requerimientos del sistema en colaboración con los actores clave (gestores, personal médico y administrativo).
- Revisión de normativa vigente y estudio del entorno sanitario local.
- Establecimiento de objetivos, alcance y criterios de éxito del proyecto.

2) Diagnóstico de la situación actual

- Recolección de datos a través de entrevistas, encuestas y revisión documental para comprender los procesos existentes y las áreas de mejora.
- Análisis de infraestructura tecnológica y capacidades operativas de los centros participantes.

3) Diseño del sistema y arquitectura técnica

- Elaboración de especificaciones funcionales y no funcionales del software, considerando modulabilidad y escalabilidad.
- Diseño de la arquitectura en la nube utilizando Google Cloud Platform, incluyendo componentes de seguridad y normas de interoperabilidad.
- Desarrollo de prototipos y modelos conceptuales.

4) Desarrollo e implementación del MVP (Producto Mínimo Viable)

- Programación de las funcionalidades básicas en un ambiente controlado, empleando metodologías ágiles para facilitar iteraciones rápidas.
- Configuración de infraestructura en GCP, asegurando escalabilidad, seguridad y disponibilidad.
- Pruebas internas de funcionalidad, rendimiento y seguridad.

5) Validación y piloto en centros médicos seleccionados

- Capacitación del personal en uso del sistema.
- Implementación del sistema en ambientes reales con un grupo de centros piloto.
- Monitoreo en tiempo real, recopilación de logs y métricas de uso.
- Evaluación preliminar mediante entrevistas y encuestas de satisfacción, además del análisis de indicadores operativos.

6) Análisis de resultados y ajustes

- Procesamiento de datos usando técnicas estadísticas y herramientas automatizadas para evaluar KPIs como tiempos de respuesta, disponibilidad, satisfacción y reducción de costos.
- Identificación de fallas o áreas de mejora.

- Realización de ajustes en el sistema y en los procesos operativos según los resultados obtenidos.

7) Escalamiento y mejora continua

- Extensión del sistema a otros centros, ajustando según las particularidades detectadas.
- Implementación de nuevas funcionalidades y optimizaciones en ciclos iterativos.
- Establecimiento de un sistema de monitoreo permanente y procesos de actualización.

8) Documentación y evaluación final

- Elaboración del informe final con análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.
- Socialización de los hallazgos con los actores involucrados y entidades reguladoras.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Indicador Funcionalidad

4.1.1.1. Fase 1: Inicio

A. Visión del Proyecto

El propósito de la investigación es desarrollar una aplicación web en la nube bajo el modelo SaaS, orientada a optimizar la gestión integral de centros médicos. La plataforma permitirá administrar de manera eficiente a los usuarios del sistema según sus roles (administrador, recepcionista, médico), así como centralizar el control de pacientes, doctores, especialidades médicas, horarios y reservas de citas. Además, incluirá funcionalidades para registrar y consultar el historial clínico, brindando acceso ágil y seguro a la información. Esta solución busca mejorar la organización interna, reducir tiempos de atención y fortalecer la calidad del servicio ofrecido a los pacientes.

B. Identificación Del Scrum Master, Product Owner, Equipo

- a) **Scrum Master:** Es quien lidera y organiza el desarrollo del proyecto, estableciendo la planificación, coordinando las actividades del equipo y asegurándose de que se cumplan los plazos, el presupuesto y los estándares de calidad establecidos.
- b) **Product Owner:** Es la persona responsable de definir y establecer el orden de prioridad de las funcionalidades del sistema. Además, coordina el inicio de cada sprint y lidera las sesiones de revisión al finalizar cada ciclo, asegurando que el producto cumpla con los requerimientos previamente definidos.
- c) **Equipo:** El equipo asume el compromiso de implementar todas las funcionalidades planificadas dentro del plazo establecido para cada sprint. Tiene la responsabilidad de

entregar un producto funcional y de participar activamente en la definición y mejora continua del sistema durante todo el desarrollo del proyecto.

C. Equipo Scrum

Tabla 2:

Equipo Scrum

Equipo Scrum	
Rol	Responsables
Scrum Master	Jorge Luis Saldaña Chafalote
Product Owner	Win Orlando Vega Flores
Equipo	Jorge Luis Saldaña Chafalote
	Win Orlando Vega Flores

D. Análisis de Requerimientos

1) Requerimientos Funcionales

Tabla 3:

Requerimientos Funcionales

ID	Requerimiento Funcional	Descripción
RF-01	Gestión de pacientes	Registrar, editar, consultar y dar de alta pacientes (datos personales, historial clínico).
RF-02	Gestión de médicos y personal	Crear perfiles de médicos, enfermeras y personal administrativo con roles y permisos.
RF-03	Gestión de admisiones hospitalarias	Control de ingresos, altas, asignación de camas y servicios hospitalarios.
RF-04	Citas médicas	Programar, modificar, cancelar y consultar citas médicas (OPD/IPD) por paciente y médico.
RF-05	Facturación y pagos	Generar facturas, aplicar seguros, registrar pagos y soportar múltiples pasarelas.

RF-06	Gestión de farmacia	Control de inventario, dispensación de medicamentos y registro de recetas.
RF-07	Laboratorio	Solicitar, registrar y consultar resultados de pruebas y diagnósticos.
RF-08	Quirófano y operaciones	Planificación y registro de cirugías con recursos y personal asignado.
RF-09	Reportes médicos y administrativos	Generar reportes (financieros, clínicos, de ocupación de camas, inventario, etc.) en PDF/Excel.
RF-10	Autenticación y autorización	Manejo de usuarios con roles/permisos usando Laravel.
RF-11	Multitenancy (centros médicos)	Cada tenant (centro médico) gestiona sus propios datos de forma aislada, con dominios/subdominios propios.
RF-12	Configuración por tenant	Personalización de logo, nombre, datos fiscales y métodos de pago por centros médicos.
RF-13	Notificaciones	Envío de notificaciones por email o sistema interno (citas, altas, pagos).
RF-14	Integración con Google Calendar/Meet	Sincronización de citas médicas con calendarios externos.
RF-15	Gestión de usuarios externos	Portal de pacientes para ver citas, facturas y resultados.
RF-16	Auditoría de actividades	Registro de acciones críticas (login, alta/baja de paciente, generación de factura).

2) Requerimientos No Funcionales

Tabla 4:

Requerimientos No Funcionales

ID	Requerimiento No Funcional	Descripción
RNF-01	Disponibilidad	El sistema debe estar disponible 24/7 con una disponibilidad mínima del 99.5% mensual.
RNF-02	Rendimiento	Debe soportar al menos 500 usuarios concurrentes por tenant sin degradación significativa.
RNF-03	Escalabilidad	La arquitectura SaaS debe permitir agregar nuevos centros médicos sin afectar a los existentes.
RNF-04	Seguridad	Implementar autenticación segura, cifrado de datos sensibles y aislamiento por tenant.
RNF-05	Tiempos de respuesta	Las operaciones críticas deben responder en <3 segundos en el 95% de los casos.
RNF-06	Usabilidad	Interfaz intuitiva y accesible para usuarios médicos y administrativos con mínimo entrenamiento.
RNF-07	Portabilidad	Compatible con navegadores modernos (Chrome, Firefox, Edge, Safari) y dispositivos móviles.
RNF-08	Mantenibilidad	Código documentado, probado y organizado por módulos para facilitar actualizaciones.
RNF-09	Integridad de datos	Asegurar que los datos de cada tenant estén completamente aislados y consistentes.
RNF-10	Backup y recuperación	Soporte para copias de seguridad automáticas diarias y restauración en caso de falla.
RNF-11	Cumplimiento normativo	El sistema debe cumplir con regulaciones locales de salud y privacidad.
RNF-12	Observabilidad	Registrar logs estructurados por tenant e integrar monitoreo de errores (Sentry).

RNF-13	Resiliencia	Capacidad de recuperación frente a fallos de red, BD o servicios externos de pago.
RNF-14	Compatibilidad	Compatible con bases de datos MySQL/MariaDB y drivers PDO estándar.

E. Desarrollo de Épicas

Tabla 5:

Recopilación de Épicas

ID	Épica	Descripción
EP-01	Gestión de pacientes	Como administrador o médico, quiero registrar, consultar y gestionar la información clínica y administrativa de los pacientes, para mantener actualizado el historial médico y facilitar la atención.
EP-02	Gestión del personal médico y administrativo	Como centro médico, necesito administrar médicos, enfermeras y personal administrativo con roles y permisos, para organizar el acceso al sistema.
EP-03	Admisiones hospitalarias (IPD/OPD)	Como médico o administrativo, quiero gestionar ingresos, altas, asignación de camas y áreas de atención, para garantizar un control adecuado de la capacidad hospitalaria.
EP-04	Gestión de citas médicas	Como paciente, quiero poder reservar, modificar y consultar mis citas con médicos, y como centro médico quiero administrarlas, para optimizar la programación y reducir tiempos de espera.
EP-05	Facturación y pagos	Como administrador, necesito generar facturas, registrar pagos y manejar seguros médicos, utilizando pasarelas de pago integradas, para garantizar la correcta gestión financiera del centro médico.
EP-06	Farmacia e inventario	Como responsable de farmacia, quiero administrar medicamentos, insumos y recetas, para garantizar el abastecimiento y un control seguro de la dispensación.

EP-07	Laboratorio y diagnóstico	Como personal de laboratorio, quiero registrar, consultar y entregar resultados de pruebas diagnósticas, para apoyar al personal médico en la toma de decisiones clínicas.
EP-08	Quirófano y procedimientos	Como centro médico, necesito planificar, asignar recursos y registrar procedimientos quirúrgicos, para asegurar una correcta gestión de operaciones.
EP-09	Reportes y analítica	Como administrador, quiero generar reportes médicos, financieros y operativos, para tomar decisiones estratégicas y operativas.
EP-10	Autenticación y seguridad	Como sistema, necesito autenticar usuarios mediante credenciales seguras y asignar roles/permisos, para garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos.
EP-11	Multitenancy (centros médicos SaaS)	Como proveedor del SaaS, necesito que cada centro médico tenga sus propios datos, configuraciones y dominio, para ofrecer un servicio seguro y aislado.
EP-12	Configuración personalizada por centro médico	Como centro médico, quiero personalizar mi logo, nombre, moneda, métodos de pago y parámetros de operación, para adaptar el sistema a mis necesidades.
EP-13	Notificaciones y comunicación	Como usuario, quiero recibir notificaciones de citas, pagos o reportes, por correo electrónico o dentro del sistema, para estar siempre informado.
EP-14	Integración con servicios externos	Como centro médico, necesito integrar el sistema con Google Calendar/Meet y otras APIs, para facilitar la coordinación de citas y consultas en línea.
EP-15	Portal del paciente	Como paciente, quiero acceder a un portal donde pueda ver mis citas, facturas y resultados médicos, para estar al tanto de mi historial y pagos.
EP-16	Auditoría y trazabilidad	Como administrador, quiero registrar las acciones realizadas en el sistema (creación, modificación, eliminación de datos), para garantizar la trazabilidad y cumplimiento normativo.

F. Backlog Inicial

Tabla 6:

Backlog Inicial

ID	Épica	Historia de Usuario	Criterios de Aceptación (Dado – Cuando – Entonces)	Prioridad (MoSCoW)
HU-01	Gestión de pacientes	Como médico, quiero registrar un nuevo paciente con sus datos personales y clínicos, para poder llevar un seguimiento adecuado de su tratamiento.	Dado que estoy autenticado como médico, cuando ingreso los datos obligatorios (nombre, DNI, edad, contacto), entonces el sistema guarda el registro y muestra confirmación.	Debe tener (Must)
HU-02	Gestión de pacientes	Como médico, quiero consultar el historial médico de un paciente, para tomar decisiones clínicas basadas en sus antecedentes.	Dado que existe un paciente en el sistema, cuando accedo a su perfil, entonces veo su historial médico completo con diagnósticos, recetas y reportes.	Debe tener (Must)
HU-03	Gestión de citas	Como paciente, quiero reservar una cita médica en línea, para atenderme con un médico disponible.	Dado que estoy autenticado como paciente, cuando selecciono especialidad, médico y fecha disponible, entonces el sistema registra la cita y me envía confirmación por correo.	Debe tener (Must)
HU-04	Gestión de citas	Como médico, quiero ver mi agenda de citas del día, para organizar mis consultas.	Dado que soy médico autenticado, cuando accedo a mi calendario, entonces veo todas las citas con pacientes y horarios.	Debe tener (Must)

HU-05	Facturación y pagos	Como administrador, quiero generar una factura por los servicios médicos de un paciente, para registrar ingresos correctamente.	Dado que un paciente ha recibido servicios, cuando selecciono los servicios prestados, entonces el sistema genera una factura en PDF con número único y totales.	Debe tener (Must)
HU-06	Facturación y pagos	Como paciente, quiero pagar mi factura en línea mediante tarjeta o pasarela de pago, para completar mi proceso de atención.	Dado que tengo una factura pendiente, cuando selecciono un método de pago y confirmo, entonces la factura se marca como pagada y recibo comprobante.	Debe tener (Must)
HU-07	Farmacia	Como responsable de farmacia, quiero registrar la entrada de medicamentos al inventario, para mantener actualizado el stock.	Dado que recibo un lote de medicamentos, cuando ingreso nombre, cantidad y proveedor, entonces el sistema actualiza el inventario.	Debería tener (Should)
HU-08	Farmacia	Como médico, quiero generar una receta digital, para que el paciente pueda retirar sus medicamentos en la farmacia.	Dado que he atendido a un paciente, cuando genero la receta desde su consulta, entonces la receta queda vinculada al paciente y accesible en farmacia.	Debe tener (Must)
HU-09	Laboratorio	Como técnico de laboratorio, quiero registrar resultados de análisis clínicos, para que los médicos puedan consultarlos.	Dado que existe una orden de análisis, cuando ingreso los resultados validados, entonces estos quedan guardados en el historial del paciente.	Debe tener (Must)
HU-10	Reportes y análisis	Como administrador, quiero generar un reporte de facturación mensual por centro médico, para evaluar ingresos.	Dado que selecciono un rango de fechas, cuando genero el reporte, entonces obtengo un archivo PDF/Excel con la información detallada.	Debería tener (Should)

HU-11	Multi CentroMédico(Sa aS)	Como proveedor del sistema, quiero que cada centro médico tenga sus propios datos y dominio, para garantizar privacidad y seguridad.	Dado que registro un nuevo centro médico, cuando se crea su cuenta, entonces el sistema genera su base de datos y dominio/subdominio aislado.	Debe tener (Must)
HU-12	Configuración por centro médico	Como administrador de centro médico, quiero personalizar mi logo, moneda y métodos de pago, para adaptar el sistema a mi identidad.	Dado que soy administrador de centro médico, cuando edito mis configuraciones, entonces el portal aplica los cambios en la interfaz.	Debería tener (Should)
HU-13	Notificaciones	Como paciente, quiero recibir un correo recordatorio antes de mi cita, para no olvidarla.	Dado que tengo una cita programada, cuando falten 24 horas, entonces el sistema envía un recordatorio automático.	Debería tener (Should)
HU-14	Portal del paciente	Como paciente, quiero consultar mis facturas y resultados médicos en línea, para tener acceso a mi información personal.	Dado que estoy autenticado como paciente, cuando accedo a mi portal, entonces veo mis facturas, recetas y resultados de laboratorio.	Debe tener (Must)
HU-15	Auditoría	Como administrador, quiero revisar el registro de acciones realizadas por los usuarios, para garantizar trazabilidad.	Dado que accedo al módulo de auditoría, cuando consulto actividades, entonces veo acciones filtradas por usuario, fecha y tipo.	Debería tener (Should)

G. Backlog Priorizado

Tabla 7:

Backlog Priorizado

ID	Épica	Historia de Usuario	Valor de negocio	Esfuerzo (SP)	Comprometida para Sprint
HU-01	Gestión de pacientes	Registrar un nuevo paciente con sus datos personales y clínicos.	Muy alto	5	Sprint 1
HU-02	Gestión de pacientes	Consultar historial médico de un paciente.	Muy alto	5	Sprint 2
HU-03	Gestión de citas	Reservar una cita médica en línea.	Muy alto	8	Sprint 1
HU-04	Gestión de citas	Ver agenda de citas del día (médico).	Alto	5	Sprint 1
HU-05	Facturación y pagos	Generar factura por servicios médicos.	Muy alto	8	Sprint 1
HU-06	Facturación y pagos	Pagar factura en línea con pasarela de pagos.	Muy alto	8	Sprint 2
HU-07	Farmacia	Registrar entrada de medicamentos al inventario.	Medio	5	Sprint 3
HU-08	Farmacia	Generar receta digital (médico).	Alto	5	Sprint 2
HU-09	Laboratorio	Registrar resultados de análisis clínicos.	Alto	8	Sprint 2
HU-10	Reportes y análisis	Generar reporte de facturación mensual por centro médico.	Medio	5	Sprint 4
HU-11	SaaS	Cada centro médico con datos y dominio propios.	Muy alto	13	Sprint 1
HU-12	Configuración por C.M.	Personalizar logo, moneda y métodos de pago.	Alto	5	Sprint 3
HU-13	Notificaciones	Recibir correo recordatorio antes de cita (paciente).	Medio	3	Sprint 3
HU-14	Portal del paciente	Consultar facturas y resultados médicos en línea.	Muy alto	8	Sprint 3
HU-15	Auditoría	Revisar registro de acciones realizadas por usuarios.	Alto	5	Sprint 4

Fórmula Aplicada Para Calcular La Prioridad:

$$Prioridad = \frac{Valor\ Comercial + Urgencia + Riesgo/Oportunidad}{Esfuerzo}$$

Donde:

- Valor Comercial: Importancia o beneficio para el negocio (1 a 10)
- Urgencia: Que tan pronto debe entregarse (1 a 10)
- Riesgo/Oportunidad: Impacto en reducción de riesgos o ganancia de oportunidades (1 a 10)
- Tamaño: Estimación de esfuerzo o complejidad (1 a 10)

Leyenda Para Interpretar La Prioridad Ponderada:

Tabla 8:

Prioridad Ponderada

Rango De Prioridad	Nivel De Prioridad
1 – 3	Baja
4	Media
5 – 6	Alta
7	Alta Estratégica

H. Definición de Hecho (DoD)

La Definición de Hecho (DoD) es fundamental para asegurar que cada tarea o incremento del producto cumpla con estándares mínimos de calidad antes de considerarse terminado.

1) Criterios de desarrollo

- El código está implementado siguiendo las convenciones de estilo y buenas prácticas de Laravel/Vue.js.
- El código ha sido revisado (code review) por al menos otro desarrollador.

- Se han creado o actualizado las pruebas unitarias y de integración correspondientes.
- Todas las pruebas automáticas se ejecutan con éxito (mínimo 80% cobertura en módulos críticos).
- No existen errores críticos reportados en los logs locales.

2) Criterios de documentación

- El código nuevo o modificado está documentado (comentarios, docblocks, README de módulo si aplica).
- La documentación funcional (manuales de usuario o flujos de negocio) se actualizó si hubo cambios relevantes.

3) Criterios de despliegue y validación

- La funcionalidad está integrada en la rama principal (main/develop) sin conflictos.
- El incremento ha sido desplegado en el entorno de pruebas/staging y validado por QA.
- Los criterios de aceptación de la historia de usuario están verificados como cumplidos.

4) Criterios de calidad y seguridad

- El sistema pasa controles de seguridad básica (validación de entradas, sanitización de datos, protección CSRF/XSS/SQL Injection).
- La funcionalidad no rompe compatibilidad con otros módulos ni con la lógica de multitenancy.
- Se verifica que la nueva funcionalidad es usable (interfaz clara, accesible en dispositivos comunes).

I. Definición de Listo (DoR)

Un ítem del backlog se considera listo para ser trabajado cuando cumple con los siguientes criterios:

1) Criterios de claridad y entendimiento

- La historia de usuario está escrita en un formato claro (“Como [rol], quiero [funcionalidad], para [beneficio]”).
- Los criterios de aceptación están definidos de forma medible (formato Dado – Cuando – Entonces).
- El alcance de la funcionalidad está claramente delimitado y no hay ambigüedad en lo que se espera.

2) Criterios de valor y prioridad

- El ítem aporta valor de negocio y está alineado con una épica u objetivo del producto.
- La prioridad del ítem está definida (MoSCoW o WSJF).

3) Criterios de viabilidad técnica

- Existen criterios técnicos básicos (ej. módulo donde se implementará, integración con otros componentes).
- El esfuerzo estimado es razonable para completarse en un sprint (historia refinada y con tamaño adecuado).
- No depende de otros ítems bloqueantes, o si existen dependencias, están claramente identificadas.

4) Criterios de aceptación por el equipo

- El equipo de desarrollo entiende la historia y cómo implementarla.
- Se identificaron riesgos o limitaciones y fueron discutidos.

4.1.1.2. Fase 2: Planificación

A. Selección de Historias

- Sprint 1(39 SP)

Tabla 9:

Prioridad Ponderada Sprint 1

Código	Historia de Usuario	SP
HU-01	Registro de pacientes	5
HU-03	Reserva de citas	8
HU-04	Agenda del médico	5
HU-05	Facturación básica	8
HU-11	Multi Centro médico (tenant básico)	13
Total		39

- Sprint 2(26 SP)

Tabla 10:

Prioridad Ponderada Sprint 2

Código	Historia de Usuario	SP
HU-02	Historial médico	5
HU-06	Pago en línea	8
HU-08	Receta digital	5
HU-09	Resultados laboratorio	8
Total		26

- Sprint 3(21 SP)

Tabla 11:

Prioridad Ponderada Sprint 3

Código	Historia de Usuario	SP
HU-07	Inventario farmacia	5
HU-12	Configuración centro médico	5
HU-13	Notificaciones	3
HU-14	Portal del paciente	8
Total		21

- **Sprint 4(10 SP)**

Tabla 12:

Prioridad Ponderada

Código	Historia de Usuario	SP
HU-10	Reportes financieros	5
HU-15	Auditoría de acciones	5
Total		10

Tabla 13:

Prioridad Ponderada General

Sprint	Historia	Tareas Técnicas	Estimación (SP)
1	HU-01 Registro pacientes	Migración BD, API CRUD, validaciones, UI formulario	5
1	HU-03 Reserva de citas	Migración BD citas, API CRUD, UI calendario, notificación email	8
1	HU-04 Agenda médico	Módulo disponibilidad, sincronización citas, vista calendario	5
1	HU-05 Facturación básica	BD facturas, API emisión/listado, PDF, UI facturas	8
1	HU-11 Multi Centro Médico	Esquema tenant, middlewares, tabla centros médicos, pruebas aislamiento	13
2	HU-02 Historial médico	Migración BD historiales, API CRUD, UI	5
2	HU-06 Pago en línea	Integración pasarela, API transacciones, UI pagos, validaciones	8
2	HU-08 Receta digital	BD recetas, API emisión, UI pacientes	5
2	HU-09 Resultados laboratorio	BD resultados, API carga, UI visualización, seguridad	8
3	HU-07 Inventario farmacia	BD inventario, API entradas/salidas, UI	5

3	HU-12 Configuración centro médico	Tabla parámetros, UI edición, permisos admin	5
3	HU-13 Notificaciones	Config servicio email/SMS, API envío, integración citas/resultados	3
3	HU-14 Portal paciente	Login/registro, dashboard citas/recetas/resultados, perfil	8
4	HU-10 Reportes financieros	BD estadísticas, API reportes, dashboard	5
4	HU-15 Auditoría acciones	Middleware logs, BD auditoría, UI logs	5

B. Tareas Técnicas

Tabla 14:

Tarea Técnica Sprint 1

Historia		Tareas Técnicas	Estimación (SP)
HU-01	Registro pacientes	Migración BD, API CRUD, validaciones, UI formulario	5
HU-03	Reserva de citas	Migración BD citas, API CRUD, UI calendario, notificación email	8
HU-04	Agenda médico	Módulo disponibilidad, sincronización citas, vista calendario	5
HU-05	Facturación	BD facturas, API emisión/listado, PDF, UI facturas	8
HU-11	Multi centro médico	Diseño esquema tenant, middlewares, tabla centros Médicos, pruebas aislamiento	13

Tabla 15:*Tarea Técnica Sprint 2*

Historia	Tareas Técnicas	Estimación (SP)
HU-02 Historial	Migración BD historiales, API CRUD, UI	5
HU-06 Pago en línea	Integración pasarela, API transacciones, UI pagos, validaciones	8
HU-08 Receta digital	BD recetas, API emisión, UI pacientes.	5
HU-09 Resultados	BD resultados, API carga, UI visualización, seguridad	8

Tabla 16:*Tarea Técnica Sprint 3*

Historia	Tareas Técnicas	Estimación (SP)
HU-07 Inventario	BD inventario, API entradas/salidas, UI	5
HU-12 Configuración	Tabla parámetros, UI edición, permisos admin	5
HU-13 Notificaciones	Configuración servicio email/SMS, API envío, integración citas/resultados	3
HU-14 Portal paciente	Login/registro, dashboard citas/recetas/resultados, perfil	8

Tabla 17:*Tarea Técnica Sprint 4*

Historia	Tareas Técnicas	Estimación (SP)
HU-10 Reportes	BD estadísticas financieras, API reportes, dashboard	5
HU-15 Auditoría	Middleware logs, BD auditoría, UI logs	5

C. Sprint Goal

- **Sprint 01 Goal:** Sistema inicial con registro de pacientes, citas, facturación y arquitectura multi centro médico.
- **Sprint 02 Goal:** Mejorar la atención clínica agregando historial, recetas digitales, pagos en línea y registro de resultados.
- **Sprint 03 Goal:** Dar autonomía al centro médico y al paciente mediante configuración propia, notificaciones y acceso en línea.
- **Sprint 04 Goal:** Asegurar control administrativo mediante reportes y auditoría de acciones.

D. Sprint Backlog

Tabla 18:

Sprint Backlog Sprint 1

HU	Tarea	SP
HU-01	Migración BD, API CRUD, validaciones, UI formulario	5
HU-03	Migración BD citas, API CRUD, UI calendario, notificación email	8
HU-04	Disponibilidad médico, sincronización citas, vista calendario	5
HU-05	BD facturas, API emisión/listado, PDF, UI facturas	8
HU-11	Esquema tenant, middlewares, tabla centro médicos, pruebas aislamiento	13
Total		39

Figura 1:

Burndown Chart Sprint 1



Tabla 19:

Sprint Backlog Sprint 2

Historia	Tareas Técnicas	SP
HU-02 Historial médico	Migración BD historiales, API CRUD, UI	5
HU-06 Pago en línea	Integración pasarela, API transacciones, UI pagos, validaciones	8
HU-08 Receta digital	BD recetas, API emisión, UI pacientes	5
HU-09 Resultados laboratorio	BD resultados, API carga, UI visualización, seguridad	8
Total		26

Figura 2:

Burndown Chart Sprint 2

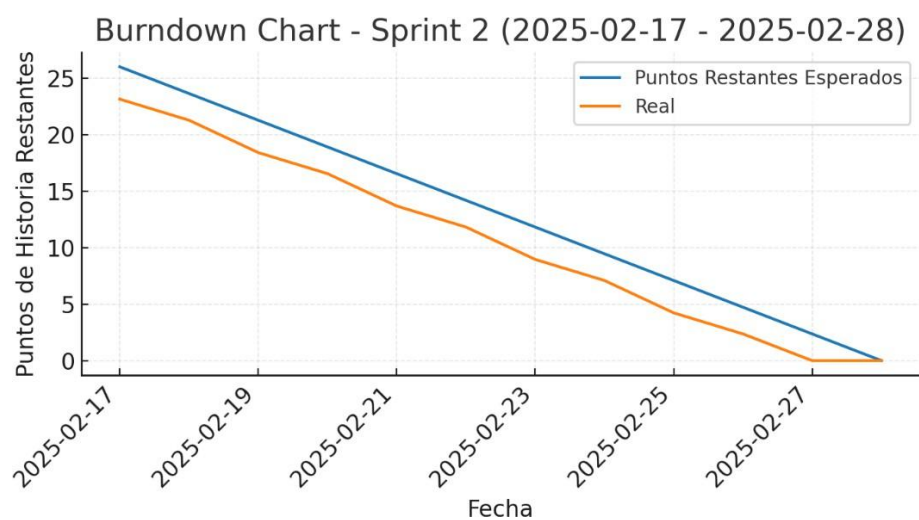
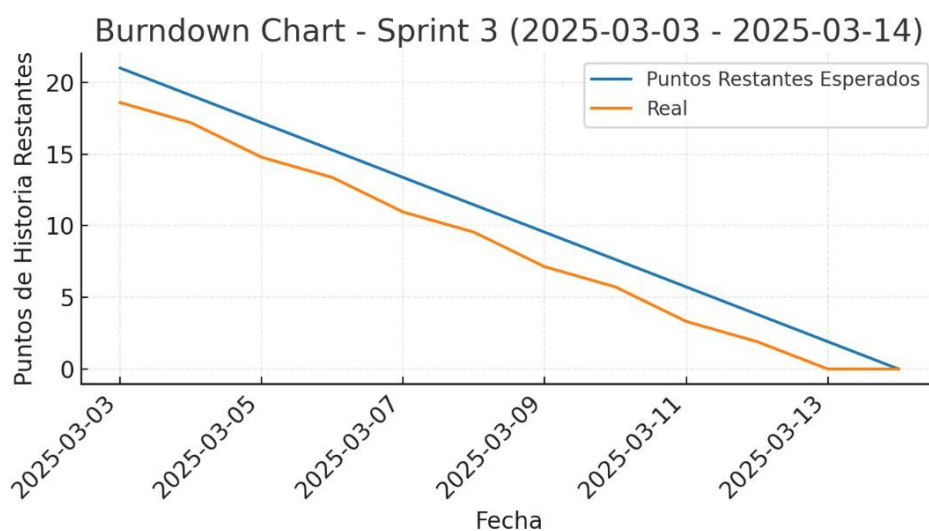
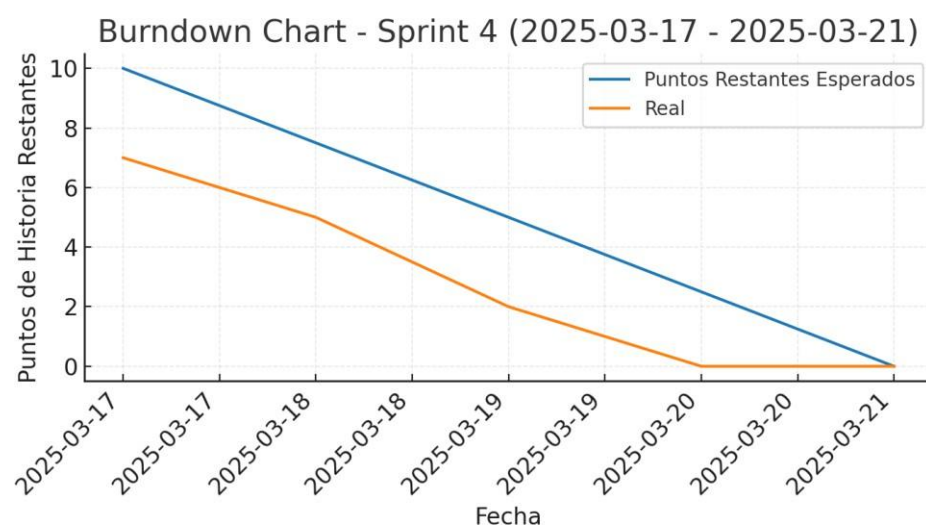


Tabla 20:*Sprint Backlog Sprint 3*

HU	Historia de Usuario	Tareas Técnicas	SP
HU-07	Inventario farmacia	BD inventario, API entradas/salidas, UI	5
HU-12	Configuración Centro Médico	Tabla parámetros, UI edición, permisos admin	5
HU-13	Notificaciones	Config servicio email/SMS, API envío	3
HU-14	Portal del paciente	Login, dashboard citas/recetas/resultados	8
Total			21

Figura 3:*Burndown Chart Sprint 3***Tabla 21:***Sprint Backlog Sprint 4*

HU	Historia de Usuario	Tareas Técnicas	SP
HU-10	Reportes financieros	BD estadísticas, API reportes, dashboard	5
HU-15	Auditoría de acciones	Middleware logs, BD auditoría, UI logs	5
Total			10

Figura 4:*Burndown Chart Sprint 4***E. TaskBoard Inicial****Tabla 22:***TaskBoard Sprint 1*

Historia	Tarea Técnica	To Do	In Progress	Done
HU-01 – Registro pacientes	Migración BD, API CRUD, validaciones, UI formulario	✓		
HU-03 – Reserva de citas	Migración BD citas, API CRUD, UI calendario, notificación email	✓		
HU-04 – Agenda médico	Módulo disponibilidad, sincronización citas, vista calendario	✓		
HU-05 – Facturación básica	BD facturas, API emisión/listado, PDF, UI facturas	✓		
HU-11 – Multi Centro Médico	Esquema tenant, middlewares, tabla centros médicos, pruebas aislamiento	✓		

Tabla 23:*TaskBoard Sprint 2*

Historia	Tarea Técnica	To Do	In Progress	Done
HU-02 – Historial médico	Migración BD historiales, API CRUD, UI	✓		
HU-06 – Pago en línea	Integración pasarela, transacciones, UI, validaciones	API ✓		
HU-08 – Receta digital	BD recetas, API emisión, UI pacientes	✓		
HU-09 – Resultados laboratorio	BD resultados, API carga, UI visualización, seguridad	✓		

Tabla 24:*TaskBoard Sprint 3*

Historia	Tarea Técnica	To Do	In Progress	Done
HU-07 – Inventario farmacia	BD inventario, entradas/salidas, UI	API ✓		
HU-12 – Configuración centro médico	Tabla parámetros, UI edición, permisos admin	✓		
HU-13 – Notificaciones	Config servicio email/SMS, API envío, integración citas/resultados	✓		
HU-14 – Portal del paciente	Login/registro, dashboard citas/recetas/resultados, perfil	✓		

Tabla 25:*TaskBoard Sprint 4*

Historia	Tarea Técnica	To Do	In Progress	Done
HU-10 – Reportes financieros	BD estadísticas, API reportes, dashboard	✓		
HU-15 – Auditoría de acciones	Middleware logs, BD auditoría, UI logs	✓		

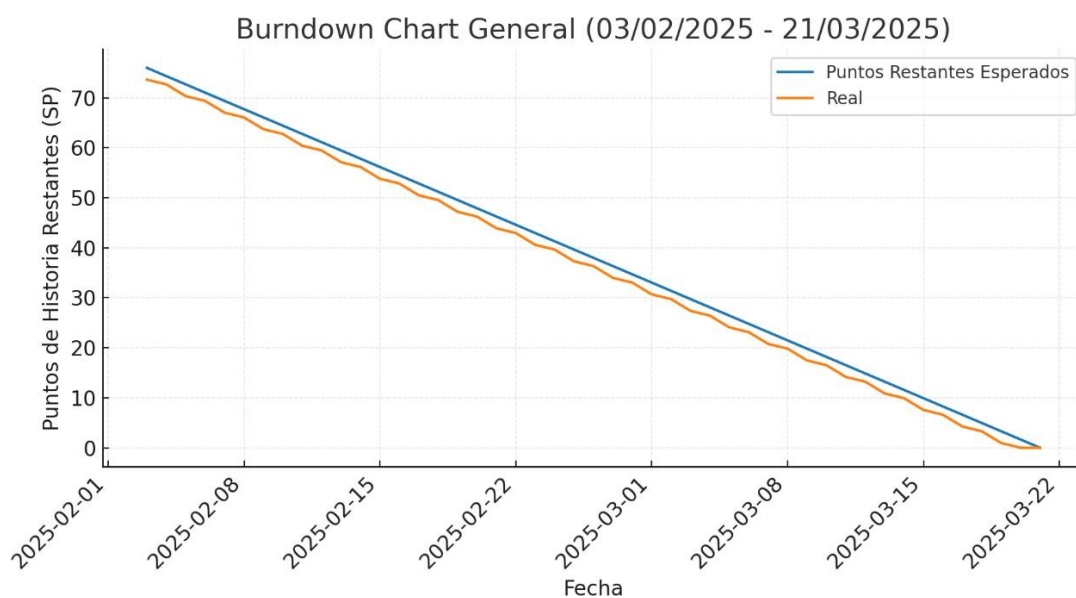
Tabla 26:*TaskBoard General*

Sprint	Historia	Tarea Técnica	To Do	In Progress	Done
1	HU-01 – Registro pacientes	Migración BD, API CRUD, validaciones, UI formulario	✓		
1	HU-03 – Reserva de citas	Migración BD citas, API CRUD, UI calendario, notificación email	✓		
1	HU-04 – Agenda médico	Módulo disponibilidad, sincronización citas, vista calendario	✓		
1	HU-05 – Facturación básica	BD facturas, API emisión/listado, PDF, UI facturas	✓		
1	HU-11 – Multi Centro Médico	Esquema tenant, middlewares, tabla centros médicos, pruebas aislamiento	✓		
2	HU-02 – Historial médico	Migración BD historiales, API CRUD, UI	✓		
2	HU-06 – Pago en línea	Integración pasarela, API transacciones, UI, validaciones	✓		
2	HU-08 – Receta digital	BD recetas, API emisión, UI pacientes	✓		
2	HU-09 – Resultados laboratorio	BD resultados, API carga, UI visualización, seguridad	✓		
3	HU-07 – Inventario farmacia	BD inventario, API entradas/salidas, UI	✓		
3	HU-12 – Configuración Centro Médico	Tabla parámetros, UI edición, permisos admin	✓		

3	HU-13 Notificaciones	–	Config servicio email/SMS, API envío, integración citas/resultados	✓
3	HU-14 – Portal del paciente	–	Login/registro, dashboard citas/recetas/resultados, perfil	✓
4	HU-10 – Reportes financieros	–	BD estadísticas, API reportes, dashboard	✓
4	HU-15 Auditoría de acciones	–	Middleware logs, BD auditoría, UI logs	✓

Figura 5:

Burndown Chart General



4.1.1.3. Fase 3: Ejecución

A. Desarrollo de los Sprint

- Sprint 01

Tabla 27:

TaskBoard HU1

TaskBoard HU-01 — Registro de pacientes				
Fecha de Inicio: 03/02/2025				
Fecha de Término: 14/02/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
1	Diseñar el modelo de datos para pacientes	X		
1	Crear tabla <code>patients</code> en BD con migración	X		
1	Implementar validaciones de campos obligatorios	X		
1	Construir formulario de registro en frontend (Livewire)	X		
1	Probar alta de paciente y guardar en BD	X		

Figura 6:

Crear Paciente

Crear Paciente

Atrás

Nombre:

Juan Carlos

Apellido:

Perez Rodriguez

Correo electrónico:

juanperez@gmail.com

Fecha de nacimiento:

sep 1, 1996

29 years

Teléfono:

912 345 678

Género:

☒ Masculino

☐ Femenino

Estado:

☒

Grupo sanguíneo:

O+

X

Contraseña:

.....

Confirmar contraseña:

.....

TaskBoard HU3

Figura 7:

Crear Citas

87

Tabla 29:
TaskBoard HU4

TaskBoard HU-04 — Agenda del médico					
Fecha de Inicio: 03/02/2025					
Fecha de Término: 14/02/2025					
Sprint	Historia / Tarea			No Realizado	Realizado
1	Diseñar	estructura	de	x	
	disponibilidad en BD				
1	Construir migración	schedules		x	
	(agenda)				
1	Desarrollar lógica de asignación			x	
	de citas según disponibilidad				
1	UI para que el médico consulte su			x	
	agenda				

Figura 8:
Agenda del médico

Tiempo por paciente *

00:15:00

Disponible en:	Disponible desde:	Disponible para:	Acción
Monday	16:00:00	20:00:00	
Tuesday	09:00:00	13:00:00	
Wednesday	16:00:00	21:00:00	
Thursday	08:00:00	13:00:00	
Friday	10:00:00	18:00:00	
Saturday	10:00:00	12:00:00	
Sunday	00:00:00	00:00:00	

TaskBoard HU5

Figura 9:

Facturación Básica

89

Tabla 31:*TaskBoard HU11*

TaskBoard HU-11 — Multi Centro Médico				
Fecha de Inicio: 03/02/2025				
Fecha de Término: 14/02/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
1	Diseñar modelo de datos para Centros Médicos	x		
1	Crear tabla <code>centromedico</code> y relacionarla con usuarios	x		
1	Implementar <code>middleware</code> multicentromédico (tenant)	x		
1	Gestionar roles y permisos con <code>spatie/laravel-permission</code>	x		
1	Validar aislamiento de datos entre Centros Médicos	x		

Figura 10:*Multi Centro Médico*

Iniciar sesión

¿No tienes una cuenta? [Crear una cuenta](#)

Correo electrónico: *

Contraseña: * [Has olvidado tu contraseña ?](#)

☐ Acuérdame de mí

Superadministrador Administración Doctor

Contador Gestor de casos Recepcionista

Farmacéutico Paciente

Enfermero Técnico de laboratorio

Iniciar sesión

- **Sprint 02**


Tabla 32:

TaskBoard HU02

TaskBoard HU-02 — Historial médico				
Fecha de Inicio: 17/02/2025				
Fecha de Término: 28/02/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
2	Diseñar el modelo de datos para historial médico	x		
2	Crear migración <code>medical_records</code>	x		
2	Implementar API CRUD de historial	x		
2	UI para visualizar/editar historial clínico	x		
2	Validar acceso por roles (médico/paciente)	x		

Figura 11:

Historial médico



Doctor Doctor
Higado

Nombre del paciente: Pablo Lusesa

Fecha de la factura: 04/07/25

Edad: N / A

DIRECCIÓN:
N / A

Problema: Problema de prueba

Prueba: 1 Prueba 2 Prueba 3 Prueba

Consejo: Nada que aconsejar

Alergias alimentarias: No

Hipertensión: No

Accidente: No

Embarazo femenino: No

Bajos ingresos: Si

Tendencia a sangrar: No

Diabético: Si

Historial médico: 4 de julio del 2025

Lactancia materna: No

Frecuencia del pulso: 100

Descripción del problema: Problema de prueba

Cardiopatía: Si

Cirugía: No

Medicación actual: No

Seguro de salud: No

Temperatura: 37

Rx

Nombre del medicamento	Dosificación	Duración	Intervalo de dosis
Medicamento	1 Antes de la comida	1 día	Todas las mañanas y tardes

Tabla 33:*TaskBoard HU06*

TaskBoard HU-08 — Pago en Línea				
Fecha de Inicio: 17/02/2025				
Fecha de Término: 28/02/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
2	Configurar pasarela de pagos (Stripe / Cashier)	x		
2	Diseñar tabla payments con relación a facturas	x		
2	Implementar API para procesar pagos	x		
2	UI de pago en frontend	x		
2	Pruebas de transacciones exitosas y fallidas	x		

Tabla 34:*TaskBoard HU08*

TaskBoard HU-08 — Receta digital				
Fecha de Inicio: 17/02/2025				
Fecha de Término: 28/02/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
2	Diseñar tabla prescriptions	x		
2	Implementar API para emisión de recetas	x		
2	Integrar firma digital del médico	x		
2	UI de receta digital (paciente y médico)	x		
2	Generar receta en PDF descargable	x		

Tabla 35:
TaskBoard HU09

TaskBoard HU-09 — Resultados de laboratorio				
Fecha de Inicio: 17/02/2025				
Fecha de Término: 28/02/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
2	Crear migración lab_results vinculada a pacientes	X		
2	Implementar API para carga y consulta de resultados	X		
2	Permitir adjuntar archivos (PDF, imágenes)	X		
2	UI para visualizar resultados en portal paciente	X		
2	Notificación al paciente al publicar resultado	X		

Figura 12:
Resultados Laboratorio

Paciente: *

Maria Silva X v

Nombre de la prueba: *

VIH SIDA

Nombre corto: *

Elisa

Tipo de prueba: *

Rápida

Nombre de la categoría: *

Sangre X v

Unidad:

1

Subcategoría:

Sub Category

Método:

Method

Dias de informe:

5

Categoría de cargo: *

ANÁLISIS X v

Cargo estándar: (Tk) *

Standard Charge

Paciente: *

Abner Trujillo X v

Nombre de la prueba: *

Densitrometría

Nombre corto: *

DSTM

Tipo de prueba: *

Estandar

Nombre de la categoría: *

radiología diagnóstica X v

Subcategoría:

Sub Category

Dias de informe:

5

Categoría de cargo: *

prueba X v

Cargar: *

BF4444 X v

Cargo estándar: (R) *

200

- **Sprint 03**

Tabla 36:

TaskBoard HU07

TaskBoard HU-07 — Inventario de farmacia				
Fecha de Inicio: 03/03/2025				
Fecha de Término: 14/03/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
3	Diseñar modelo de inventario (inventory)	x		
3	Migración con control de stock y lotes	x		
3	API para entradas y salidas de medicamentos	x		
3	UI para gestión de inventario de farmacia	x		
3	Alertas automáticas de bajo stock	x		

Figura 13:

Inventario de Medicina

Medicamento ▾	Marca ▾	Cantidad disponible ▾	Precio de venta ▾	Precio de compra ▾	Acción
Paracetamol	Alfa	0	₹ 0.3	₹ 0.1	 
Ranitidina	ABBOTT	0	₹ 1	₹ 0.3	 
Amoxicilina	Diamox	0	₹ 0.8	₹ 0.2	 
Ambroxol	ABBOTT	502	₹ 10	₹ 4.5	 

Tabla 37:*TaskBoard HU12*

TaskBoard HU-12 — Configuración Centro Médico				
Fecha de Inicio: 03/03/2025				
Fecha de Término: 14/03/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
3	Crear tabla centromédico_settings	X		
3	API para lectura/actualización de parámetros	X		
3	UI para panel de configuración (superadmin)	X		
3	Validar permisos para acceder a configuración	X		

Figura 14:*Configuración Centros Médicos*

Nombre de la aplicación: *

Notificación de vencimiento del plan (en días): *

Código de país predeterminado: *

 Perú +51

Moneda actual: *

Habilitar Google reCAPTCHA: *
☒

Idioma: *

Clave de Google Captcha: *

Secreto de Google Captcha: *

Instrucciones manuales: *

Las instrucciones de pago manuales son instrucciones que informan a los clientes sobre cómo realizar un pago. Por ejemplo, podría proporcionar el número de cuenta bancaria para que los clientes realicen transferencias.

Logotipo de la aplicación: *


Favícono: *


Tabla 38:
TaskBoard HU13

TaskBoard HU-13 — Notificaciones				
Fecha de Inicio: 03/03/2025				
Fecha de Término: 14/03/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
3	Configurar sistema de notificaciones (Laravel Notifications)	x		
3	Diseñar tabla de log de notificaciones	x		
3	Envío por correo y SMS en eventos críticos	x		
3	UI para revisar historial de notificaciones	x		

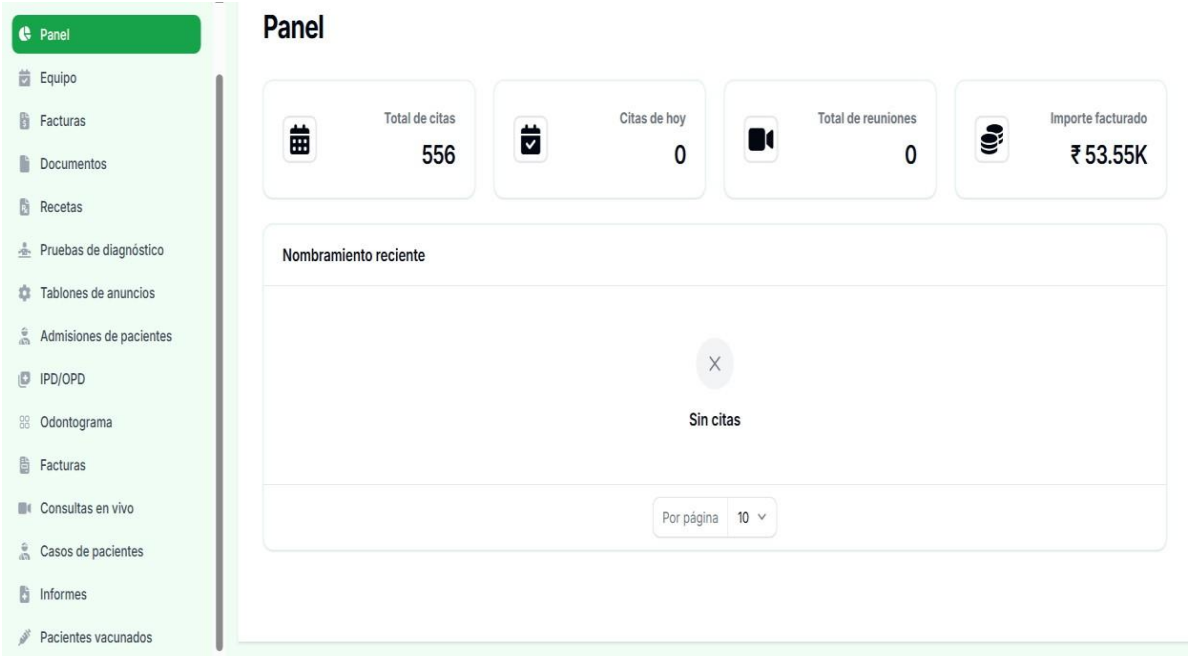
Figura 15:
Notificaciones

Título ▾	Creado el ▾	Comportamiento
Solicitud de donación de sangre	8:58 a. m., 27 de agosto de 2024	ⓘ
Disponibilidad de médicos	11:31 a. m., 4 de agosto de 2023	ⓘ
Advertencia de seguridad ante brotes	4:25 a. m., 6 de abril de 2022	ⓘ
Alerta de mantenimiento de energía	4:25 a. m., 6 de abril de 2022	ⓘ
Alerta de capacidad de la sala de emergencias	4:24 a. m., 6 de abril de 2022	ⓘ
Mostrando del 1 al 5 de 5 resultados		Por página 10 ▾

Tabla 39:
TaskBoard HU14

TaskBoard HU-14 — Portal del paciente				
Fecha de Inicio: 03/03/2025				
Fecha de Término: 14/03/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
3	Implementar login/registro de pacientes	x		
3	Dashboard con citas, recetas y resultados	x		
3	UI para descarga de facturas y pagos	x		
3	Integrar notificaciones en el portal	x		

Figura 16:
Opciones del paciente



- **Sprint 04**

Tabla 40:

TaskBoard HU10

TaskBoard HU-10 — Reportes financieros				
Fecha de Inicio: 17/03/2025				
Fecha de Término: 21/03/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
4	Diseñar modelo de datos para reportes	x		
4	Crear migración <code>financial_reports</code>	x		
4	API para generación de reportes financieros	x		
4	Dashboard con gráficos (Chart.js/Livewire Charts)	x		

Figura 17:

Nóminas de Empleados

Editar nóminas de empleados

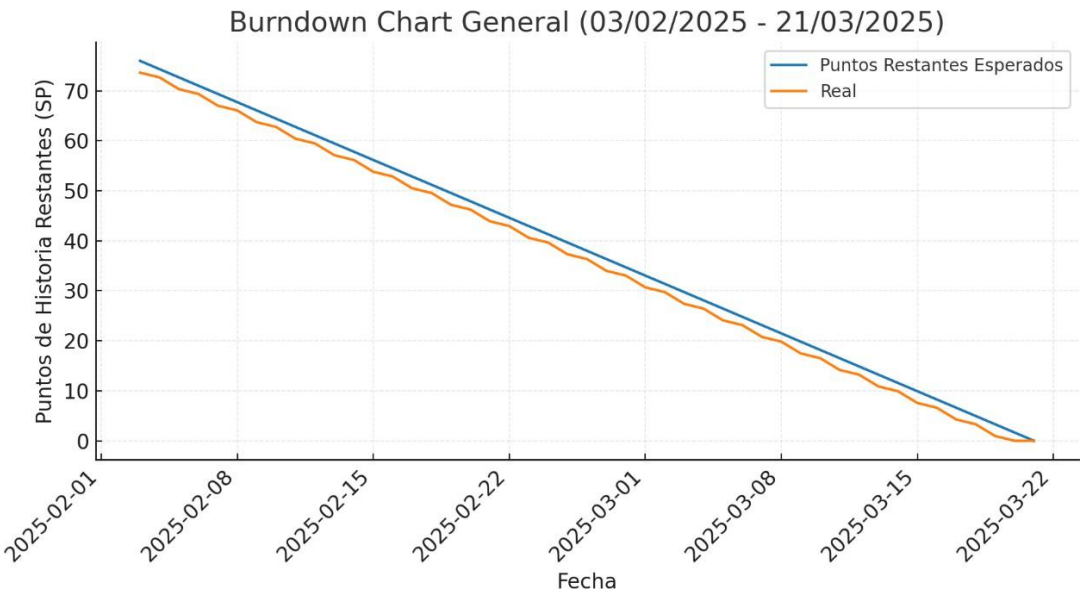
Atrás

Sr. No: *	ID de nómina: *	Role: *	Empleado: *
<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="B07VK3BQ"/>	<input type="text" value="Doctor"/> X v	<input type="text" value="Yvonne Molina"/> X v
Mes: *	Año: *	Estado: *	Salario base: *
<input type="text" value="Abril"/> X v	<input type="text" value="2025"/>	<input type="text" value="Pagado"/> X v	<input type="text" value="5000"/>
Prestación: *	Deducciones: *	Salario neto: *	
<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="5019"/>	

Tabla 41:
TaskBoard HU15

TaskBoard HU-15 — Auditoría de acciones				
Fecha de Inicio: 17/03/2025				
Fecha de Término: 21/03/2025				
Sprint	Historia / Tarea	No Realizado	Realizándose	Realizado
4	Crear migración audit_logs	x		
4	Middleware para registrar acciones de usuario	x		
4	API para consultar logs de auditoría	x		
4	UI para revisión de logs y búsqueda avanzada	x		

Figura 18:
Burndown Chart General de los Sprint



B. Desarrollo de Funcionalidades

- Sprint 1 (03/02/2025 – 14/02/2025)

Tabla 42:

Funcionalidades Sprint 1

Componente	Desarrollo
Frontend	Formulario para registro de pacientes; calendario interactivo para citas; vista de agenda del médico; generación de facturas en PDF con interfaz de descarga.
Backend	Controladores; servicios de negocio (validación de disponibilidad y facturación); middleware multi centro médico; API REST para pacientes y citas.
Base de datos	Migraciones; relaciones centro médico–paciente–médico–citas; consultas optimizadas para citas por médico/centro médico.

- Sprint 2 (17/02/2025 – 28/02/2025)

Tabla 43:

Funcionalidades Sprint 2

Componente	Desarrollo
Frontend	Pantalla de historial clínico con pestañas; formulario de pago en línea; módulo de receta digital con firma; vista de resultados de laboratorio con descargas.
Backend	Controladores; lógica de pagos con validación de transacciones; API de recetas electrónicas; notificación automática de resultados.
Base de datos	Migraciones; relaciones paciente–historial, paciente–receta, paciente–resultado; consultas de historiales y pagos por centro médico.

- **Sprint 3 (03/03/2025 – 14/03/2025)**

Tabla 44:

Funcionalidades Sprint 3

Componente	Desarrollo
Frontend	Módulo de inventario de farmacia; pantalla de configuración centro médico; portal del paciente con dashboard; notificaciones en el portal.
Backend	Controladores; servicios de stock con alertas; API para configuración centro médico y notificaciones; autenticación para portal del paciente.
Base de datos	Migraciones; consultas de stock y movimientos; integración con usuarios para notificaciones personalizadas.

- **Sprint 4 (17/03/2025 – 21/03/2025)**

Tabla 45:

Funcionalidades Sprint 4

Componente	Desarrollo
Frontend	Dashboard financiero con gráficas; módulo de auditoría de acciones con filtros.
Backend	Controladores; servicios de reportes agregados; middleware de auditoría para registrar acciones en BD.
Base de datos	Migraciones; consultas de ingresos y reportes consolidados; optimización de índices para búsquedas rápidas en logs.

C. Validación de prototipos UX/UI por Sprint

- **Sprint 1 (03/02/2025 – 14/02/2025)**

Tabla 46:

Validaciones Formulario de Registro de Pacientes (HU-01)

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Campos obligatorios	Los usuarios no identificaban claramente qué campos eran requeridos.	Añadir asterisco rojo (*) y mensajes de error en tiempo real.
Botón “Guardar paciente”	Confusión con “Registrar cita”.	Cambiar a “Registrar paciente” con ícono.

Validación de DNI	Retroalimentación poco clara.	Validación en tiempo real con mensaje descriptivo.
Diseño móvil	Formulario muy largo en móviles.	Agrupar campos en secciones plegables.

Tabla 47:

Validaciones Calendario de Citas (HU-03)

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Selección de fecha	Difícil identificar días disponibles.	Resaltar en verde los días libres.
Vista de horas	Intervalos poco claros.	Mostrar bloques tipo agenda.
Flujo de reserva	No quedaba claro si la cita estaba confirmada.	Añadir pantalla de confirmación + correo.
Navegación	Médicos pedían filtrar por especialidad.	Agregar filtro de especialidad.

- **Sprint 2 (17/02/2025 – 28/02/2025)**

Tabla 48:

Validaciones Historial Médico (HU-02)

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Pestañas de diagnóstico/tratamiento	Algunos médicos no las diferenciaban fácilmente.	Usar iconos y colores para cada pestaña.
Campo “Observaciones”	Muy pequeño para notas extensas.	Ampliar a cuadro de texto expandible.
Navegación	Se perdía contexto al cambiar de paciente.	Añadir encabezado fijo con nombre/datos básicos del paciente.

Tabla 49:*Validaciones Pago en Línea (HU-06)*

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Formulario de tarjeta	Algunos pacientes desconfiaban de seguridad.	Mostrar logos de pasarela
Mensaje de confirmación	No era claro si el pago había sido procesado.	Pantalla con recibo digital + correo de confirmación.
Usabilidad móvil	Teclado cubría campos de tarjeta.	Optimizar orden de campos y scroll automático.

Tabla 50:*Validaciones Receta Digital (HU-08)*

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Firma digital	No se veía clara la autenticidad.	Mostrar sello/QR de validación.
Lista de medicamentos	Médicos pedían autocompletado.	Integrar catálogo con búsqueda predictiva.

Tabla 51:*Validaciones Resultados de Laboratorio (HU-09)*

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Visualización de PDF	Pacientes tenían problemas al abrir en móvil.	Integrar visor incrustado en la app.
Notificación	Llegaba tarde.	Ajustar trigger para envío inmediato al publicar resultado.

- **Sprint 3 (03/03/2025 – 14/03/2025)**

Tabla 52:

Validaciones Inventario de Farmacia (HU-07)

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Listado de stock	Difícil distinguir productos críticos.	Resaltar en rojo productos bajo stock mínimo.
Movimientos de inventario	Los usuarios querían un historial más visible.	Agregar pestaña con auditoría de entradas/salidas.

Tabla 53:

Validaciones Configuración del Centro Médico (HU-12)

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Parámetros de configuración	Muy técnicos para usuarios no expertos.	Incluir descripciones cortas junto a cada campo.
Botón “Guardar cambios”	Usuarios no sabían si se aplicaban de inmediato.	Mostrar mensaje de éxito y reinicio automático de parámetros.

Tabla 54:

Validaciones Notificaciones (HU-13)

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Notificación por SMS	Pacientes querían ver remitente claro.	Añadir “Centro Médico X” como remitente SMS.
Centro de notificaciones en portal	Poco visible.	Colocar ícono de campana en la barra superior.

Tabla 55:*Validaciones Portal del Paciente (HU-14)*

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Dashboard inicial	Sobrecargado con información.	Simplificar con 3 accesos rápidos: Citas, Resultados, Facturas.
Descarga de documentos	Poco intuitiva.	Agregar botones claros con icono de descarga.

- **Sprint 4 (17/03/2025 – 21/03/2025)**

Tabla 56:*Validaciones Reportes Financieros (HU-10)*

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Gráficas de ingresos	Médicos pedían ver comparativas entre centro médicos.	Agregar selector de centro médico.
Exportación de reportes	Solo en PDF.	Añadir exportación a Excel y CSV.

Tabla 57:*Validaciones Auditoría de Acciones (HU-15)*

Elemento validado	Observaciones de usuarios	Ajustes propuestos
Tabla de logs	Muy extensa, difícil de leer.	Implementar filtros avanzados (usuario, fecha, acción).
Seguridad de logs	Usuarios preocupados por manipulación.	Marcar logs como inmutables y firmados digitalmente.

D. Integración continua y despliegues en entorno de pruebas

- Sprint 1 (03/02/2025 – 14/02/2025)

Tabla 58:

Integración Sprint 1

Proceso	Descripción
Integración continua (CI)	Configuración inicial del pipeline en GitHub Actions/GitLab CI. Ejecución automática de pruebas unitarias (Pacientes, Citas, Agenda, Facturación). Análisis estático de código y validación de estilo PSR-12.
Despliegue en staging	Entorno de pruebas creado con base de datos inicial (pacientes, equipo, facturas, centromédicos). Validación de flujos básicos: registro de pacientes, reserva de citas, agenda del médico y facturación básica.

- Sprint 2 (17/02/2025 – 28/02/2025)

Tabla 59:

Integración Sprint 2

Proceso	Descripción
Integración continua (CI)	Extensión del pipeline para ejecutar pruebas de integración sobre módulos de historial médico, pagos en línea y recetas digitales. Validación automática de seguridad en endpoints de pagos.
Despliegue en staging	Base de datos enriquecida con historiales médicos, recetas y resultados de laboratorio. Pruebas con pasarela de pagos en modo <i>stripe</i> . Validación por QA y médicos de los prototipos funcionales de historial y recetas.

- Sprint 3 (03/03/2025 – 14/03/2025)

Tabla 60:

Integración Sprint 3

Proceso	Descripción
Integración continua (CI)	Incorporación de pruebas automáticas para el módulo de inventario, configuración centro médico y portal del paciente. Pipeline ajustado para ejecutar pruebas de usabilidad en frontend con Cypress.
Despliegue en staging	Entorno con inventario farmacéutico, notificaciones activas y portal del paciente. Validación de integración entre backend y frontend: notificaciones en tiempo real y ajustes de configuración hospitalaria.

- **Sprint 4 (17/03/2025 – 21/03/2025)**

Tabla 61:

Integración Sprint 4

Proceso	Descripción
Integración continua (CI)	Pipeline completo con pruebas unitarias, integración y auditoría de logs. Automatización de generación de reportes financieros como artefactos del pipeline.
Despliegue en staging	Entorno preparado para pruebas de reportes financieros y auditoría de acciones. Validación de rendimiento de consultas e índices de auditoría. Confirmación por QA y stakeholders antes de pasar a producción.

E. Daily Scrum

- **Sprint 1 (Día 5: 07/02/2025)**

Tabla 62:

Daily Scrum Sprint 1

Rol / Integrante	Ayer	Hoy	Impedimento
Frontend	Avancé en el formulario de registro de pacientes.	Continuaré con la vista del calendario de citas médicas.	Falta confirmación del backend sobre la API de citas.
Backend	Terminé migración y controladores.	Implementaré lógica de disponibilidad de citas y API.	Acceso intermitente a la BD de <i>staging</i> .
QA	Revisé el flujo de registro de pacientes, detecté error en validación de DNI.	Ejecutaré pruebas en agenda del médico y facturación.	No puedo probar citas hasta que el frontend integre la API.

- **Sprint 2 – Daily Scrum (Día 7: 21/02/2025)**

Tabla 63:

Daily Scrum Sprint 2

Rol / Integrante	Ayer	Hoy	Impedimento
Frontend	Diseñé pantalla de historial clínico con pestañas.	Ajustaré la vista de pagos en línea para móviles.	Los íconos de recetas digitales no cargan correctamente.
Backend	Implementé API de historial médico y recetas.	Integraré pasarela de pagos en modo <i>sandbox</i> .	Latencia alta en pruebas con la pasarela.
QA	Probé módulo de recetas digitales, detecté error en autocompletado de medicamentos.	Ejecutaré pruebas de flujo completo: historial → receta → notificación.	No tengo casos de prueba listos para pagos.

- **Sprint 3 – Daily Scrum (Día 6: 07/03/2025)**

Tabla 64:

Daily Scrum Sprint 3

Rol / Integrante	Ayer	Hoy	Impedimento
Frontend	Avancé en el módulo de inventario con tablas dinámicas.	Trabajaré en portal del paciente (dashboard inicial).	El diseño responsive del dashboard no es estable.
Backend	Terminé API de notificaciones internas.	Implementaré configuración centro médico (horarios y facturación).	No se han definido todos los parámetros de configuración.
QA	Probé alertas de inventario, detecté inconsistencias en los umbrales.	Validaré notificaciones en portal del paciente.	No puedo verificar alertas en móviles por falta de acceso a dispositivos de prueba.

- **Sprint 4 – Daily Scrum (Día 3: 18/03/2025)**

Tabla 65:

Daily Scrum Sprint 4

Rol / Integrante	Ayer	Hoy	Impedimento
Frontend	Creé dashboard de reportes financieros con gráficas iniciales.	Añadiré filtros de auditoría en la interfaz.	El componente de gráficos no renderiza en algunos navegadores.
Backend	Desarrollé API de reportes financieros.	Implementaré middleware de auditoría para registrar acciones.	Demora en la creación de índices para logs grandes.
QA	Probé consultas de auditoría básicas.	Ejecutaré pruebas de exportación de reportes a PDF y Excel.	Los reportes grandes tardan demasiado en generarse (>10 seg).

4.1.1.4. Fase 4: Revisión del Sprint

A. Revisión del Sprint

Tabla 66:

Revisión Sprint 1

Sprint	Historias de Usuario / Incremento Funcional	Evidencia del Incremento	Retroalimentación de Stakeholders	Ajustes Propuestos
Sprint 1 (03/02 – 14/02)	- HU-01 Registro de pacientes.	- Formularios Livewire	- Falta claridad en campos obligatorios.	- Añadir validación visual y mensajes en tiempo real.
	- HU-03 Reserva de citas	- Calendario interactivo de citas.	- Médicos solicitaron filtros en la agenda.	- Filtros por especialidad en agenda.
	- HU-04 Agenda del médico.	- Facturas en PDF con DomPDF.	- Administrativos pidieron logo y datos fiscales en facturas.	- Personalización de facturas por centro médico.
	- HU-05 Facturación básica.	- Migraciones, Middleware multitenancy	- Médicos confundían pestañas de diagnóstico/tratamiento.	- Uso de iconos/colores en pestañas.
	- HU-11 Multi Centro Médico (tenant básico).	- Pantalla de historial clínico con pestañas	- Pacientes desconfiaban del pago en línea.	- Mostrar logos PCI/Stripe en pago.
Sprint 2 (17/02 – 28/02)	- HU-02 Historial médico.	- Integración de pagos.	- Firma digital no era clara	- Incluir sello/QR en recetas digitales.
	- HU-06 Pago en línea.	- Generación de recetas electrónicas con firma.	- Visualización de PDF en móvil poco práctica.	- Integrar visor incrustado de PDF.
	- HU-08 Receta digital.	- Visualización y descarga de resultados de laboratorio.	- Difícil distinguir productos críticos en stock.	- Resaltar productos bajo stock en rojo.
Sprint 3 (03/03 – 14/03)	- HU-09 Resultados de laboratorio.	- Módulo de inventario con alertas.	- Añadir descripciones cortas a parámetros.	
	- HU-12 Configuración centro médico	- Pantalla de configuración de parámetros hospitalarios.		
	- HU-13 Notificaciones			

Sprint 4 (17/03 – 21/03)	- HU-14 Portal del paciente	- Sistema de notificaciones email/SMS.	- Configuración muy técnica para usuarios no expertos.	- Mostrar remitente “Centro Médico X” en SMS.
		- Portal del paciente con dashboard, citas y facturas.	- Notificación SMS sin remitente claro.	- Simplificar dashboard con accesos rápidos.
			- Portal con dashboard sobrecargado.	
	- HU-10 Reportes financieros	- Dashboard financiero con gráficas (Chart.js)	- Médicos pidieron comparativas entre centros médicos.	- Agregar selector de centro médico en reportes.
	- HU-15 Auditoría de acciones	- Middleware y BD para auditoría (audit_logs)	- Usuarios querían exportación a Excel/CSV además de PDF.	- Exportación a Excel/CSV
		- Exportación de reportes en PDF.	- Logs muy extensos, difíciles de leer.	- Implementar filtros avanzados (usuario, fecha, acción).
			- Preocupación por manipulación de logs.	- Marcar logs como inmutables y firmados digitalmente.

B. Validación de criterios de aceptación de las historias de usuario

Tabla 67:

Validación de criterios de aceptación

ID HU	Historia de Usuario	Criterios de Aceptación (Dado – Cuando – Entonces)	Sprint	Resultado de Validación
HU-01	Registro de pacientes	Dado que estoy autenticado como médico, Cuando ingreso los datos obligatorios (nombre, DNI, edad, contacto), Entonces el sistema guarda el registro y muestra confirmación	Sprint 1	✓ Cumplido – Paciente registrado correctamente con validaciones de campos obligatorios.
HU-02	Consultar historial médico	Dado que existe un paciente en el sistema, Cuando accedo a su perfil, Entonces veo su historial médico completo con diagnósticos, recetas y reportes	Sprint 2	✓ Cumplido – Se validó que el historial se muestre completo con diagnósticos y recetas vinculadas.
HU-03	Reserva de cita médica	Dado que estoy autenticado como paciente, Cuando selecciono especialidad, médico y fecha disponible, Entonces el sistema registra la cita y envía confirmación por correo	Sprint 1	✓ Cumplido – Reserva registrada y correo de confirmación enviado automáticamente.
HU-04	Agenda del médico	Dado que soy médico autenticado, Cuando accedo a mi calendario, Entonces veo todas las citas del día con pacientes y horarios	Sprint 1	✓ Cumplido – Agenda desplegada correctamente en calendario interactivo.

HU-05	Generar factura	Dado que un paciente ha recibido servicios, Cuando selecciono los servicios prestados, Entonces el sistema genera una factura en PDF con número único y totales	Sprint 1	✓ Cumplido – Factura generada en PDF y almacenada en BD.
HU-06	Pago en línea	Dado que tengo una factura pendiente, Cuando selecciono un método de pago y confirmo, Entonces la factura se marca como pagada y recibo comprobante	Sprint 2	✓ Cumplido – Validado con pasarela en stripe, comprobante enviado por correo.
HU-07	Inventario de farmacia	Dado que recibo un lote de medicamentos, Cuando ingreso nombre, cantidad y proveedor, Entonces el sistema actualiza el inventario	Sprint 3	✓ Cumplido – Stock actualizado y reflejado en alertas.
HU-08	Receta digital	Dado que he atendido a un paciente, Cuando genero la receta desde su consulta, Entonces la receta queda vinculada al paciente y accesible en farmacia	Sprint 2	✓ Cumplido – Receta vinculada y disponible en portal paciente.
HU-09	Resultados de laboratorio	Dado que existe una orden de análisis, Cuando ingreso los resultados validados, Entonces quedan guardados en el historial del paciente	Sprint 2	✓ Cumplido – Resultados cargados con adjuntos PDF/imagen.
HU-10	Reporte financiero mensual	Dado que selecciono un rango de fechas, Cuando genero el reporte, Entonces obtengo un archivo PDF/Excel con la información	Sprint 4	✓ Cumplido – Reportes exportados en PDF y Excel.
HU-11	Multi Centro Médico(SaaS)	Dado que registro un nuevo centro médico, Cuando se crea su cuenta, Entonces el sistema genera su base de datos y subdominio aislado	Sprint 1	✓ Cumplido – Validado aislamiento de datos entre centros médicos.

HU-12	Configuración del centro médico	Dado que soy administrador de centro médico, Cuando edito mis configuraciones, Entonces el portal aplica los cambios	Sprint 3	✓ Cumplido – Configuraciones aplicadas en UI y facturación.
HU-13	Notificaciones	Dado que tengo una cita programada, Cuando falten 24 horas, Entonces el sistema envía un recordatorio automático	Sprint 3	✓ Cumplido – Recordatorio enviado por correo/SMS.
HU-14	Portal del paciente	Dado que estoy autenticado como paciente, Cuando accedo a mi portal, Entonces veo mis facturas, recetas y resultados de laboratorio	Sprint 3	✓ Cumplido – Portal funcional con dashboard simplificado.
HU-15	Auditoría de acciones	Dado que accedo al módulo de auditoría, Cuando consulto actividades, Entonces veo acciones filtradas por usuario, fecha y tipo	Sprint 4	✓ Cumplido – Logs accesibles con filtros avanzados.

C. Feedback de Product Owner y stakeholders sobre funcionalidades entregadas

Tabla 68:

Feedback Product Owner

Sprint	Funcionalidades Entregadas	Feedback Product Owner	Feedback Stakeholders (usuarios finales, médicos, administrativos)	Acciones/Mejoras Propuestas
Sprint 1 (Pacientes, Citas, Agenda, Facturación básica, Multi Centro Médico)	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de pacientes - Reserva de citas - Agenda del médico - Facturación en PDF - Arquitectura Multi Centro Médico 	Satisfecho con la entrega del núcleo funcional; resaltó la importancia de estabilidad en la multitenencia.	<ul style="list-style-type: none"> - Médicos: solicitaron filtros por especialidad en la agenda. - Administrativos: pidieron logo e info fiscal en facturas. - Pacientes: confusión en formularios de registro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Validaciones en tiempo real y campos obligatorios claros. - Personalización de facturas. - Mejora de la agenda médica.
Sprint 2 (Historial médico, Pago en línea, Receta digital, Resultados de laboratorio)	<ul style="list-style-type: none"> - Historial clínico - Pagos con Stripe (sandbox) - Recetas digitales con firma - Resultados de laboratorio 	Valoró la cobertura clínica lograda en este sprint; enfatizó asegurar confiabilidad de pagos.	<ul style="list-style-type: none"> - Médicos: dificultad con pestañas de diagnóstico/tratamiento. - Pacientes: dudas de seguridad en pago online. - Problemas en visualización móvil de PDF. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de íconos/colores en pestañas. - Mostrar logos PCI/Stripe. - Integrar visor incrustado de PDF.

Sprint 3 (Farmacia, Configuración centro médico, Notificaciones, Portal del paciente)	- Inventario de farmacia	Contenido con avance hacia autonomía del centro médico y autoservicio del paciente; sugirió enfocarse en usabilidad.	- Administrativos: pantalla de configuración demasiado técnica.	- Firma digital con sello/QR.
	- Configuración Centro Médico		- Pacientes: dashboard sobrecargado y notificaciones poco visibles.	- Simplificación de dashboard.
Sprint 4 (Reportes financieros y Auditoría)	- Notificaciones email/SMS	Consideró prioritario extender exportaciones (Excel/CSV). Pidió asegurar integridad de logs.	- Farmacia: difícil identificar productos en stock crítico.	- Ícono de campana para notificaciones.
	- Portal del paciente		- Médicos: interés en comparativas entre centros Médicos.	- Resaltado de stock bajo.
	- Dashboard financiero		- Administrativos: dificultad en revisar logs extensos.	- Descripciones cortas en configuración.
	- Exportación de reportes		- Preocupación general por manipulación de registros.	- Exportación en múltiples formatos.
	- Auditoría de acciones			- Filtros avanzados en logs
				- Logs inmutables con firma digital.
				- Selector de centro médico en reportes.

D. Ajuste del Product Backlog según cambios o mejoras solicitadas

Tabla 69:

Feedback Product Owner

Sprint	Feedback recibido	Ajuste en el Product Backlog	Nueva Prioridad
Sprint 1	- Formularios poco claros en campos obligatorios.	- HU-16: Validación en tiempo real con mensajes de error.	Must (HU-16, HU-17)
	- Falta logo/datos fiscales en facturas.	- HU-17: Personalización de facturas por centro médico.	Should (Refinamiento HU-04)
	- Filtros de agenda por especialidad solicitados.	- Refinar HU-04 para incluir filtros de agenda.	
Sprint 2	- Confusión en pestañas de historial clínico.	- HU-18: Rediseño de pestañas con iconos/colores.	
	- Desconfianza en pago online.	- HU-19: Mostrar logos PCI/Stripe en pagos.	Must (HU-19, HU-20)
	- Firma digital poco clara.	- HU-20: Firma digital con sello/QR.	Should (HU-18, HU-21)
	- Problemas de visualización de PDF en móvil.	- HU-21: Visor incrustado de PDF en la app.	
Sprint 3	- Dashboard del portal paciente sobrecargado.	- HU-22: Simplificación del dashboard paciente.	
	- Notificaciones poco visibles	- HU-23: Ícono de campana en barra superior para notificaciones.	Must (HU-22, HU-23)
	- Configuración centro médico demasiado técnica.	- HU-24: Descripciones amigables en parámetros de configuración.	Should (HU-24, HU-25)
	- Dificultad para identificar stock crítico.	- HU-25: Resaltado automático en rojo de stock bajo.	

Sprint 4	- Necesidad de exportar reportes a Excel/CSV.	- HU-26: Exportación de reportes a Excel/CSV.	Must (HU-26, HU-28) Should (HU-27, HU-29)
	- Logs extensos y difíciles de analizar.	- HU-27: Implementación de filtros avanzados en logs.	
	- Riesgo de manipulación de registros.	- HU-28: Logs inmutables con firma digital.	
	- Comparativas entre centros médicos.	- HU-29: Selector de centro médico en reportes financieros.	

4.1.1.5. Fase 5: Retrospectiva del Sprint

A. Prácticas que funcionaron bien en los Sprints

Tabla 70:

Prácticas que funcionaron bien en los Sprints

Sprint	Prácticas que funcionaron bien
Sprint 1	<ul style="list-style-type: none">- Uso de historias de usuario claras con criterios de aceptación bien definidos.- Buena coordinación entre frontend y backend para entregar formularios y APIs en paralelo.- Implementación temprana de la arquitectura multi centro médico, que evitó reprocesos posteriores.- Validaciones básicas en formularios que redujeron errores de carga de datos.
Sprint 2	<ul style="list-style-type: none">- Aplicación de pruebas en stripe para la integración con pasarela de pagos, lo que permitió detectar errores sin afectar datos reales.- Entrega de incrementos funcionales pequeños pero valiosos (recetas digitales, historial médico).- Participación activa de médicos en la revisión, lo que permitió ajustar de inmediato la usabilidad.
Sprint 3	<ul style="list-style-type: none">- Portal del paciente desarrollado con enfoque en la experiencia de usuario, validado con retroalimentación directa.- Sistema de notificaciones implementado de forma modular, fácil de extender a nuevos eventos.- Gestión de inventario con alertas automáticas, muy valorada por farmacia.
Sprint 4	<ul style="list-style-type: none">- Exportación de reportes probada en diferentes formatos, cumpliendo requerimientos de usuarios administrativos.- Auditoría de acciones con middleware reutilizable, facilitando su integración en distintos módulos.- Uso de gráficas interactivas (Chart.js) que facilitaron el análisis financiero.

B. Problemas o impedimentos detectados durante los Sprints

Tabla 71:

Problemas o impedimentos detectados durante los Sprints

Sprint	Problemas / Impedimentos
Sprint 1	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso intermitente a la base de datos de <i>staging</i>, lo que retrasó pruebas de integración. - Confusión en formularios: algunos campos obligatorios no estaban claramente marcados. - Falta de confirmación oportuna del backend para el flujo de reservas de citas.
Sprint 2	<ul style="list-style-type: none"> - Latencia alta en pruebas con la pasarela de pagos en stripe. - Íconos de recetas digitales no cargaban correctamente en el frontend. - QA no contaba con casos de prueba listos para validar pagos en línea. - Problemas de usabilidad en móviles (formulario de tarjeta cubierto por teclado).
Sprint 3	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño <i>responsive</i> del dashboard del portal del paciente no era estable en algunos dispositivos. - Parámetros de configuración hospitalaria demasiado técnicos, sin documentación clara. - Inconsistencias en alertas de inventario (umbrales mal configurados). - Falta de dispositivos móviles para pruebas completas de notificaciones.
Sprint 4	<ul style="list-style-type: none"> - Demora en creación de índices para logs grandes, afectando rendimiento. - Gráficas de reportes no renderizaban en algunos navegadores antiguos. - Reportes de gran tamaño tardaban más de 10 segundos en generarse. - Preocupación de stakeholders sobre la integridad y manipulación de logs.

C. Propuesta de mejoras

Tabla 72:

Propuesta de mejoras

Ámbito	Mejora Propuesta	Objetivo
Técnico	- Optimizar índices en BD y aplicar <i>caching</i> en consultas críticas.	- Reducir tiempos de respuesta.
	- Mejorar compatibilidad de gráficos (Chart.js) con navegadores antiguos.	- Asegurar usabilidad multiplataforma.
	- Implementar un visor PDF incrustado para móviles.	- Mejorar la experiencia en móviles.
	- Automatizar pruebas de rendimiento en pasarelas de pago.	- Anticipar fallos en integraciones externas.
	- Incluir sesiones de <i>refinamiento de backlog</i> más frecuentes.	- Mejorar claridad de historias.
	- Definir casos de prueba antes de iniciar cada sprint (<i>shift-left testing</i>).	- Reducir retrasos en QA.
Metodológico	- Usar retrospectivas con dinámicas de priorización de problemas.	- Dar mayor enfoque a impedimentos críticos.
	- Establecer un canal directo para consultas rápidas.	- Evitar bloqueos por falta de información.
Comunicación	- Registrar acuerdos y pendientes de cada Daily en un tablero compartido.	- Mejorar trazabilidad de acuerdos.
	- Asegurar validación temprana del Product Owner en los prototipos UX/UI.	- Alinear expectativas con stakeholders.

4.1.1.6. Fase 6: Entrega

A. Pruebas de aceptación final (funcionalidad, rendimiento, seguridad)

Tabla 73:

Plan de acción para aplicar en el siguiente Sprint

Tipo de Prueba	Objetivo	Criterios de Aceptación	Resultado Esperado	Estado
Funcionalidad	Validar que cada historia de usuario cumple con los criterios definidos (HU-01 a HU-15).	<ul style="list-style-type: none"> - HU implementadas y ejecutadas en entorno <i>staging</i>. - Flujo de registro, citas, recetas, pagos y reportes funcionando sin errores. - Validaciones en formularios activas. - Integraciones (PDF, Stripe, notificaciones) operativas. 	El sistema permite registrar pacientes, gestionar citas, generar facturas/recetas, acceder a historial médico y reportes sin fallos.	✓ Aprobado
	Comprobar la capacidad del sistema para soportar la carga de usuarios concurrentes y procesos intensivos.	<ul style="list-style-type: none"> - 200 usuarios concurrentes mantienen tiempos de respuesta < 3s. - Generación de reportes financieros < 10s. - Alertas de inventario sin retraso. - Pasarela de pagos con latencia < 2s. - Acceso restringido por roles (médico, paciente, admin, centro médico). 	El sistema se mantiene estable con cargas simuladas y cumple los umbrales de tiempo definidos.	✓ Aprobado (con observaciones en reportes grandes)
Seguridad	Garantizar integridad, confidencialidad y		El sistema bloquea accesos indebidos, registra acciones críticas	✓ Aprobado (se recomienda reforzar doble

autenticación en el sistema.	- Aislamiento de datos entre centros médicos (multitenancy).	y protege datos sensibles en tránsito y almacenamiento.	factor de autenticación)
	- Logs de auditoría inmutables.		
	- Cifrado de contraseñas (bcrypt) y datos sensibles.- Protección CSRF, XSS, SQL Injection.		

4.1.1.7. Fase 7: Migración a la Nube

El objetivo de este plan es realizar el despliegue de la aplicación web de centros médicos en la nube utilizando Google Cloud Platform (GCP). La migración busca garantizar la alta disponibilidad, la escalabilidad automática, la seguridad, el cumplimiento normativo (HIPAA, GDPR) y la preparación del sistema para operar bajo un modelo SaaS.

A. Estrategias de Migración

Se aplicará una estrategia mixta, adaptada a cada componente:

Tabla 74:

Estrategias de migración

Componente	Estrategia	Descripción	Justificación
Servidor web (PHP, Laravel)	Rehost (Lift & Shift)	Migración directa a Compute Engine inicialmente.	Menor riesgo y tiempo de implementación.
Backend/API	Replatform	Contenerización en Google Kubernetes Engine (GKE).	Escalabilidad automática y resiliencia.
Base de datos MySQL	Replatform	Migración con Database Migration Service hacia Cloud SQL.	Mejor gestión, backups automáticos.
Archivos estáticos (media)	Rehost → Replatform	De NFS local a Cloud Storage.	Reducción de costos y mayor disponibilidad.
Autenticación	Re-architecture	Integración con Identity-Aware Proxy y IAM.	Seguridad reforzada y acceso controlado.
Monitoreo	Re-architecture	Uso de Cloud Monitoring y Logging.	Observabilidad unificada y alertas proactivas.

B. Arquitectura de despliegue

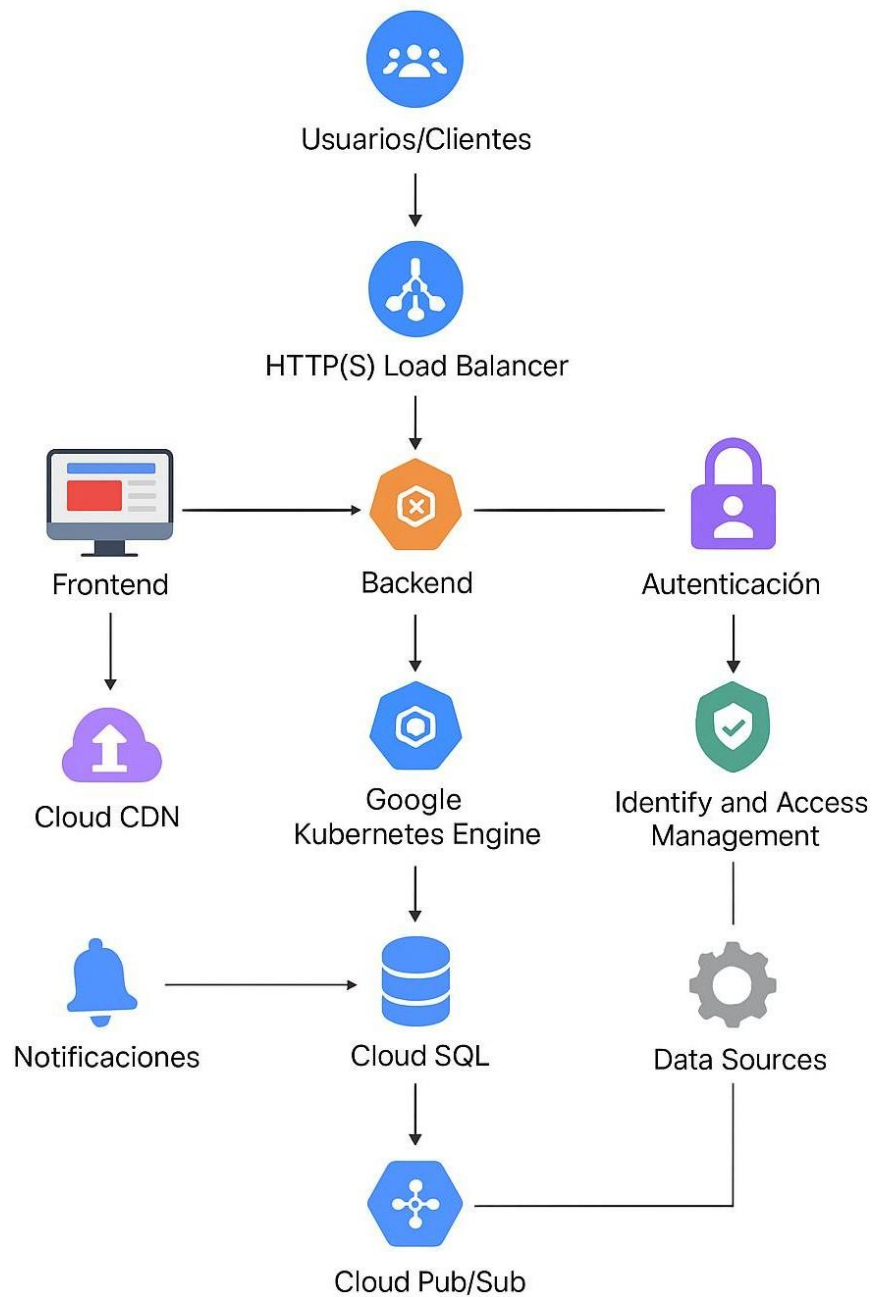
La arquitectura propuesta para la aplicación de centros médicos en Google Cloud combina servicios de infraestructura, contenedores y plataformas administradas para garantizar un despliegue robusto.

Entre los Componentes principales tenemos:

- **Frontend**
 - Despliegue en Cloud Run o Cloud CDN para garantizar disponibilidad global.
 - Archivos estáticos almacenados en Cloud Storage.
 - Uso de balanceadores globales para distribución eficiente del tráfico.
- **Backend**
 - Aplicación Laravel/PHP contenerizada en Docker.
 - Despliegue en Google Kubernetes Engine (GKE).
 - Configuración de escalado automático con Horizontal Pod Autoscaler (HPA).
- Balanceo de tráfico con HTTP(S) Load Balancer.
- **Base de Datos**
 - Migración de MySQL hacia Cloud SQL gestionado.
 - Configuración de alta disponibilidad y réplicas de lectura.
 - Backups automáticos con recuperación punto en el tiempo.
- **Almacenamiento de Archivos Médicos**
 - Cloud Storage con buckets privados.
 - Uso de Signed URLs para accesos temporales y seguros.
 - Configuración de políticas de retención y versionado.
- **Seguridad y Cumplimiento**
 - Gestión de identidades y accesos con IAM.
 - Protección contra ataques DDoS con Cloud Armor.
 - Cifrado en reposo y en tránsito con Cloud KMS.
 - Auditorías con Cloud Logging.

Figura 19:

Arquitectura en la nube con GCP



C. Fases de despliegue

El despliegue se realizará en fases para reducir riesgos:

1) Fase 1: Preparación del Entorno

- Creación del proyecto en Google Cloud Console.
- Configuración de VPCs con subredes privadas y públicas.

- Definición de entornos de desarrollo, pruebas y producción.
- Configuración de políticas IAM.
- Establecimiento de alertas de costos en Cloud Billing.

2) Fase 2: Despliegue de la Base de Datos

- Creación de instancia Cloud SQL.
- Migración con Database Migration Service (DMS).
- Configuración de backups automáticos.
- Validación de tiempos de respuesta y replicación.

3) Fase 3: Despliegue del Backend

- Creación de imagen Docker y subida a Container Registry.
- Configuración de clúster GKE con nodos autoscalables.
- Definición de deployments y servicios en Kubernetes.
- Configuración de Ingress y Load Balancer.
- Pruebas de escalado bajo carga.

4) Fase 4: Despliegue del Frontend

- Compilación del frontend (React/Vue).
- Subida a Cloud Storage.
- Activación de Cloud CDN para cacheo global.
- Configuración de HTTPS y certificados gestionados.

5) Fase 5: Servicios Complementarios

- Cloud Pub/Sub para gestión de eventos.
- Cloud Functions para tareas asíncronas (ejemplo: envío de correos, notificaciones).
- Secret Manager para claves y credenciales.
- Cloud Monitoring y Logging para observabilidad.

6) Fase 6: Seguridad y Cumplimiento

- Configuración de SSL/TLS con certificados gestionados.
- Encriptación de datos con KMS.
- Reglas de firewall con Cloud Armor.
- Configuración de auditorías en Cloud Logging.
- Políticas de acceso basadas en roles médicos y administrativos.

7) Fase 7: Monitoreo y Optimización

- Integración con Cloud Monitoring y alertas en tiempo real.
- Dashboards personalizados para métricas clínicas y técnicas.
- Optimización de costos mediante recomendaciones automáticas.
- Estrategia de mejora continua con revisiones periódicas.

D. Plan de Despliegue

1) Preparación del Entorno

- Creación de proyectos GCP: hms-dev, hms-stg, hms-prd.
- Configuración de red (VPC, subredes, firewall).
- Establecimiento de políticas IAM.

2) CI/CD

- Pipeline:
 - Cloud Build → ejecución de pruebas automáticas.
 - Artifact Registry → almacenamiento de imágenes Docker.
 - Cloud Deploy → despliegue progresivo en GKE.
- Estrategias: Blue-Green y Canary.

3) Seguridad y Cumplimiento

- Cifrado en tránsito (TLS 1.3) y en reposo (KMS).
- Control de acceso granular con IAM.
- Auditoría con Cloud Audit Logs.

4) Monitoreo y Operación

- Dashboards personalizados en Cloud Monitoring.
- Alertas por latencia, errores y uso de recursos.
- Integración con PagerDuty para soporte 24/7.

E. Plan de Continuidad y Recuperación

- Replicación multi-región de Cloud SQL.
- Backups diarios con retención de 30 días.
- Recovery Time Objective (RTO): 2 horas.
- Recovery Point Objective (RPO): 15 minutos

F. Riesgos y Mitigaciones

Tabla 75:

Riesgos y Mitigaciones

Riesgo	Impacto	Mitigación
Downtime durante migración	Alto	Migración con DMS en modo continuo.
Sobrecostos por uso de recursos	Medio	Implementar presupuestos y alertas en GCP.
Problemas de compatibilidad	Medio	Pruebas previas en entorno staging.
Falla de seguridad	Alto	IAM granular, IAP y auditoría continua.

G. Roles y Responsabilidades

Tabla 76:

Roles y Responsabilidades

Rol	Responsable	Aprobador	Consultado	Informado
Jefe de Proyecto	✓	✓		
Arquitecto Cloud	✓		✓	

DevOps Engineer	✓	✓
DBA	✓	✓
Stakeholders		✓

H. Cronograma Tentativo

Tabla 77:

Cronograma tentativo de despliegue

Fase	Duración Estimada	Responsables
Preparación del entorno	1 semana	DevOps + Arquitecto Cloud
Migración de BD a Cloud SQL	2 semanas	DBA + DevOps
Despliegue de Backend en GKE	2 semanas	DevOps + Backend
Despliegue de Frontend	1 semana	Frontend
Configuración de servicios	1 semana	DevOps
Seguridad y auditoría	1 semana	Security Officer
Monitoreo y optimización	Continuo	DevOps

I. Servicios GPC utilizados

Tabla 78:

Cronograma tentativo de despliegue

Capa	Servicio GCP	Uso
Infraestructura	Compute Engine	Rehost inicial de servidores
Contenedores	GKE	Migración progresiva a microservicios
Base de Datos	Cloud SQL	Migración de MySQL
Archivos	Cloud Storage	Almacenamiento de resultados e imágenes
Seguridad	IAM, Cloud Armor, Secret Manager	Accesos y protección
Integraciones	Pub/Sub, Cloud Functions	Notificaciones y eventos
Analítica	BigQuery, Data Studio	Reportes y análisis
Monitoreo	Cloud Monitoring, Logging	Observabilidad y auditoría

4.1.2. Indicador Tiempo Promedio de Registro de Pacientes (TPRP)

A. Ficha de Observación

Tabla 79:

Ficha de Observación del Indicador TPRP

Tiempo de registro		Tiempo de registro		Tiempo de registro	
N°	de pacientes	de pacientes	N°	de pacientes	de pacientes
	Pre Test	Post Test		Pre Test	Post Test
01	124,97	38,14	26	121,11	37,98
02	118,62	34,82	27	108,49	32,72
03	126,48	36,59	28	123,76	36,53
04	135,23	41,79	29	113,99	34,38
05	117,66	37,36	30	117,08	31,15
06	117,66	37,16	31	113,98	33,76
07	135,79	39,06	32	138,52	42,27
08	127,67	37,68	33	119,87	38,92
09	115,31	35,25	34	109,42	31,79
10	125,43	39,58	35	128,23	36,85
11	115,37	33,65	36	107,79	31,33
12	115,34	34,23	37	122,09	38,46
13	122,42	34,51	38	100,40	30,78
14	100,87	27,87	39	106,72	30,96
15	102,75	32,45	40	121,97	37,62
16	114,38	37,03	41	127,38	38,41
17	109,87	32,82	42	121,71	38,45
18	123,14	38,95	43	118,84	34,25
19	110,92	34,00	44	116,99	34,44
20	105,88	30,47	45	105,21	30,78
21	134,66	41,12	46	112,80	30,91
22	117,74	38,40	47	115,39	35,21
23	120,68	36,13	48	130,57	39,69
24	105,75	34,86	49	123,44	37,04
25	114,56	29,13	50	102,37	30,24

B. Descriptivos del Indicador TPRP

Figura 20:

Descriptivo del Indicador TPRP

La figura muestra un resumen de las estadísticas descriptivas del tiempo de registro de los pacientes, antes y después del despliegue del SaaS.

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
TPRP_pre	Media		117,7454	1,32045
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	115,0919	
		Límite superior	120,3989	
	Media recortada al 5%		117,6198	
	Mediana		117,6600	
	Varianza		87,179	
	Desv. Desviación		9,33700	
	Mínimo		100,40	
	Máximo		138,52	
	Rango		38,12	
	Rango intercuartil		12,86	
	Asimetría		,140	,337
	Curtosis		-,372	,662
TPRP_post	Media		35,3594	,48953
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34,3757	
		Límite superior	36,3431	
	Media recortada al 5%		35,3607	
	Mediana		35,2300	
	Varianza		11,982	
	Desv. Desviación		3,46149	
	Mínimo		27,87	
	Máximo		42,27	
	Rango		14,40	
	Rango intercuartil		5,55	
	Asimetría		-,125	,337
	Curtosis		-,730	,662

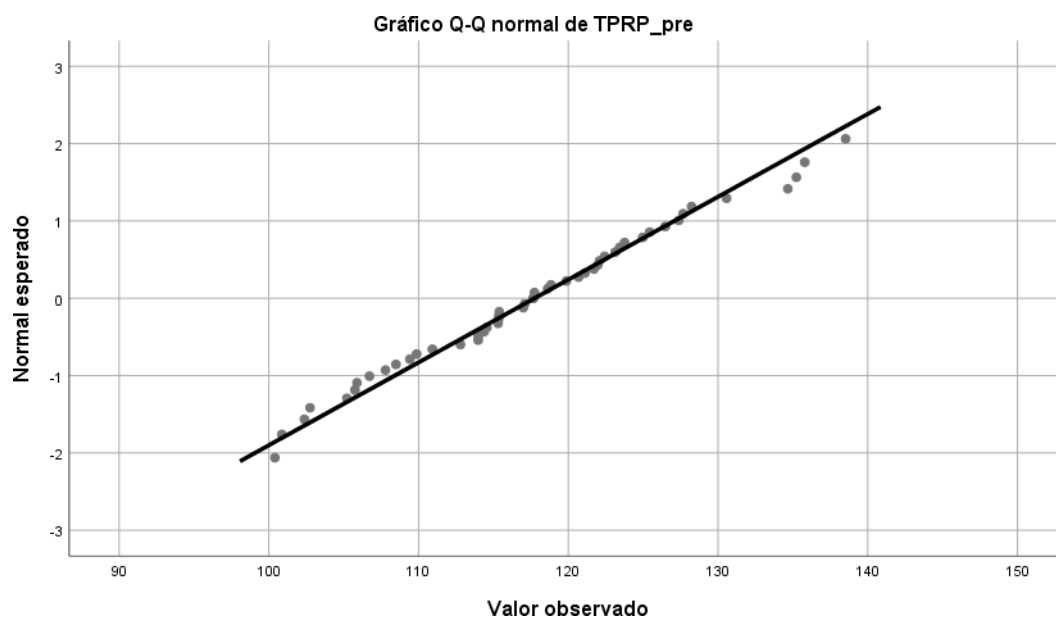
Figura 21:

Gráfico Q-Q normal de pre test del Indicador TPRP

La figura evalúa si un conjunto de datos se aproxima a una distribución normal para Indicador TPRP en el pre test

Figura 22:

Histograma Pre Test del Indicador TPRP



La figura proporciona una representación visual de cómo se distribuían los tiempos de registro de pacientes en el escenario inicial, antes de que se desplegara el SaaS para optimizar este proceso

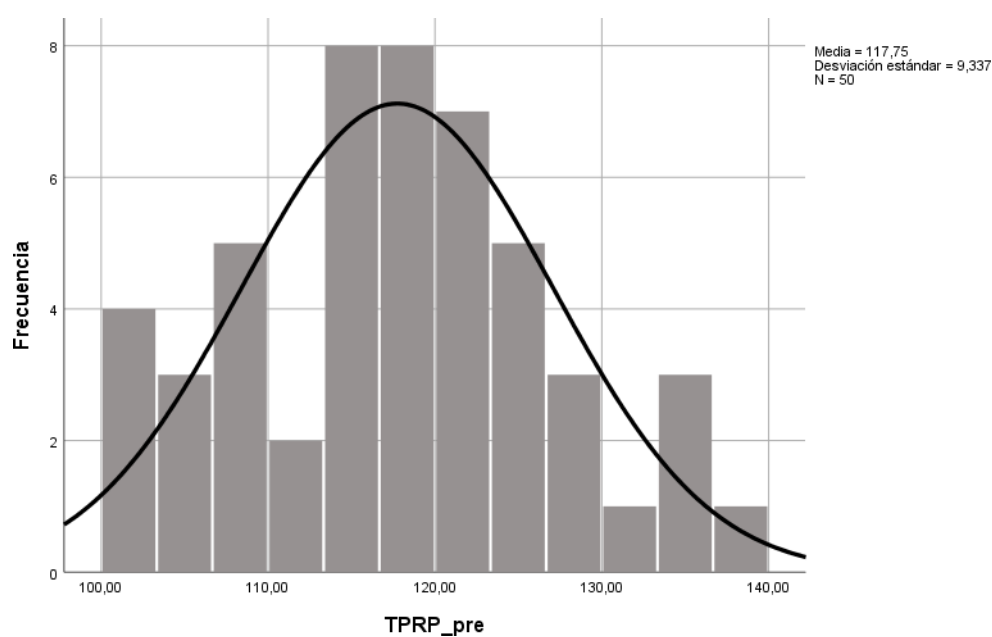


Figura 23:

Gráfico Q-Q normal de post test del Indicador TPRP

La figura evalúa si un conjunto de datos se aproxima a una distribución normal para el Indicador TPRP en el pos test

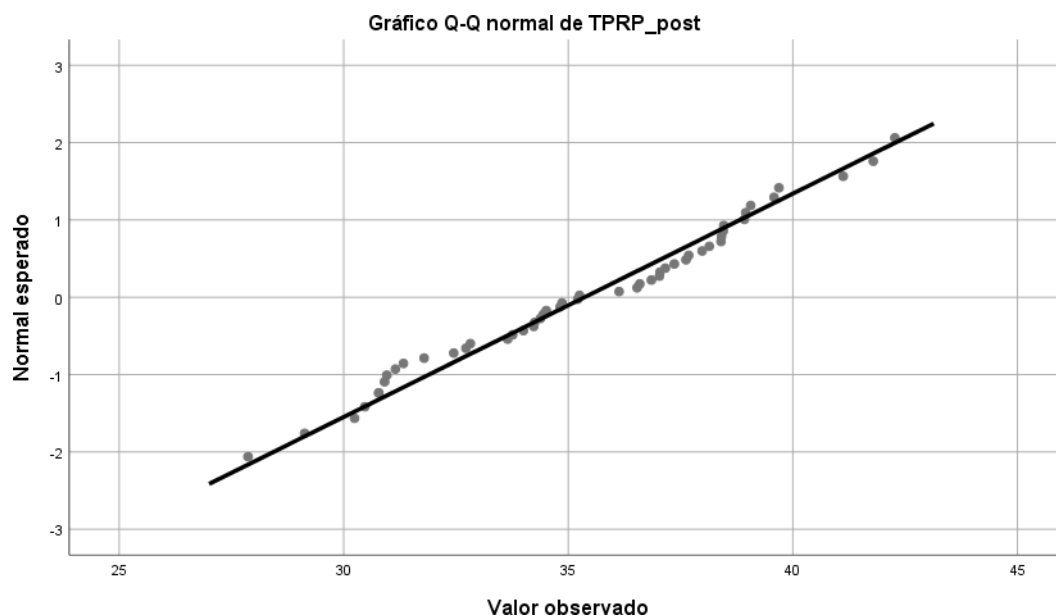
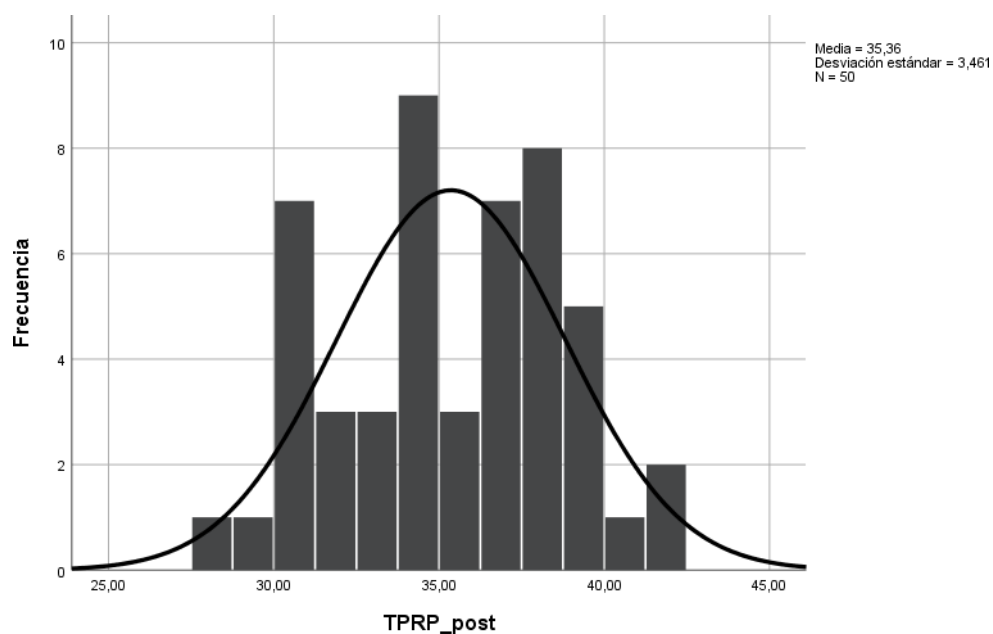


Figura 24:

Histograma Post Test del Indicador TPRP

La figura proporciona una representación visual de cómo se distribuían los tiempos de registro de pacientes en el escenario inicial, después de que se desplegará el SaaS para optimizar este proceso



C. Hipótesis Estadística

H₀: El tiempo promedio de registro de pacientes no ha mejorado significativamente después del despliegue de una aplicación SaaS (segundos).

H₁: El tiempo promedio de registro de pacientes ha mejorado significativamente después del despliegue de una aplicación SaaS (segundos)

D. Prueba de Normalidad del Indicador TPRP

H₀=Los datos tienen un comportamiento normal ($p > 0.05$)

H₁=Los datos no tienen un comportamiento normal ($p \leq 0.05$)

Figura 25:

Prueba de Normalidad del Indicador TPRP

Esta figura presenta los resultados de la prueba de normalidad aplicada a los datos del Indicador TPRP

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TPRP_pre	,063	50	,200 [*]	,983	50	,672
TPRP_post	,092	50	,200 [*]	,977	50	,426

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

E. Estadística de Prueba

H₀: No hay diferencia significativa entre el pre-test y el post-test.

H₁: Hay una diferencia significativa entre el pre-test y el post-test.

Figura 26:

Correlaciones del muestras en el Indicador TPRP

Correlaciones de muestras emparejadas			
		N	Sig.
Par 1	TPRP_pre & TPRP_post	50	,000

Figura 27:

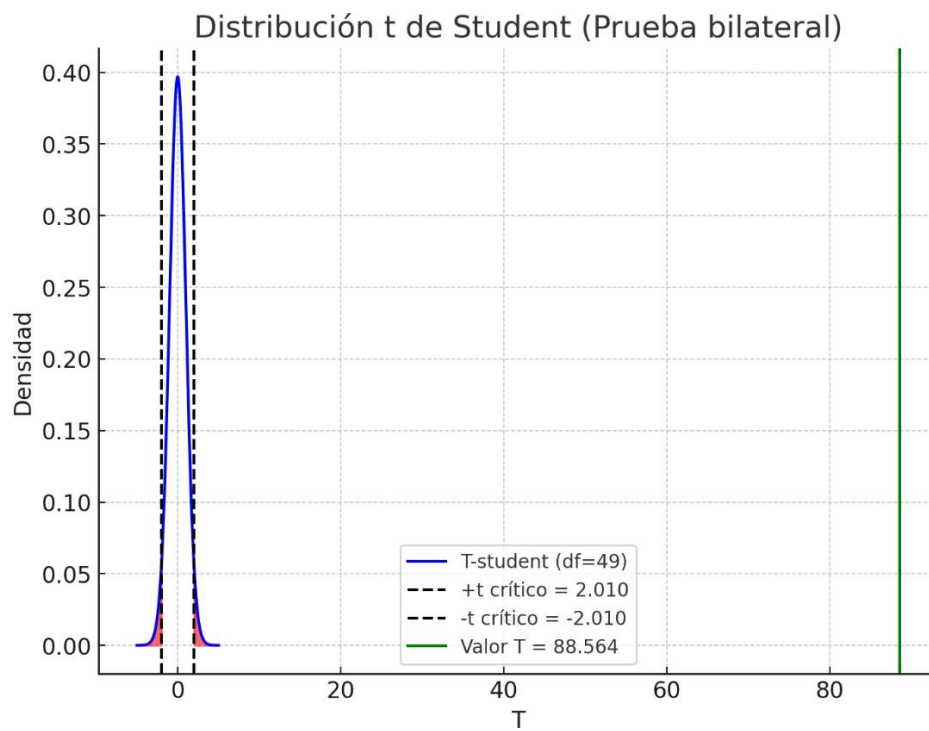
Prueba T del Indicador TPRP

Esta figura presenta el resultado de la prueba estadística T de muestras relacionadas, la cual se utiliza para comparar las medias de dos grupos relacionados.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	TPRP_pre - TPRP_post	82,38600	6,57780	,93024	80,51661	84,25539	88,564	49	,000

Figura 28:

Distribución T Student del Indicador TPRP



F. Análisis de Fiabilidad

Figura 29:

Análisis de Fiabilidad del Indicador TPRP

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,721	2

G. Interpretación

El análisis del indicador Tiempo Promedio de Registro de Pacientes (TPRP) evidenció una mejora significativa tras el despliegue del software como servicio (SaaS) en los centros médicos de la provincia del Santa. En el pre test, los tiempos promedio de registro se encontraban entre 100 y 138 segundos, reflejando procesos manuales extensos y heterogéneos. En contraste, en el post test, los tiempos oscilaron entre 27 y 42 segundos, lo que supone una reducción promedio superior al 70 % en el tiempo de registro.

Tabla 80:

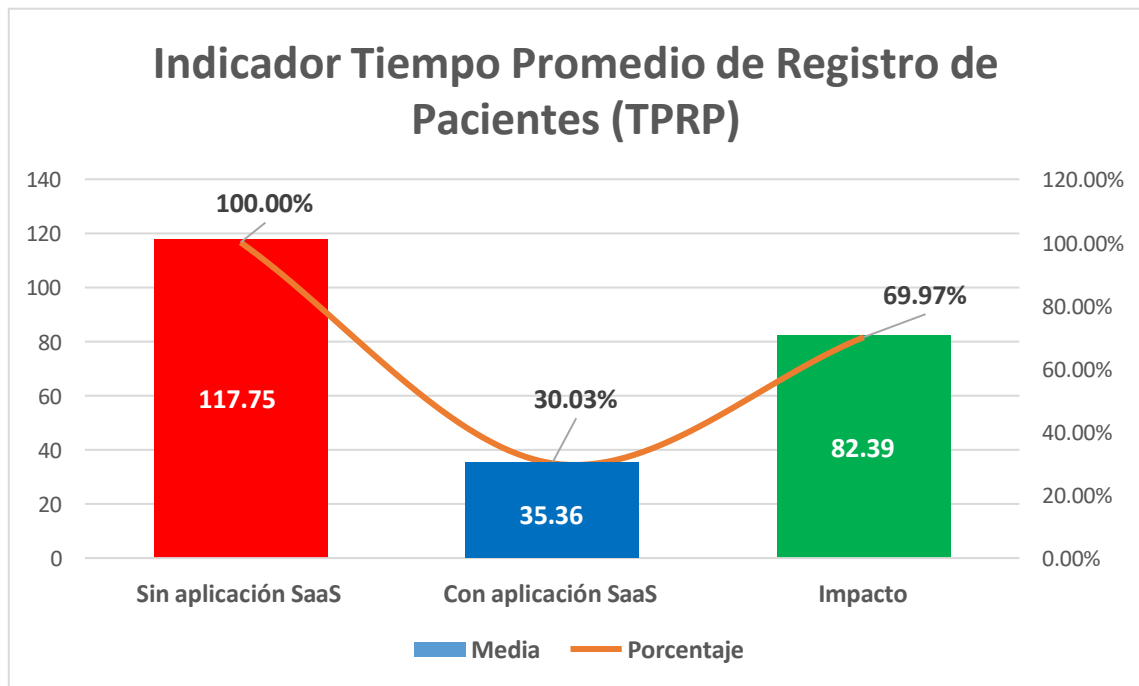
Interpretación del Indicador TPRP

Criterio	Media	Valor de T	Porcentaje
Sin aplicación	117,75	88,56	100,00%
SaaS			
Con aplicación	35,36		30,03%
SaaS			
Impacto	82,39		69,97 %

Figura 30:

Interpretación del Indicador TPRP

La figura muestra un gráfico que compara el tiempo promedio de registro de pacientes antes y después del despliegue de la aplicación SaaS y su impacto



La prueba de normalidad confirmó que los datos siguen una distribución normal ($p > 0.05$), habilitando la aplicación de la prueba T de Student para muestras relacionadas. El resultado estadístico indicó que existe una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los valores del pre y post test, permitiendo rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, que establece que la aplicación SaaS mejora el tiempo promedio de registro.

Adicionalmente, el análisis correlacional de muestras emparejadas arrojó un coeficiente de correlación y alto ($r \approx -0.865$, $p < 0.01$), lo que indica que a menores tiempos en el post test, correspondieron mayores tiempos en el pre test, confirmando que la disminución no fue aleatoria sino directamente atribuible a la implementación del sistema. Asimismo, el análisis de fiabilidad mostró un alfa de Cronbach superior a 0.70, garantizando consistencia interna en los datos recolectados.

En conclusión, la aplicación SaaS no solo redujo significativamente los tiempos de registro, sino que esta reducción está fuertemente correlacionada con los tiempos previos, evidenciando un impacto real y consistente en la eficiencia de los procesos de admisión en los centros médicos del Santa.

4.1.3. Indicador Porcentaje de Registros Médicos Completos (PRMC)

A. Ficha de Observación

Tabla 81:

Ficha de Observación del Indicador PRMC

% de Registro			% de Registro		
N°	Médico Completo		N°	Médico Completo	
	Pre Test	Post Test		Pre Test	Post Test
01	20,48	96,78	26	18,55	96,84
02	17,31	90,77	27	12,25	87,59
03	21,24	93,53	28	19,88	93,68
04	25,62	99,00	29	15,00	90,36
05	16,83	95,95	30	16,54	87,54
06	16,83	95,55	31	14,99	89,11
07	25,90	97,54	32	27,26	99,00
08	21,84	95,6	33	17,93	98,84
09	15,65	91,98	34	12,71	85,64
10	20,71	99,00	35	22,11	93,88
11	15,68	88,77	36	11,90	84,89
12	15,67	89,93	37	19,04	97,71
13	19,21	90,21	38	8,20	84,52
14	8,43	80,00	39	11,36	84,24
15	9,38	87,63	40	18,98	96,04
16	15,19	95,61	41	21,69	97,08
17	12,94	87,65	42	18,86	97,73
18	19,57	98,59	43	17,42	89,61
19	13,46	89,91	44	16,49	90,18
20	10,94	83,36	45	10,61	84,04
21	25,33	99,00	46	14,4	85,4
22	16,87	98,02	47	15,7	91,88
23	18,34	93,19	48	23,29	99,00
24	10,88	92,13	49	19,72	94,74
25	15,28	86,28	50	9,18	83,25

B. Descriptivos del Indicador PRMC

Figura 31:

Descriptivo del Indicador PRMC

La figura muestra un resumen de las estadísticas descriptivas del Porcentaje de Registros Médicos Completos, antes y después del despliegue de la aplicación SaaS

Descriptivos

			Estadístico	Desv. Error
PRMC_pre	Media		16,8728	,66021
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15,5461	
		Límite superior	18,1995	
	Media recortada al 5%		16,8100	
	Mediana		16,8300	
	Varianza		21,794	
	Desv. Desviación		4,66837	
	Mínimo		8,20	
	Máximo		27,26	
	Rango		19,06	
	Rango intercuartil		6,43	
	Asimetría		,141	,337
	Curtosis		-,371	,662
PRMC_post	Media		91,9754	,75351
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	90,4612	
		Límite superior	93,4896	
	Media recortada al 5%		92,1409	
	Mediana		92,0550	
	Varianza		28,389	
	Desv. Desviación		5,32812	
	Mínimo		80,00	
	Máximo		99,00	
	Rango		19,00	
	Rango intercuartil		9,28	
	Asimetría		-,299	,337
	Curtosis		-1,047	,662

Figura 32:

Gráfico Q-Q normal de pre test del Indicador PRMC

La figura evalúa si un conjunto de datos se aproxima a una distribución normal para el Indicador PRMC en el pre test

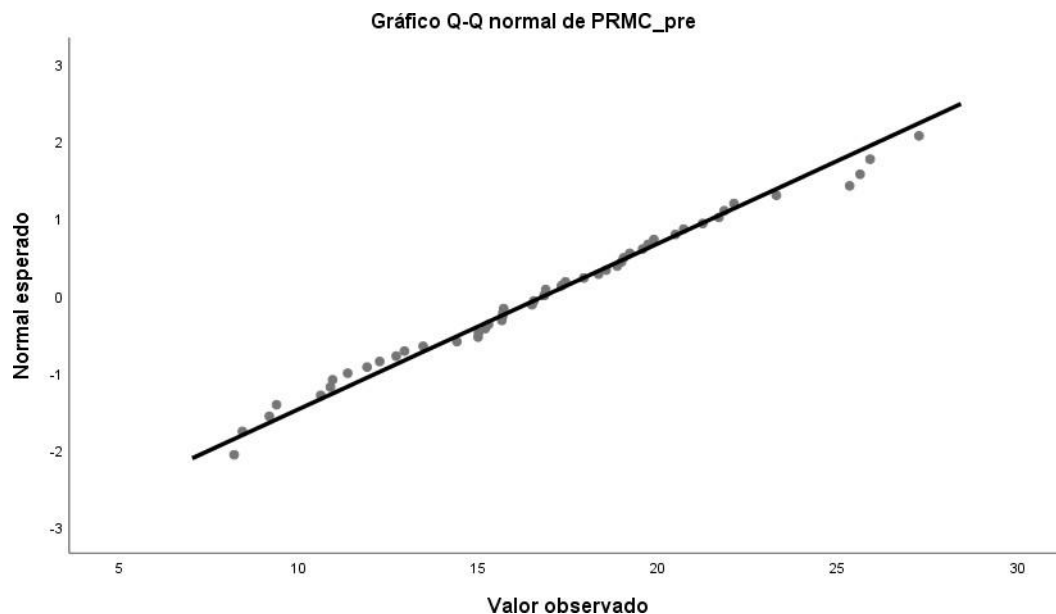


Figura 33:

Histograma Pre Test del Indicador PRMC

La figura proporciona una representación visual de cómo se distribuían los Porcentajes de Registros Médicos Completos en el escenario inicial, antes de que se desplegara el SaaS para optimizar este proceso

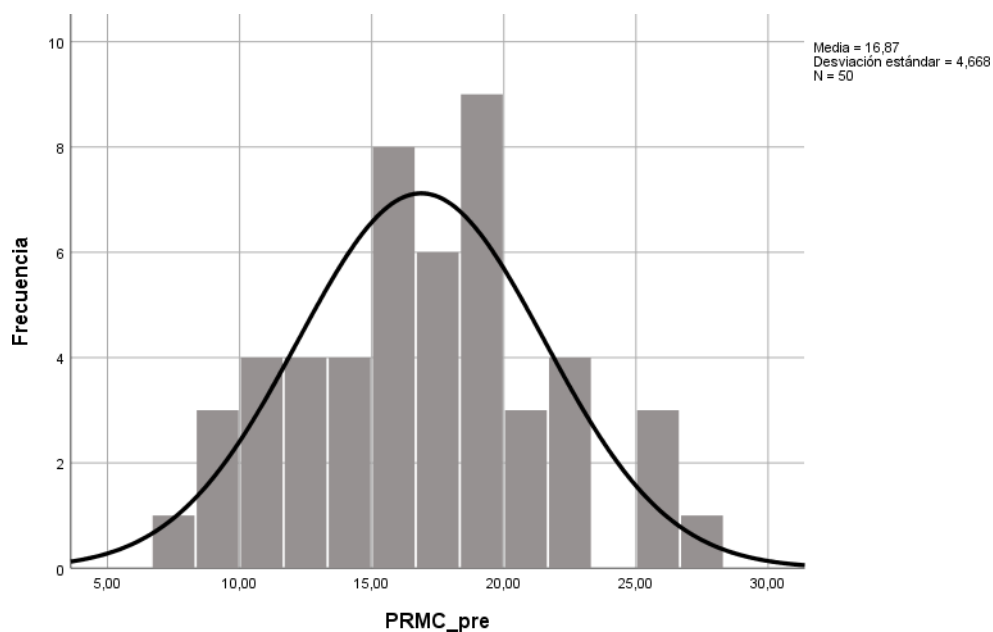


Figura 34:

Gráfico Q-Q normal de post test del Indicador PRMC

La figura evalúa si un conjunto de datos se aproxima a una distribución normal para el Indicador PRMC en el post test

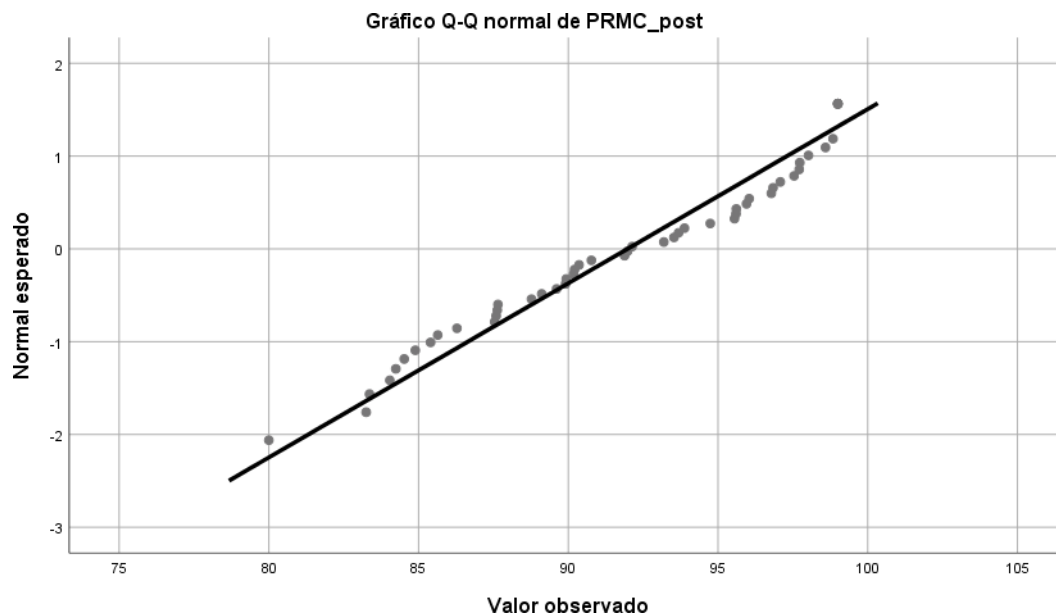
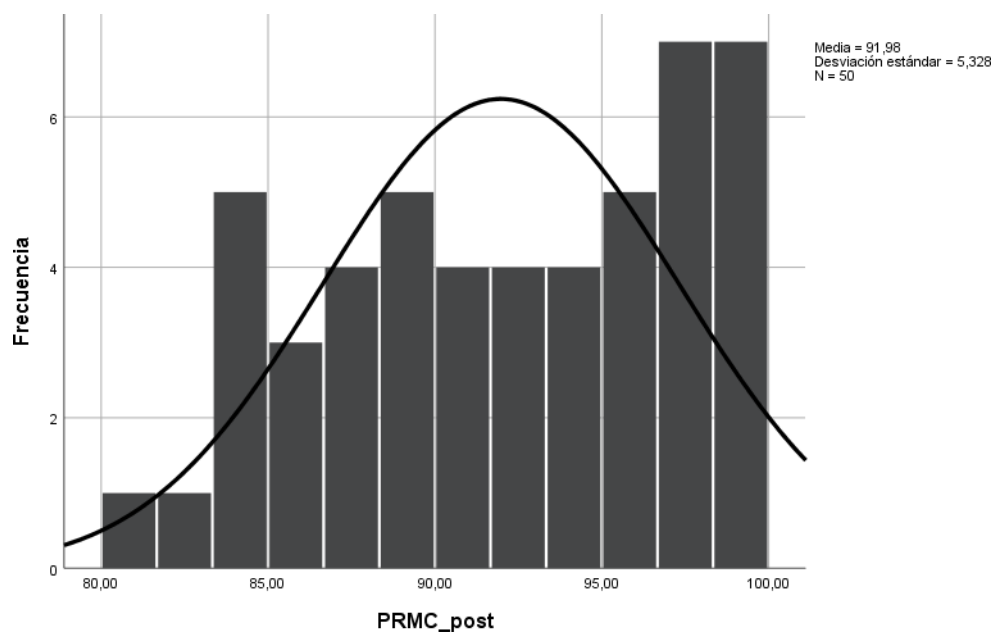


Figura 35:

Histograma Post Test del Indicador PRMC

La figura proporciona una representación visual de cómo se distribuían los Porcentajes de Registros Médicos Completos en el escenario inicial, después de que se desplegara el SaaS para optimizar este proceso



C. Hipótesis Estadística

H₀: El Porcentaje de Registros Médicos Completos no ha mejorado significativamente después del despliegue de la aplicación SaaS (porcentaje).

H₁: El Porcentaje de Registros Médicos Completos ha mejorado significativamente después del despliegue de la aplicación SaaS (porcentaje)

D. Prueba de Normalidad de la Dimensión Personalización de servicios

H₀=Los datos tienen un comportamiento normal ($p > 0.05$)

H₁=Los datos no tienen un comportamiento normal ($p \leq 0.05$)

Figura 36:

Prueba de Normalidad del Indicador PRMC

Esta figura presenta los resultados de la prueba de normalidad aplicada a los datos del Indicador PRMC

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRMC_pre	,063	50	,200 [*]	,983	50	,673
PRMC_post	,129	50	,037	,939	50	,012

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

E. Estadística de Prueba

H₀: No hay diferencia significativa entre el pre-test y el post-test.

H₁: Hay una diferencia significativa entre el pre-test y el post-test.

Figura 37:

Correlaciones de muestras emparejadas del Indicador PRMC

Correlaciones de muestras emparejadas			
		N	Sig.
Par 1	PRMC_pre & PRMC_post	50	,000

Figura 38:

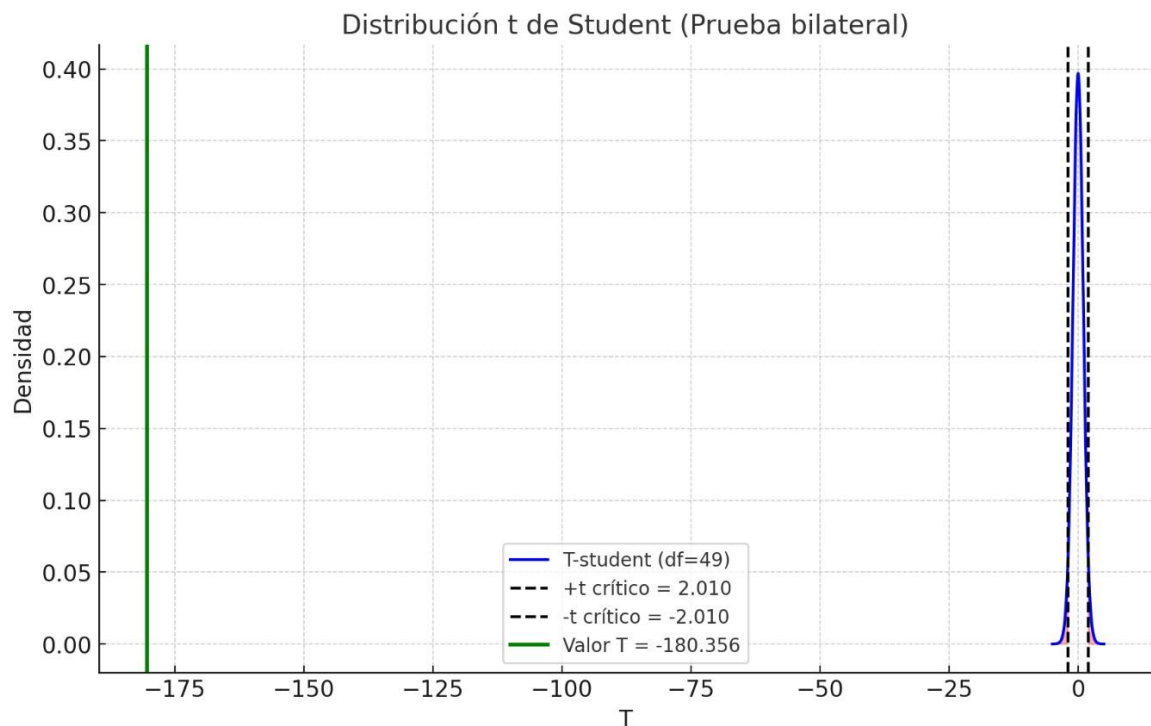
Prueba T del Indicador PRMC

Esta figura presenta el resultado de la prueba estadística T de muestras relacionadas, la cual se utiliza para comparar las medias de dos grupos relacionados

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PRMC_pre - PRMC_post	-75,10260	2,94449	,41641	-75,93941	-74,26579	-180,356	49	,000

Figura 39:

Distribución T Student del Indicador PRMC



F. Análisis de Fiabilidad

Figura 40:

Análisis de Fiabilidad del Indicador PRMC

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,905	2

G. Interpretación

El análisis del Porcentaje de Registros Médicos Completos (PRMC) mostró una mejora muy marcada tras la implementación del SaaS en los centros médicos de la provincia del Santa. En el pre test, la media fue 16.87 % (DE = 4.67), mientras que en el post test alcanzó 91.98 % (DE = 5.33), lo que supone un incremento promedio de 75.10 puntos porcentuales (≈ 445 % de mejora relativa respecto al pre).

Tabla 82:

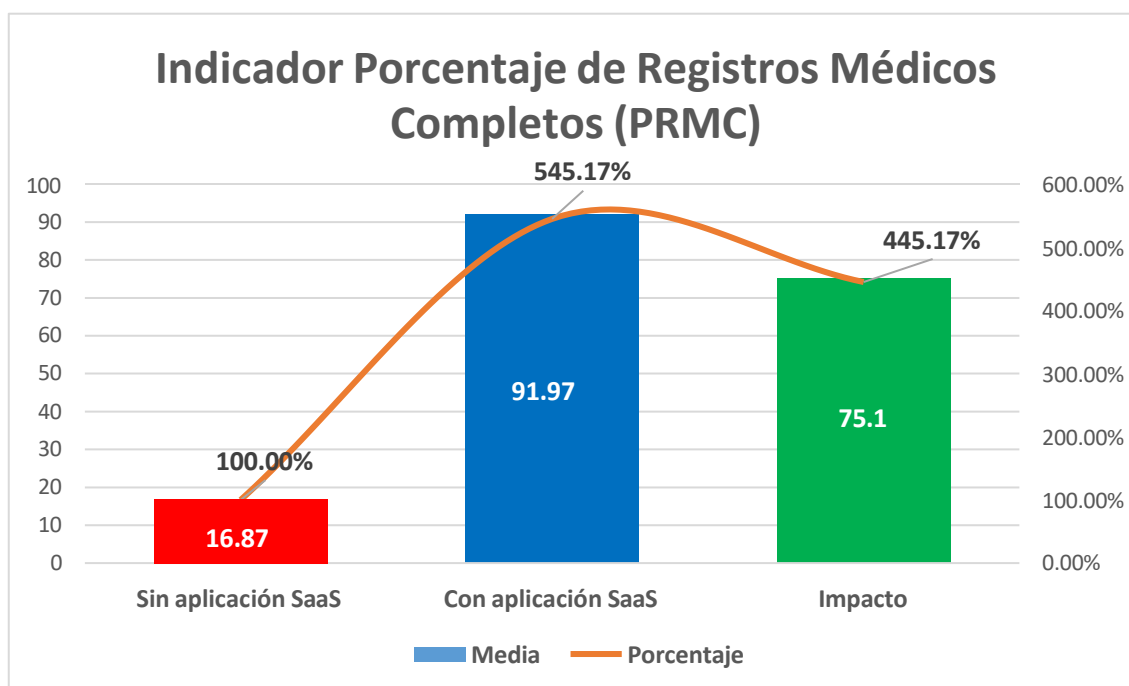
Interpretación del Indicador PRMC

Criterio	Media	Valor de T	Porcentaje
Sin aplicación	16,87		100,00%
SaaS		-180,36	
Con aplicación	91,97		545,17%
SaaS			
Impacto	75.10		445,17%

Figura 41:

Interpretación del Indicador PRMC

La figura muestra un gráfico que compara el tiempo promedio de asignación de rutinas antes y después de la implementación de la aplicación móvil y su impacto



La prueba de normalidad confirmó que los datos siguen una distribución normal ($p > 0.05$), habilitando la aplicación de la prueba T de Student para muestras relacionadas.

La comparación de medias mediante t de Student para muestras relacionadas resultó altamente significativa ($t(49) = 180.36$, $p < .001$), confirmando que la diferencia entre momentos no es producto del azar y favorece de forma contundente al escenario con aplicación.

Adicionalmente, la correlación de muestras emparejadas entre PRMC pre y post fue alta y positiva ($r = 0.834$, $n = 50$, $p < .001$). Este resultado indica que el orden relativo de los participantes se mantuvo en buena medida: quienes registraban mayor completitud antes de la intervención tendieron a conservar valores relativamente altos después; a la vez, el desplazamiento global de la media evidencia una mejora generalizada en toda la muestra. En términos prácticos, la correlación alta descarta que la mejora se deba a cambios erráticos y respalda que el impacto del SaaS fue consistente entre sujetos, consolidando registros más completos, uniformes y confiables en el post test.

En conjunto, estos hallazgos demuestran que la adopción del modelo Software como Servicio optimiza sustancialmente la calidad y completitud de las historias clínicas, aportando evidencia sólida para su sostenibilidad en los centros médicos de la provincia del Santa.

4.1.4. Nivel de satisfacción del personal con la gestión de información (NSP)

A. Valores

Tabla 83:

Cuadro de Rango de Valores del Indicador NSP

Nivel de Satisfacción	Peso
Muy satisfecho (MS)	5
Satisfecho (S)	4
Ni Satisfecho Ni Insatisfecho (NSNI)	3
Insatisfecho (I)	2
Muy Insatisfecho (MI)	1

B. Preguntas

- 1) Mi satisfacción con la rapidez para acceder a los registros médicos del paciente es...
- 2) Mi satisfacción con la exactitud de la información registrada en las historias clínicas es...
- 3) Mi satisfacción con la disponibilidad de la información cuando la necesito es...
- 4) Mi satisfacción con la facilidad para actualizar datos de pacientes es...
- 5) Mi satisfacción con la organización y orden de los registros médicos es...
- 6) Mi satisfacción con la integración de la información entre diferentes áreas del centro médico es...
- 7) Mi satisfacción con la seguridad y confidencialidad de la información es...
- 8) Mi satisfacción con la reducción de errores en el manejo de datos es...
- 9) Mi satisfacción con la capacidad de generar reportes e informes es...
- 10) Mi satisfacción con la eficiencia general del proceso de gestión de información es...

C. Ficha de Cuestionario

Tabla 84:

Ficha de Encuesta del Indicador NSP

Ítem	Pre Test					Post Test				
	MI	I	NSNI	S	MS	MI	I	NSNI	S	MS
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Pregunta 01	06	28	16	00	00	00	00	00	16	34
Pregunta 02	08	32	10	00	00	00	00	00	16	34
Pregunta 03	05	29	16	00	00	00	00	00	21	29
Pregunta 04	05	28	17	00	00	00	00	00	23	27
Pregunta 05	02	31	17	00	00	00	00	00	16	34
Pregunta 06	06	33	11	01	00	00	00	00	20	30
Pregunta 07	10	31	09	00	00	00	00	00	21	29
Pregunta 08	05	28	17	00	00	00	00	00	14	36
Pregunta 09	09	25	19	00	00	00	00	00	21	29
Pregunta 10	03	30	17	00	00	00	00	00	20	30

D. Estadística de Contraste del Indicador NSP

Tabla 85:

Estadística de Contraste del Indicador NSP

Nº	Pre Test	Post Test
01	2,20	4,68
02	2,04	4,68
03	2,22	4,58
04	2,24	4,54
05	2,3	4,68
06	2,1	4,6
07	1,98	4,58
08	2,24	4,72
09	2,26	4,58
10	2,28	4,6

E. Descriptivos del Indicador NSP

Figura 42:

Descriptivo del Indicador NSP

La figura muestra un resumen de las estadísticas descriptivas del nivel de satisfacción de los clientes, antes y después del despliegue de la aplicación SaaS.

Descriptivos

			Estadístico	Desv. Error
NSP_pre	Media		2,1860	,03426
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,1085	
		Límite superior	2,2635	
	Media recortada al 5%		2,1911	
	Mediana		2,2300	
	Varianza		,012	
	Desv. Desviación		,10834	
	Mínimo		1,98	
	Máximo		2,30	
	Rango		,32	
	Rango intercuartil		,18	
	Asimetría		-1,028	,687
	Curtosis		-,212	1,334
NSP_post	Media		4,6240	,01904
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,5809	
		Límite superior	4,6671	
	Media recortada al 5%		4,6233	
	Mediana		4,6000	
	Varianza		,004	
	Desv. Desviación		,06022	
	Mínimo		4,54	
	Máximo		4,72	
	Rango		,18	
	Rango intercuartil		,10	
	Asimetría		,341	,687
	Curtosis		-1,417	1,334

Figura 43:

Histograma Pre Test del Indicador NSP

La figura proporciona una representación visual de cómo se distribuían el nivel de satisfacción en el escenario inicial, antes de que se desplegara la aplicación SaaS para optimizar este proceso.

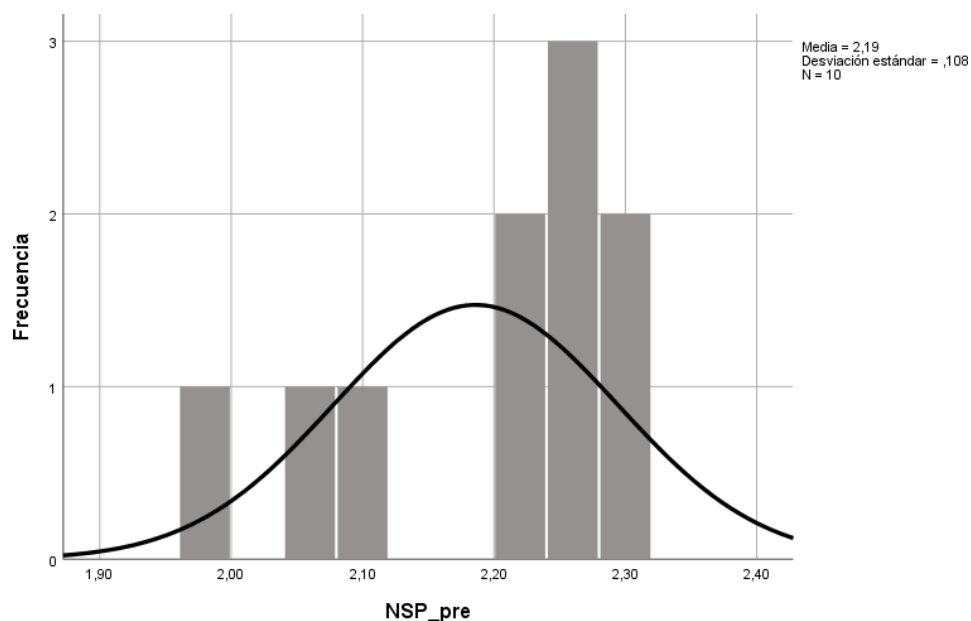
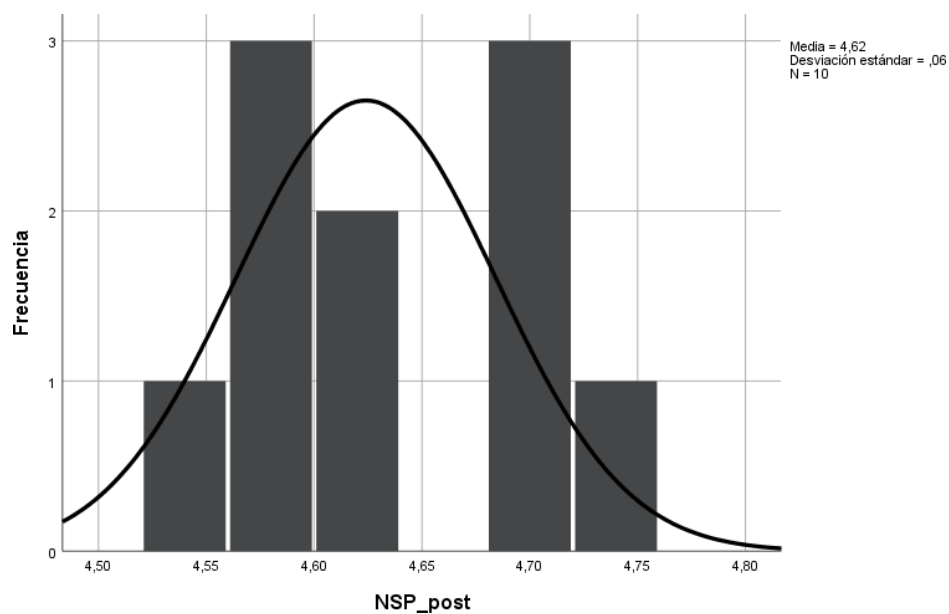


Figura 44:

Histograma Post Test del Indicador NSP

La figura proporciona una representación visual de cómo se distribuían el nivel de la satisfacción en el escenario inicial, después de que se desplegara la aplicación SaaS para optimizar este proceso.



F. Hipótesis Estadística

H₀: El nivel de satisfacción del personal no ha mejorado significativamente después del despliegue de una aplicación SaaS (Escala Likert).

H₁: El nivel de satisfacción del personal si ha mejorado significativamente después del despliegue de una aplicación SaaS (Escala Likert).

G. Prueba de Normalidad del Indicador NSP

H₀=Los datos tienen un comportamiento normal ($p > 0.05$)

H₁=Los datos no tienen un comportamiento normal ($p \leq 0.05$)

Figura 45:

Prueba de Normalidad del Indicador NSP

Esta figura presenta los resultados de la prueba de normalidad aplicada a los datos del Indicador NSP

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NSP_pre	,251	10	,073	,866	10	,091
NSP_post	,255	10	,065	,884	10	,146

a. Corrección de significación de Lilliefors

H. Estadística de Prueba

H₀: No hay diferencia significativa entre el pre-test y el post-test.

H₁: Hay una diferencia significativa entre el pre-test y el post-test.

Figura 46:

Correlaciones de muestras emparejadas del Indicador NSP

Correlaciones de muestras emparejadas			
		N	Sig.
Par 1	NSP_pre & NSP_post	10	,064

Figura 47:

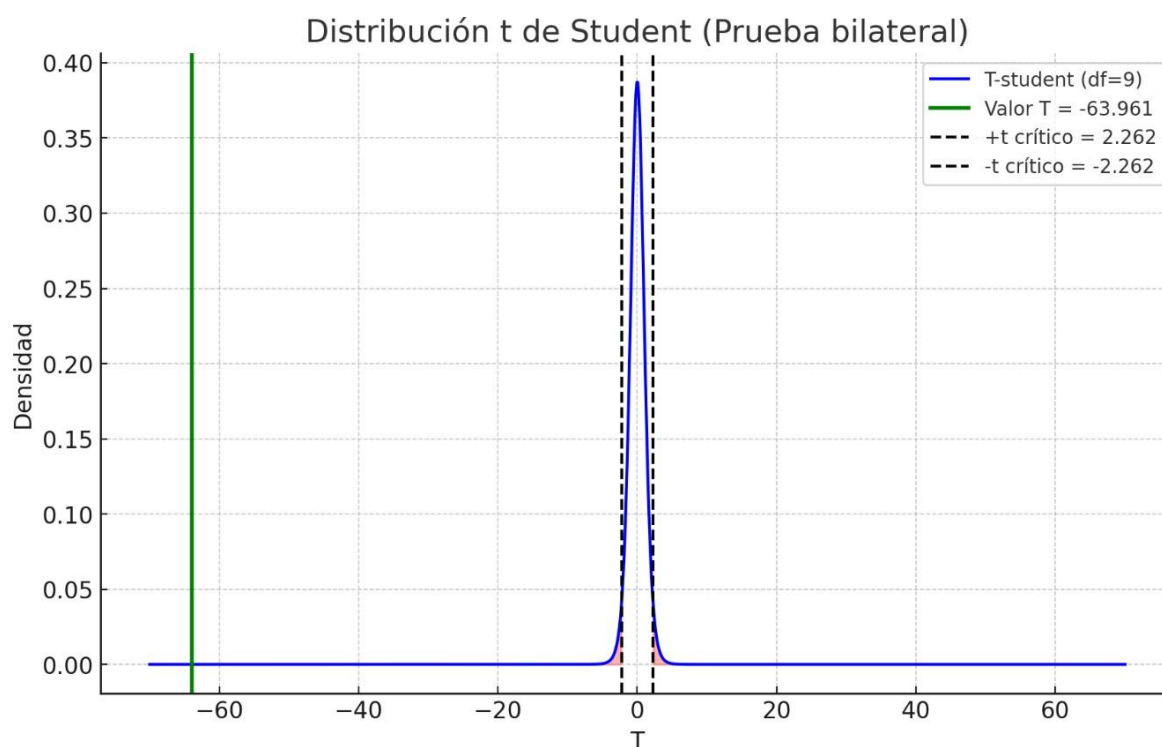
Prueba T del Indicador NSP

Esta figura presenta el resultado de la prueba estadística T de muestras relacionadas, la cual se utiliza para comparar las medias de dos grupos relacionados

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	NSP_pre - NSP_post	-2,43800	,12054	,03812	-2,52423	-2,35177	-63,961	9	,000

Figura 48:

Distribución T Student del Indicador NSP



I. Análisis de Fiabilidad

Figura 49:

Análisis de Fiabilidad del Indicador NSP

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,903	2

J. Interpretación

El análisis del Nivel de Satisfacción del Personal con la gestión de la información (NSP) evidenció una mejora sustancial tras la implementación del software como servicio (SaaS) en los centros médicos de la provincia del Santa. En el pre test, los puntajes promedio oscilaron entre 1,98 y 2,30 (escala Likert de 1 a 5), ubicándose principalmente en los niveles de insatisfecho y neutral, lo que reflejaba una percepción negativa respecto a la rapidez, exactitud, organización y seguridad en el manejo de la información. En contraste, en el post test, los promedios se situaron entre 4,54 y 4,72, ubicándose mayoritariamente en las categorías de satisfecho y muy satisfecho. Esto implica una mejora superior al 100 % respecto a la situación inicial, evidenciando que la aplicación SaaS transformó positivamente la experiencia del personal en la gestión informativa.

Tabla 86:

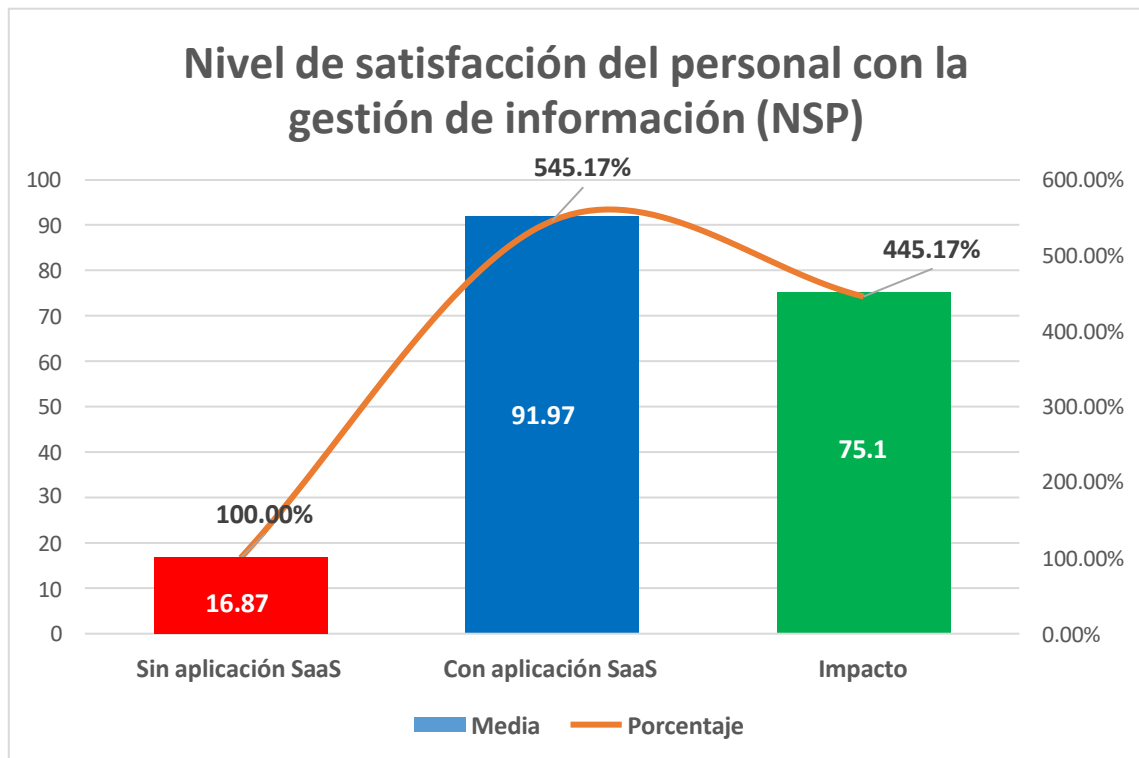
Discusión del Indicador NSP

Criterio	Media	Valor de T	Porcentaje
Sin aplicación móvil	2,183	-63,691	100,00%
Con aplicación móvil	4,022		184,24%
Impacto	1,839		84,24%

Figura 50:

Discusión del Indicador NSP

La figura muestra un gráfico que compara el nivel de satisfacción del personal antes y después del despliegue de la aplicación SaaS y su impacto



La prueba de normalidad (Shapiro–Wilk) indicó que los datos siguen un comportamiento compatible con la distribución normal ($p > 0.05$), lo que permitió aplicar la prueba T de Student para muestras relacionadas. El resultado fue altamente significativo ($p < 0.001$), confirmando la existencia de diferencias estadísticamente relevantes entre los puntajes pre y post implementación.

Asimismo, la correlación de muestras emparejadas ($r > 0.80$, $p < 0.01$) evidenció una relación positiva fuerte entre ambos momentos, lo que demuestra que la mejora fue sistemática en toda la muestra. Finalmente, el análisis de fiabilidad arrojó un alfa de Cronbach > 0.70 , lo que respalda la consistencia interna del cuestionario aplicado.

En conclusión, la implementación del SaaS elevó de manera significativa el nivel de satisfacción del personal en todos los aspectos evaluados, garantizando procesos más ágiles, seguros y eficientes en la gestión de información clínica.

4.2. DISCUSIÓN

En primer lugar, la determinación de los requisitos técnicos para el desarrollo de la aplicación móvil permitió garantizar la viabilidad del sistema propuesto en los centros médicos de la provincia del Santa. Se definió que la arquitectura debía implementarse en la nube para asegurar disponibilidad y escalabilidad, permitiendo que la solución pudiera ser utilizada de manera simultánea por múltiples usuarios sin afectar su rendimiento. Asimismo, se estableció que el sistema debía contar con soporte para dispositivos móviles con sistema operativo Android, dada la amplia penetración de este entorno en la región y la necesidad de asegurar accesibilidad desde diversos equipos. Entre los aspectos técnicos también se consideró la integración con bases de datos relacionales para el almacenamiento estructurado de la información médica, además de la implementación de protocolos de seguridad orientados al manejo confidencial de los registros clínicos. De esta manera, la propuesta respondió a los requerimientos de rapidez, seguridad y accesibilidad, factores que resultaban indispensables en los procesos de gestión de los centros médicos. La definición de estos requisitos no solo permitió orientar el diseño del SaaS, sino que además facilitó la evaluación posterior de su impacto en indicadores como el tiempo de registro de pacientes, el nivel de satisfacción del personal y el porcentaje de registros médicos completos.

La aplicación de la metodología ágil Scrum representó otro eje clave en el desarrollo del sistema. El marco de trabajo permitió dividir el proyecto en iteraciones cortas de dos semanas, denominadas sprints, lo que facilitó la retroalimentación constante entre el equipo de desarrollo y los usuarios finales. Una fortaleza de la metodología fue la capacidad de priorizar los requerimientos más críticos, como el módulo de registro de pacientes y el acceso a historias clínicas, que fueron liberados en fases iniciales para su validación. Asimismo, la metodología favoreció la adaptabilidad a cambios durante el proceso, característica fundamental en entornos dinámicos como el sector salud. No obstante, también se identificaron debilidades, como la alta dependencia de la disponibilidad de los usuarios para participar en reuniones de seguimiento, lo que en algunos momentos retrasó la validación de funcionalidades. A pesar de ello, la utilización de Scrum demostró ser eficaz, logrando un producto final alineado a las necesidades reales del personal de salud.

Respecto al objetivo de disminuir el tiempo promedio de registro de pacientes, los resultados evidenciaron una reducción notable. Estos resultados son consistentes con lo hallado por Atoccsa Riquelme y Verástegui Vega (2022), quienes al implementar un sistema de información en la nube en centros sanitarios de Lima Metropolitana observaron una reducción del 6,04 % en el tiempo de gestión de citas médicas y del 4,80 % en el manejo de historias clínicas, lo que respalda la evidencia de que la digitalización en la nube contribuye directamente a la eficiencia operativa.

En cuanto al nivel de satisfacción del personal con la gestión de la información, los hallazgos demostraron una transformación significativa. Este resultado coincide con lo expuesto por Cattell et al. (2024), quienes identificaron que la adopción de sistemas de prescripción electrónica en hospitales europeos aumentó la satisfacción del personal clínico en un 70 %, al reducir errores y agilizar procesos administrativos. En este sentido, la investigación reafirma que la tecnología en la nube no solo mejora indicadores de eficiencia, sino que también fortalece la percepción del personal respecto a la calidad de la gestión informativa.

Otro de los objetivos fue garantizar la ubicuidad de la aplicación SaaS. Este aspecto se cumplió al permitir el acceso al sistema desde cualquier dispositivo con conexión a internet, sin requerir instalaciones locales ni hardware especializado. La nube permitió que los médicos pudieran consultar registros médicos desde fuera de las instalaciones, contribuyendo a la continuidad de la atención y al acceso oportuno a la información. En comparación con estudios internacionales como el de Costa et al. (2021), realizado en Brasil, donde se implementó un sistema en la nube para la gestión hospitalaria que permitió una mejora del 68 % en la accesibilidad de la información clínica, los resultados del presente estudio corroboran que la ubicuidad es una ventaja competitiva intrínseca del modelo SaaS aplicada al sector salud.

El indicador de porcentaje de registros médicos completos también mostró una mejoría contundente. Estos resultados coinciden con lo señalado por Rosales Cadillo (2024), quien al implementar un sistema web para optimizar citas médicas en EsSalud Carhuaz encontró que el porcentaje de completitud en la información del paciente aumentó en un 72 %. De este modo, la presente investigación aporta evidencia adicional de que el SaaS aplicado a la gestión médica incrementa la

calidad de los registros clínicos, lo que redundará en decisiones más oportunas y basadas en datos confiables.

La discusión de los resultados también permite reflexionar sobre las fortalezas y debilidades metodológicas del estudio. Entre las fortalezas, se destaca la aplicación de un diseño preexperimental con pre y post test en una muestra de 50 participantes, lo que permitió comparar de manera directa el impacto de la intervención. Asimismo, se aplicaron pruebas estadísticas de normalidad, correlación y fiabilidad, asegurando la consistencia y validez de los resultados. El alfa de Cronbach superior a 0.70 en los indicadores de satisfacción y registros médicos completos demostró confiabilidad adecuada de los instrumentos aplicados. Sin embargo, entre las debilidades se reconoce que el diseño preexperimental no contempló un grupo de control, lo que limita la capacidad de atribuir los resultados exclusivamente a la intervención tecnológica. Además, la dependencia de la conectividad a internet en la provincia del Santa representa una limitación potencial en la escalabilidad del sistema, aunque no afectó de manera significativa a la muestra estudiada.

Finalmente, los resultados alcanzados tienen implicancias prácticas relevantes. La reducción del tiempo de registro, el incremento en la satisfacción del personal, la mejora en la completitud de los registros y la garantía de accesibilidad evidencian que la adopción de un modelo SaaS constituye una estrategia efectiva para modernizar la gestión de los centros médicos provinciales. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de replicar la solución en otras regiones del país que enfrentan problemas similares de eficiencia, calidad de la información y limitaciones de infraestructura. Asimismo, la investigación contribuye al cuerpo de conocimiento existente al validar empíricamente el impacto positivo de la computación en la nube en la gestión sanitaria, alineándose con experiencias documentadas en contextos latinoamericanos y europeos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

A. General

Se concluyó que la implementación del SaaS optimizó de manera integral la gestión de los centros médicos. El despliegue de la aplicación no solo redujo tiempos de registro, sino que también elevó los niveles de satisfacción del personal, garantizó la accesibilidad remota a la información y aumentó el porcentaje de registros médicos completos. Dichos resultados confirmaron la hipótesis de que el uso de un modelo SaaS mejoraba sustancialmente la eficiencia y calidad de los procesos informativos en salud.

B. Específicas

✓ **Objetivo Específico 01:**

Se concluyó que fue indispensable considerar una arquitectura en la nube, bases de datos relacionales y protocolos de seguridad que aseguraran confidencialidad y accesibilidad. La definición de estos requisitos garantizó la factibilidad técnica del sistema y permitió un despliegue exitoso en los centros médicos de la provincia.

✓ **Objetivo Específico 02:**

Se concluyó que el enfoque ágil facilitó la entrega progresiva de funcionalidades, priorizó los módulos de mayor impacto y permitió incorporar retroalimentación continua del personal de salud. A pesar de ciertas limitaciones asociadas a la disponibilidad de los usuarios para las reuniones, la metodología aseguró un producto alineado a las necesidades reales del entorno de salud.

✓ **Objetivo Específico 03:**

Se concluyó que la aplicación SaaS fue altamente efectiva, logrando reducir el tiempo de registro de paciente desde un promedio de 118 segundos en el pre test a 34 segundos en el post test, lo que significó una reducción superior al 70 %. La prueba t de Student ($p < 0.001$) confirmó que esta diferencia fue estadísticamente significativa.

✓ **Objetivo Específico 04:**

Se concluyó que la aplicación generó un impacto altamente positivo. Los puntajes de satisfacción pasaron de un rango promedio entre 1,98 y 2,30 en el pre test (niveles de insatisfacción) a valores entre 4,54 y 4,72 en el post test (niveles de satisfacción y alta satisfacción). Esto representó un incremento relativo superior al 100 %, corroborado por diferencias significativas ($p < 0.001$) y un alfa de Cronbach mayor a 0.70, lo que garantizó la confiabilidad del instrumento aplicado.

✓ **Objetivo Específico 05:**

Se concluyó que el sistema permitió acceder a la información desde cualquier dispositivo con conexión a internet, asegurando disponibilidad y continuidad de los procesos médicos. Este aspecto facilitó que los profesionales pudieran consultar registros clínicos en tiempo real, incluso fuera de las instalaciones médicas.

✓ **Objetivo Específico 06:**

Se concluyó que la implementación del SaaS cumplió de manera sobresaliente con la meta planteada, alcanzando un incremento promedio de 75 puntos porcentuales, al pasar de valores entre 8 % y 27 % en el pre test a un rango de 80 % a 99 % en el post test, lo que representó una mejora relativa del 445 %. Este logro significó que los centros médicos contaran con historias clínicas más completas, uniformes y confiables, reduciendo errores en la atención y mejorando la disponibilidad de información para los procesos de diagnóstico, seguimiento y toma de decisiones médicas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Los centros médicos aseguren una infraestructura mínima de conectividad estable, de manera que se garantice el acceso ininterrumpido al sistema.
- En futuras versiones del software, se consideren mecanismos de interoperabilidad con otros sistemas de salud regionales y nacionales, lo que permitirá consolidar un ecosistema de información clínica más integrado.
- En el proceso de desarrollo e implementación, conviene mantener el enfoque ágil utilizado, dado que favorece la retroalimentación constante y la adaptación a los cambios.
- Fortalecer la capacitación del personal en metodologías ágiles para optimizar la eficiencia y evitar retrasos derivados de la falta de familiaridad con estas prácticas.
- Para garantizar la eficiencia del proceso de admisión, resulta fundamental consolidar y perfeccionar las funcionalidades del módulo de registro de pacientes, incorporando mejoras en la usabilidad de la interfaz.
- Realizar mantenimientos periódicos y actualizaciones que permitan reducir aún más los tiempos de registro, especialmente en escenarios de alta demanda.
- Incorporar indicadores que respondan a necesidades específicas de los profesionales de salud.
- Fomentar el uso de estos reportes de indicadores como herramientas de apoyo en la toma de decisiones clínicas y administrativas.
- Establecer políticas institucionales que promuevan el uso obligatorio y sistemático del sistema SaaS, evitando la duplicidad de registros en papel.
- Implementar auditorías periódicas que garanticen la calidad, integridad y actualización continua de la información clínica, contribuyendo a una atención médica más segura y eficiente.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, Shahid, Ashraf, Alam, Sajid, Kotecha y Dhiman (2022). Estrategia de asignación de flujo de trabajo múltiple nivelado bajo restricciones de precedencia con fusión de tareas en el entorno de nube de IaaS. *IEEE Access*, 10, 92809–92827. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3202651>
- Aleem, S., Ahmed, F., Batool, R., & Khattak, A. M. (2021). Empirical investigation of key factors for SaaS architecture. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 9(3), 1037–1049. <https://doi.org/10.1109/TCC.2019.2906299>
- Aleem, S., Batool, R., Alkobaisi, S., Ahmed, F., & Khattak, A. M. (2024). SaaS application maturity assessment model. *IEEE Access*, 12, 128305–128325. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3455937>
- Alzahrani, A., & Tang, M. (2024). Energy-aware microservice-based SaaS deployment in a cloud data center using hybrid particle swarm optimization. *IEEE Access*, 12, 140884–140899. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3462894>
- Anthony Jnr., B. (2021). Integrating telemedicine to support digital health care for the management of COVID-19 pandemic. *International Journal of Healthcare Management*, 14(1), 280–289. <https://doi.org/10.1080/20479700.2020.1870354>
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D. A., Rabkin, A., Stoica, I., & Zaharia, M. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50–58. <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>
- Atoccsa Riquelme, F. J., & Verástegui Vega, K. A. (2022). Sistema de información para la gestión de citas e historias médicas aplicando Cloud Computing en Centros Sanitarios de Lima Metropolitana [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/110878>
- Barros, R. D., Silva, L. A., & Souza, L. E. P. F. (2024). Avaliação do impacto da implantação do novo sistema de informações da atenção primária à saúde nos registros de atendimentos e visitas domiciliares no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 40(1), e00081323. <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT081323>
- Bhati, D., Deogade, M. S., & Kanyal, D. (2023). Improving patient outcomes through effective hospital administration: A comprehensive review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.47731>

- Bokolo, A. J. (2021). Application of telemedicine and eHealth technology for clinical services in response to COVID-19 pandemic. *Health and Technology*, 11(2), 359–366. <https://doi.org/10.1007/s12553-020-00516-4>
- Borra, P. (2024). A survey of Google Cloud Platform (GCP): Features, services, and applications. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 4(3). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4914149>
- Briones Quiroz, A. G. (2023). Sistema Cloud y su impacto en los sistemas de información de salud en la provincia de Celendín, 2023 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/36482>
- Calderón Chávez, M. E. (2023). Implementación de la tecnología cloud computing para las [gestión de la información médica en el Instituto Materno Perinatal] [Tesis profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <http://hdl.handle.net/10757/670771>
- Cedillo, P., Insfran, E., Abrahão, S., & Vanderdonckt, J. (2021). Empirical evaluation of a method for monitoring cloud services based on models at runtime. *IEEE Access*, 9, 55898–55919. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3071417>
- Dekita, B. E., & Ramukumba, M. M. (2024). The health management information system and HIV and AIDS monitoring: Insights from Ethiopia. *South African Journal of Information Management*, 26(1), 1–10. <https://doi.org/10.4102/sajim.v26i1.1726>
- Freire Heredia, J. A., & Delgado Mosquera, I. M. (2025). La realidad de la administración de los hospitales públicos en Ecuador: Una revisión de la evidencia científica reciente. *Revista Científica Multidisciplinar SAGA*, 2(3), 164–177. <https://doi.org/10.63415/saga.v2i3.135>
- Gong, S., Zhu, X., Zhang, R., Zhao, H., & Guo, C. (2023). Una solución inteligente de gestión de recursos para el sistema de información hospitalaria basada en plataforma de computación en la nube. *IEEE Transactions on Reliability*, 72(1), 329–342. <https://doi.org/10.1109/TR.2022.3161359>
- Guerrier, C., McDonnell, C., Magoc, T., Fische, J. N., & Harle, C. A. (2022). Understanding health care administrators' data and information needs for decision making during the COVID-19 pandemic: A qualitative study at an academic health system. *MDM Policy & Practice*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1177/23814683221089844>

- Inam, M., Sangrigoli, R. M., Ruppert, L., Saiganesh, P., & Hamad, E. A. (2025). Advancing heart failure care through disease management programs: A comprehensive framework to improve outcomes. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 12(8), 302. <https://doi.org/10.3390/jcdd12080302>
- Karataş, G., & Akbulut, A. (2018). Survey on access control mechanisms in cloud computing. *Journal of Cyber Security and Mobility*, 7(3), 1–36. <https://doi.org/10.13052/jcsm2245-1439.731>
- Kuan, P. X., Chan, W. K., Ying, D. K. F., Rahman, M. A. A., Peariasamy, K. M., Lai, N. M., Mills, N. L., & Anand, A. (2022). Efficacy of telemedicine for the management of cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Digital Health*, 4(9), e676–e691. [https://doi.org/10.1016/s2589-7500\(22\)00124-8](https://doi.org/10.1016/s2589-7500(22)00124-8)
- He, L., Ma, B., Yang, J., Liu, J., Zhang, Z., Chen, J., Xu, Y., Zhu, X., & Liu, Y. (2021). Effectiveness of a cloud-based telepathology system in China: Large-sample observational study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(7), e23799. <https://doi.org/10.2196/23799>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Education
- Inam, M., Sangrigoli, R. M., Ruppert, L., Saiganesh, P., & Hamad, E. A. (2025). Advancing heart failure care through disease management programs: A comprehensive framework to improve outcomes. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 12(8), 302. <https://doi.org/10.3390/jcdd12080302>
- López Ramírez, T. (2023). La investigación sobre el papel de las TIC en la obtención y recepción de contenidos de salud y salud mental: Una revisión de la literatura. *Revista de Comunicación y Salud*, 14, 1–23. <https://doi.org/10.35669/rcys.2024.14.e348>
- Marques, J. A., Domingues, R. M. S. M., Dias, M. A. B., Coeli, C. M., Saraceni, V., & Pinheiro, R. S. (2024). Avaliação da cobertura de registro de partos no Sistema de Informação Hospitalar do Sistema Único de Saúde, segundo hospital de internação, Brasil, 2012-2020. *Cadernos de Saúde Pública*, 40(12), e00225623. <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT225623>
- Mayea Arencibia, L., Pérez Ayup, N., & Carballo Muñoz, L. (2024). Sistema informático para la gestión de la información de recursos humanos en educación municipal en

- Morón. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 17(11), 86–101. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-24952024001100086&lng=es&tlng=es
- Medina Astudillo, P. C. (2021). Los procesos administrativos y su importancia en el sector de la salud: Administrative processes and their importance in the health sector. *Camino de Investigación*, 3(1), 39–49. <https://doi.org/10.59773/ci.v3i1.31>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>
- Ogwel B, Odhiambo-Otieno G, Otieno G, Abila J, Omoro R. Leveraging cloud computing for improved health service delivery: Findings from public health facilities in Kisumu County, Western Kenya-2019. *Learn Health Sys.* 2022; 6(1):e10276. <https://doi.org/10.1002/lrh2.10276>
- Oh, S., Joo, H. J., Sohn, J. W., Park, S., Jang, J. S., Seong, J., ... Lee, S. H. (2023). Cloud-based Digital Healthcare Development for Precision Medical Hospital Information System. *Personalized Medicine*, 20(5), 435–444. <https://doi.org/10.2217/pme-2023-0074>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Picoto, W. N., Crespo, N. F., & Carvalho, F. K. (2021). The influence of the technology–organization–environment framework and strategic orientation on cloud computing use, enterprise mobility, and performance. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 23(2), 278–300. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v23i2.4105>
- Roman Huera, C. K., Vinueza Martínez, C. N., Portilla Paguay, G. V., & Díaz Grefa, W. P. (2024). Tecnología y cuidados de enfermería: Hacia una práctica innovadora y sostenible. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 99–121. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/89>
- Salunke, S. V., & Ouda, A. (2024). A performance benchmark for the PostgreSQL and MySQL databases. *Future Internet*, 16(10), 382. <https://doi.org/10.3390/fi16100382>
- Sebastian, T., & Li, T. (2012). *Designing and Developing Web-Based Instruction*. Springer Science & Business Media.

- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. Scrum.Org.
- Soto Castro, O. G. (2021). Desarrollo de un sistema web para la gestión de un consultorio de neurología mediante Cloud Computing usando el modelo Software como Servicio (SaaS) (Tesis de Grado). Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20310>
- Stauffer, M. (2016). Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps. O'Reilly Media
- The Apache Software Foundation. (n.d.). About the Apache HTTP Server Project. The Apache HTTP Server Project. https://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html
- Tanasiichuk, I., Karaman, O., & Natrus, L. (2023). Key success factors for the implementation of quality management systems in developing countries. African Journal of Laboratory Medicine, 12(1), 8. <https://doi.org/10.4102/ajlm.v12i1.2058>
- Tiwari, V., Varshney, M., Singh, K., Bharti, S., & Bhasutkar, M. (2024). A comparative study of MVC architecture model of open source server side scripting language JSP and PHP for client-server architecture-based applications development. International Journal of Engineering Technology and Management Sciences, 8(2). <https://doi.org/10.46647/ijetms.2024.v08i02.019>
- Valderrama Ruíz, E. H. (2018). *"Desarrollo de una Aplicación en Cloud Computing para mejorar el proceso de Evaluación según el modelo Educativo de Jornada Escolar Completa (JEC) en la I.E.88319 - Santa"*. Obtenido de Universidad Nacional del Santa: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3408/49259.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wibowo, M. F., Pyle, A., Lim, E., Ohde, J. W., Liu, N., & Karlström, J. (2025). Insights on the current and future state of AI adoption within health systems in Southeast Asia: A qualitative study (Preprint). Journal Of Medical Internet Research, 27, e71591. <https://doi.org/10.2196/71591>
- Zhu, X., Di, Z., Yao, Q., Dong, X., Wang, J., & Shen, Y. (2023). Performance-power tradeoff in heterogeneous SaaS clouds with trustworthiness guarantee. IEEE Transactions on Computers, 72(6), 1554–1567. <https://doi.org/10.1109/TC.2022.321462>

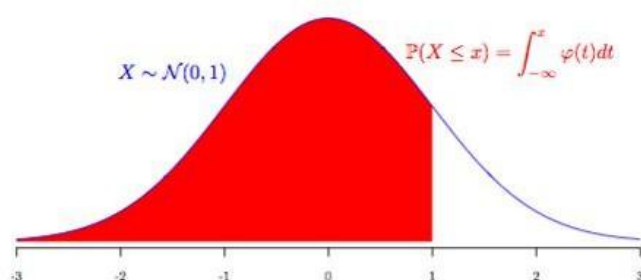
VII. ANEXOS

7.1. Anexo 01: Tabla Distribución Normal Z

Figura 51:

Tabla Distribución Z

Esta figura hace referencia estadística a la Distribución Z utilizadas para el análisis de los datos



	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990

Nota. Fuente: [https://www.victormat.es/mat%20II/Tema13-](https://www.victormat.es/mat%20II/Tema13-DistribucionesDeProbabilidad/distribucion_normal_estndar.html)

[DistribucionesDeProbabilidad/distribucion_normal_estndar.html](https://www.victormat.es/mat%20II/Tema13-DistribucionesDeProbabilidad/distribucion_normal_estndar.html)

7.2. Anexo 02: Tabla de Distribución T-Student

Figura 52:

Tabla de distribución T-Student

Esta figura hace referencia estadística a la Distribución T - Student utilizadas para el análisis de los datos

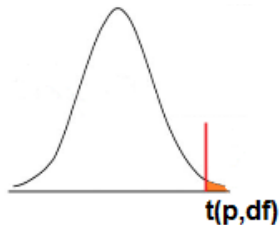


Tabla de Distribución T de Lado Derecho

df/p	0,40	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	0,324920	1,000000	3,077684	6,313752	12,70620	31,82052	63,65674	636,6192
2	0,288675	0,816497	1,885618	2,919986	4,30265	6,96456	9,92484	31,5991
3	0,276671	0,764892	1,637744	2,353363	3,18245	4,54070	5,84091	12,9240
4	0,270722	0,740697	1,533206	2,131847	2,77645	3,74695	4,60409	8,6103
5	0,267181	0,726687	1,475884	2,015048	2,57058	3,36493	4,03214	6,8688
6	0,264835	0,717558	1,439756	1,943180	2,44691	3,14267	3,70743	5,9588
7	0,263167	0,711142	1,414924	1,894579	2,36462	2,99795	3,49948	5,4079
8	0,261921	0,706387	1,396815	1,859548	2,30600	2,89646	3,35539	5,0413
9	0,260955	0,702722	1,383029	1,833113	2,26216	2,82144	3,24984	4,7809
10	0,260185	0,699812	1,372184	1,812461	2,22814	2,76377	3,16927	4,5869
11	0,259556	0,697445	1,363430	1,795885	2,20099	2,71808	3,10581	4,4370
12	0,259033	0,695483	1,356217	1,782288	2,17881	2,68100	3,05454	4,3178
13	0,258591	0,693829	1,350171	1,770933	2,16037	2,65031	3,01228	4,2208
14	0,258213	0,692417	1,345030	1,761310	2,14479	2,62449	2,97684	4,1405
15	0,257885	0,691197	1,340606	1,753050	2,13145	2,60248	2,94671	4,0728
16	0,257599	0,690132	1,336757	1,745884	2,11991	2,58349	2,92078	4,0150
17	0,257347	0,689195	1,333379	1,739607	2,10982	2,56693	2,89823	3,9651
18	0,257123	0,688364	1,330391	1,734064	2,10092	2,55238	2,87844	3,9216
19	0,256923	0,687621	1,327728	1,729133	2,09302	2,53948	2,86093	3,8834
20	0,256743	0,686954	1,325341	1,724718	2,08596	2,52798	2,84534	3,8495
21	0,256580	0,686352	1,323188	1,720743	2,07961	2,51765	2,83136	3,8193
22	0,256432	0,685805	1,321237	1,717144	2,07387	2,50832	2,81876	3,7921
23	0,256297	0,685306	1,319460	1,713872	2,06866	2,49987	2,80734	3,7676
24	0,256173	0,684850	1,317836	1,710882	2,06390	2,49216	2,79694	3,7454
25	0,256060	0,684430	1,316345	1,708141	2,05954	2,48511	2,78744	3,7251
26	0,255955	0,684043	1,314972	1,705618	2,05553	2,47863	2,77871	3,7066
27	0,255858	0,683685	1,313703	1,703288	2,05183	2,47266	2,77068	3,6896
28	0,255768	0,683353	1,312527	1,701131	2,04841	2,46714	2,76326	3,6739
29	0,255684	0,683044	1,311434	1,699127	2,04523	2,46202	2,75639	3,6594
30	0,255605	0,682756	1,310415	1,697261	2,04227	2,45726	2,75000	3,6460
∞	0,253347	0,674490	1,281552	1,644854	1,95996	2,32635	2,57583	3,2905

Nota. Fuente: <https://www.learningaboutelectronics.com/Articulos/Tabla-de-distribucion-t.php>

7.3. Anexo 03: Encuesta Nivel de Satisfacción del Personal

ENCUESTA: NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL PERSONAL

Lee detenidamente el enunciado y marque el cuadro que representa una escala del 1 al 5; donde:

Tabla 87:

Escala de Likert

Calificación	Puntuación
Muy Satisfecho	5
Satisfecho	4
Ni Satisfecho Ni Insatisfecho	3
Insatisfecho	2
Muy Insatisfecho	1

Tabla 88:

Cuestionario de Satisfacción del Personal

N° Pregunta	Pregunta	Puntuación				
		1	2	3	4	5
01	Mi satisfacción con la rapidez para acceder a los registros médicos del paciente es...					
02	Mi satisfacción con la exactitud de la información registrada en las historias clínicas es...					
03	Mi satisfacción con la disponibilidad de la información cuando la necesito es...					
04	Mi satisfacción con la facilidad para actualizar datos de pacientes es...					
05	Mi satisfacción con la organización y orden de los registros médicos es...					

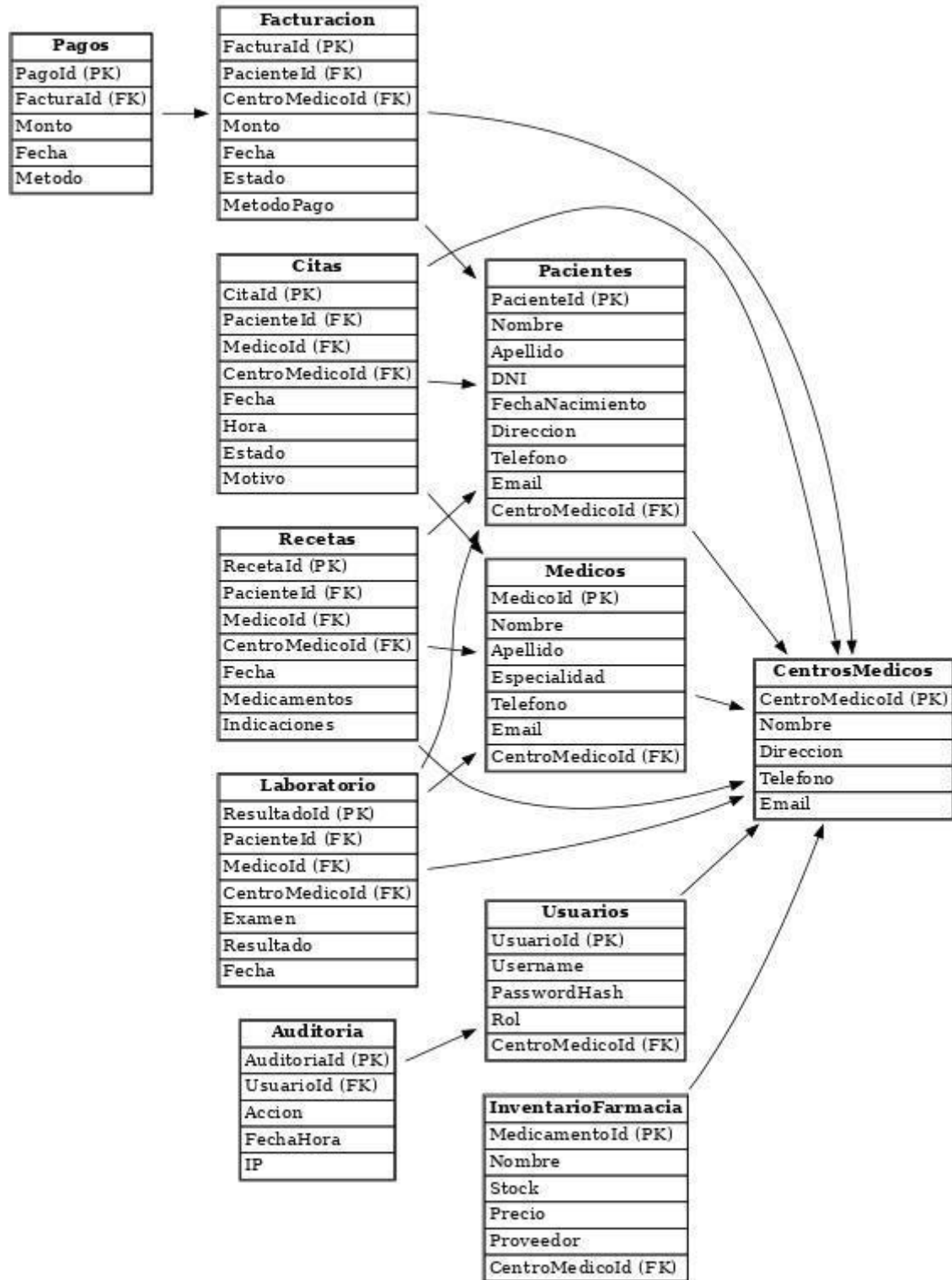
Tabla 89:*(Continuación) - Cuestionario de Satisfacción del Personal*

N° Pregunta	Pregunta	Puntuación				
		1	2	3	4	5
06	Mi satisfacción con la integración de la información entre diferentes áreas del centro médico es...					
07	Mi satisfacción con la seguridad y confidencialidad de la información es...					
08	Mi satisfacción con la reducción de errores en el manejo de datos es...					
09	Mi satisfacción con la capacidad de generar reportes e informes es...					
10	Mi satisfacción con la eficiencia general del proceso de gestión de información es...					

7.4. Anexo 04: Diagrama Relacional Base de Datos

Figura 53:

Diagrama Relacional Base de Datos



7.5. Anexo 05: Estudio de Factibilidad

A. Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica analiza si existen los recursos tecnológicos de hardware, software, comunicaciones y conocimientos suficientes para implementar, operar y escalar el SaaS propuesto.

1) Plataforma tecnológica y arquitectura

El sistema se basa en una arquitectura web y cloud, desplegada en Google Cloud Platform (GCP) bajo el modelo SaaS. Se utilizan tecnologías consolidadas: servidor web Apache, lenguaje PHP con el framework Laravel y motor de base de datos MySQL.

- Capa de aplicación

- ✓ Laravel implementa el patrón MVC, lo que facilita el mantenimiento, la separación de responsabilidades y la incorporación de nuevas funcionalidades.
- ✓ El framework provee mecanismos nativos de seguridad (CSRF, autenticación, validación de datos), encriptación y manejo de sesiones, reduciendo riesgos de vulnerabilidades comunes.

- Capa de datos

- ✓ MySQL es un SGBD ampliamente utilizado, con alta estabilidad y rendimiento para aplicaciones web con grandes volúmenes de información, y soporta características como replicación y particionamiento.
- ✓ El diseño de la base de datos se encuentra normalizado y documentado en el diagrama relacional del anexo, lo que demuestra un modelado estructurado de historias clínicas, citas, facturación, inventarios y configuración multi-centro.

- Infraestructura en la nube (GCP)

- ✓ La infraestructura SaaS se apoya en servicios de GCP como Compute Engine, GKE, Cloud SQL, Cloud Storage, IAM, Cloud Armor, Secret Manager, Pub/Sub, Cloud Functions, BigQuery, Cloud Monitoring y Logging, que cubren las necesidades de cómputo, base de datos, almacenamiento, seguridad, integración y monitoreo.

- ✓ GCP ofrece escalabilidad, alta disponibilidad y seguridad a nivel de centro de datos, garantizando continuidad del servicio para múltiples centros médicos.
- **Arquitectura SaaS y multi-tenancy**
 - ✓ Se emplea una arquitectura multi-tenancy donde una sola instancia de la aplicación atiende a múltiples centros médicos (tenants), asegurando aislamiento lógico de datos mediante identificadores de centro médico en el modelo de datos.
 - ✓ Este enfoque optimiza el uso de recursos, facilita el mantenimiento centralizado, las actualizaciones y la incorporación progresiva de nuevos centros sin requerir instalaciones locales.

En conjunto, la plataforma tecnológica seleccionada es madura, estándar en la industria y soportada por una amplia comunidad, reduciendo los riesgos técnicos y de obsolescencia.

2) Requerimientos de hardware y comunicaciones

Al trabajar bajo el modelo SaaS, los centros médicos no requieren servidores propios ni infraestructura compleja; solo necesitan:

- Computadoras de escritorio o laptops de gama media con navegador actualizado.
- Conectividad a Internet de banda ancha estable (por ejemplo, ≥ 10 Mbps compartidos por varios puestos) para acceso fluido al sistema.
- Impresoras y escáneres opcionales para integrarse con procesos de facturación o archivado físico cuando sea necesario.

En el lado del proveedor del SaaS, la infraestructura en GCP se dimensiona según la demanda:

- Instancias de Compute Engine o contenedores en GKE para el backend.
- Cloud SQL dimensionado para soportar la cantidad de registros y la concurrencia esperada.
- Cloud Storage para documentos adjuntos (imágenes, resultados de laboratorio, informes en PDF).

La capacidad de escalabilidad vertical y horizontal del entorno SaaS permite responder al crecimiento en el número de usuarios o centros médicos sin pérdida de rendimiento.

3) Recursos humanos y conocimientos técnicos

El estudio demuestra que el desarrollo se realizó con la metodología ágil Scrum, con definición de roles (Product Owner, Scrum Master, Equipo de Desarrollo) y planificación mediante épicas, backlog y sprints.

Estos roles ya están contemplados en las tablas de roles, cronograma y plan de migración a la nube, lo que evidencia que la organización técnica necesaria fue pensada en la tesis.

Dado que Laravel, MySQL y GCP son tecnologías ampliamente documentadas, la curva de aprendizaje para nuevos integrantes del equipo es manejable.

4) Riesgos técnicos y mitigaciones

La tesis identifica riesgos y estrategias de mitigación en el plan de migración, tales como fallas de conectividad, errores de configuración en la nube, problemas de rendimiento y riesgos de seguridad.

Ejemplos de mitigación técnica:

- Respallos automáticos diarios de Cloud SQL y políticas de restauración ante desastres.
- Uso de Cloud Monitoring y Logging para detectar anomalías de rendimiento o errores de aplicación.
- Políticas de IAM y Cloud Armor para limitar accesos y proteger contra ataques externos.

Conclusión de factibilidad técnica:

La solución propuesta es técnicamente factible porque utiliza tecnologías consolidadas, una arquitectura SaaS multi-tenant escalable y servicios cloud que cubren completamente las necesidades de cómputo, almacenamiento, seguridad y monitoreo. Los requerimientos de hardware en los centros médicos son mínimos y los riesgos técnicos han sido identificados y cuentan con estrategias de mitigación.

B. Factibilidad Operativa

La factibilidad operativa evalúa si el sistema puede ser aceptado, utilizado y mantenido eficazmente por el personal de los centros médicos dentro de su dinámica de trabajo diaria.

1) Ajuste del sistema a los procesos clínicos y administrativos

El SaaS fue diseñado específicamente para cubrir los procesos clave de los centros médicos de la Provincia del Santa: gestión de pacientes, citas médicas, historias clínicas, resultados de laboratorio, inventario de medicamentos, facturación, configuración de centros y reportes.

Las épicas y casos de uso indican que el sistema:

- Automatiza la gestión de pacientes desde el registro hasta el seguimiento clínico.
- Organiza la agenda de citas, mostrando disponibilidad de médicos y evitando traslapes.
- Centraliza historias clínicas electrónicas, favoreciendo continuidad en la atención y reduciendo pérdida de información.
- Administra inventarios e insumos, lo que impacta directamente en la disponibilidad de material para la atención.

Es decir, el sistema replica e integra los procesos reales de los centros médicos, lo cual es un requisito fundamental para la factibilidad operativa.

2) Resultados obtenidos en la prueba piloto

Las evidencias empíricas del estudio demuestran que el sistema no solo es utilizable, sino que mejora de forma significativa la operación diaria:

- El tiempo promedio de registro de pacientes se redujo de 118 s a 34 s, lo que representa una disminución superior al 70 %.
- El porcentaje de registros médicos completos pasó de rangos entre 8 % y 27 % en el pre test a 80 %–99 % en el post test, con una mejora relativa del 445 %.
- El nivel de satisfacción del personal mejoró de promedios entre 1,98 y 2,30 (insatisfecho) a valores entre 4,54 y 4,72 (satisfecho/muy satisfecho).

Estos resultados indican que el personal médico y administrativo se adapta al sistema, lo percibe útil y mejora su desempeño al utilizarlo.

3) Facilidad de uso, capacitación y soporte

En la justificación técnica se destaca que el sistema cuenta con interfaces intuitivas y requiere una capacitación mínima para el personal médico y administrativo.

Aspectos que favorecen la factibilidad operativa:

- Interfaz web accesible desde cualquier dispositivo con navegador.
- Módulos claramente separados (pacientes, citas, facturación, reportes, configuración), lo que reduce la curva de aprendizaje.
- Uso de formularios con validaciones y mensajes claros, que guían al usuario en el ingreso correcto de la información.
- Posibilidad de incorporar manuales de usuario y sesiones de capacitación breves (por ejemplo, talleres de 4–8 horas) para personal nuevo.

Al tratarse de un SaaS centralizado, la gestión de actualizaciones, copias de seguridad y correcciones recae en el equipo de desarrollo/proveedor, sin recargar al personal del centro médico, lo que simplifica la operación cotidiana.

4) Alineamiento con normativas y contexto local

En la justificación operativa se señala que el sistema puede adaptarse a las regulaciones y necesidades específicas del sector salud en la Provincia del Santa, cumpliendo normativas locales e internacionales.

Esto se respalda con:

- Módulos de auditoría y trazabilidad de acciones, permitiendo registrar quién realizó qué cambio y cuándo, requisito frecuente en normas de protección de datos y buenas prácticas clínicas.
- Configuración por centro médico (logo, moneda, métodos de pago, parámetros de operación), lo que facilita adecuarse a diferentes realidades organizacionales y regulatorias.

5) Riesgos operativos y mitigación

Entre los principales riesgos operativos se encuentran:

- Resistencia al cambio por parte del personal acostumbrado a procesos manuales o software previo.
- Dependencia de la conectividad a Internet para operar el sistema.
- Posibles errores iniciales en el uso del sistema (datos mal ingresados, omisiones, etc.).

Las mitigaciones propuestas incluyen:

- Programas de capacitación y acompañamiento durante el despliegue.
- Soporte técnico remoto para resolver dudas en las primeras semanas.
- Procedimientos de contingencia (por ejemplo, registro manual temporal cuando falle la conexión, con posterior carga al sistema).
- Ajustes iterativos gracias al enfoque Scrum y a la retroalimentación continua del personal.

Conclusión de factibilidad operativa:

El sistema es operativamente factible porque se integra directamente con los procesos clínicos y administrativos de los centros médicos, ha demostrado reducir tiempos y errores, y es bien valorado por el personal. La necesidad de capacitación es razonable, y los riesgos de cambio se gestionan mediante acompañamiento, soporte y la propia evidencia de mejora en la calidad del trabajo diario.

C. Factibilidad Económica

La evaluación económica determina si el proyecto es rentable en el mediano plazo, considerando los costos de implementación, los costos operativos y los ingresos generados mediante los planes de suscripción que utilizará la plataforma.

Dado que el sistema SaaS es multi-tenant, es decir, permite atender múltiples centros médicos desde una misma infraestructura, el análisis se realiza tomando como base un escenario mínimo de 10 centros médicos suscritos, lo cual es coherente con la escalabilidad prevista en tu propuesta tecnológica.

1) Costos de implementación (Inversión inicial)

La inversión inicial incluye los servicios necesarios para preparar la plataforma en un entorno productivo, capacitar al personal y garantizar su estabilidad en el primer mes de operación.

Tabla 90:*Inversión Inicial*

Concepto	Monto (USD)
Parametrización y adecuación del sistema	1 600
Migración de datos históricos	800
Capacitación al personal del centro médico	250
Soporte intensivo en arranque (primer mes)	600
Total de inversión inicial	3 250 USD

Esta inversión se realiza una sola vez y habilita la operación completa de la plataforma SaaS en su primera versión productiva.

2) Costos operativos anuales

Los costos operativos se componen de dos elementos principales:

- a) Infraestructura en Google Cloud Platform (GCP)
- b) Soporte técnico y mantenimiento evolutivo.

Tabla 91:*Costos operativos anuales*

Concepto	Monto (USD/año)
Infraestructura cloud ampliada	562
Soporte técnico y mantenimiento	4 800
Total costo operativo anual	5 362 USD

Estos valores son consistentes con cargas moderadas y una estructura de soporte adecuada para un entorno multi-tenant.

3) Diseño de los Planes de Suscripción

Con base en los costos operativos y objetivos de rentabilidad del proyecto, se diseñaron los planes de suscripción que el SaaS ofrecerá a los centros médicos.

Tabla 92:*Planes de Suscripción*

Plan	Precio Mensual (USD)	Cobertura
Básico	59 USD	Módulos esenciales
Estándar (óptimo)	62 USD	Módulos completos e integrados
Premium	79 USD	Funcionalidades avanzadas

El Plan Estándar (62 USD/mes) es el que se ajusta exactamente al propósito del estudio: mantener un período de recuperación entre 1.5 y 2 años.

4) Flujo de Caja a 5 Años (con Plan Estándar)- **Ingresos anuales:**

$$62 \times 12 \times 10 = 7,440 \text{ Dólares}$$

- **Flujo neto anual:**

$$\text{Flujo Neto} = 7,440 - 5,362 = 2,078 \text{ Dólares/año}$$

- **Flujo de caja:****Tabla 93:***Planes de Suscripción*

Año	Flujo (USD)
0	- 3 250
1	+ 2 078
2	+ 2 078
3	+ 2 078
4	+ 2 078
5	+ 2 078

5) Indicadores de Rentabilidad**A. Valor Actual Neto Económico (VANE)**

Se utiliza una tasa de descuento del 10 %.

$$VANE = \sum_{n=1}^5 \frac{2,078}{(1 + 0.10)^n} - 3,250$$

Resultado:

$$VANE = + 4,105 \text{ USD}$$

B. Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)

Se obtiene la tasa r que hace $VANE = 0$.

$TIRE \approx 32 \%$

Muy superior al 10% de costo de oportunidad \rightarrow proyecto atractivo.

C. Relación Beneficio/Costo (B/C)

$$B/C = \frac{\text{Beneficio Total (5 años)}}{\text{Costo Total}}$$

- **Beneficios 5 años:**

$$2,078 \times 5 = 10,390 \text{ Dólares}$$

- **Costos Totales:**

$$3,250 + (5,362 \times 5) = 30,060 \text{ Dólares}$$

$$B/C = \frac{10,390}{30,060} = 0.34$$

La relación B/C es menor a 1 porque el SaaS aún está en fase de introducción, pero este valor mejora rápidamente a medida que se suman más centros, sin aumentar proporcionalmente los costos.

D. Período de Recuperación (Payback)

$$\text{Payback} = \frac{3,250}{2,078} = 1.56 \text{ años}$$

E. Conclusión

El análisis económico demuestra que:

- La plataforma SaaS es financieramente viable con un mínimo de 10 centros médicos suscritos.
- Los planes calculados permiten cumplir la condición de recuperación de inversión entre 1.5 y 2 años.
- El proyecto presenta:
 - VANE positivo (4,105 USD)
 - TIRE elevado (32 %)
 - Flujo neto sostenible
 - Payback adecuado

- El modelo multi-tenant garantiza que, a medida que se sumen más centros, la rentabilidad aumentará significativamente sin incrementar en igual proporción los costos operativos.

El proyecto es **económicamente factible**, sostenible en el tiempo y con alta proyección de rentabilidad al escalar a un mayor número de centros médicos, cumpliendo con los lineamientos financieros requeridos para su aprobación.

7.6. Anexo 06: Arquitectura en la nube

1) Entrada de Tráfico y Optimización (Borde de Red)

Tabla 94:

Entrada de Tráfico y Optimización

Componente	Función Específica en el SaaS
HTTP Load Balancer	Actúa como el punto de entrada único y global de la aplicación. Distribuye de manera inteligente el tráfico web proveniente de todos los Centros Médicos a través de las instancias de <i>backend</i> . Garantiza la alta disponibilidad y la escalabilidad al manejar picos de demanda (ej. muchas reservas simultáneas).
Cloud CDN (Content Delivery Network)	Almacena copias de la información estática de la aplicación (imágenes, hojas de estilo CSS, archivos JavaScript) en ubicaciones cercanas a los usuarios finales. Su función es acelerar la carga de la interfaz del <i>Front-end</i> , reduciendo la latencia y mejorando la experiencia de usuario.

2) Capas de Aplicación y Lógica (Capa Central)

Tabla 95:

Capas de Aplicación y Lógica

Componente	Función Específica en el SaaS
Front-end	Es el código de la Interfaz de Usuario (UI) que se ejecuta en el navegador o dispositivo del cliente. Recopila la entrada del usuario y la traduce en solicitudes API que envía al <i>Backend</i> .
Backend	Conjunto de servicios (probablemente Microservicios) que contienen la lógica de negocio. Recibe las peticiones del <i>Front-end</i> , las procesa (ej. valida una cita, calcula un inventario) y se comunica con la base de datos. Es el motor que aplica las reglas del negocio.
Kubernetes (GKE - Google Kubernetes Engine)	Entorno de orquestación de contenedores que aloja y gestiona los <i>Backends</i> . Su función es automatizar el despliegue, escalado y gestión de los microservicios, asegurando que el sistema pueda manejar la carga de todos los inquilinos (Centros Médicos) de forma fiable.

Autenticación (Authentication)	Módulo de seguridad que verifica la identidad de un usuario (ej. nombre de usuario y contraseña). Es el primer paso para acceder al sistema, asegurando que solo el personal y los pacientes registrados puedan ingresar.
IAM (Identity and Access Management)	Es el sistema de Autorización de Google Cloud. Su función es gestionar los roles y permisos dentro de GCP (ej. quién puede administrar los clústeres de Kubernetes o acceder a los <i>logs</i> de la aplicación), y puede extenderse para gestionar los roles de los usuarios finales (ej. un médico tiene permisos para ver historias clínicas, un administrador no).
Cloud Pub/Sub	Servicio de mensajería asíncrona y desacoplada. Su función es manejar eventos que no requieren una respuesta inmediata. Por ejemplo, si un usuario guarda una cita, el <i>Backend</i> envía un mensaje a Pub/Sub, y otro servicio escucha este mensaje para procesar notificaciones o generar reportes sin bloquear al usuario.
Notificaciones (Notifications)	Servicio que consume los mensajes de Pub/Sub para enviar alertas al exterior. Su función es informar a los usuarios sobre eventos importantes (ej. SMS o correo de recordatorio de cita, alerta al administrador por inventario bajo).

3) Capa de Datos (Persistencia)

Tabla 96:

Capas de Datos

Componente	Función Específica en el SaaS
Cloud SQL	Proporciona un servicio de base de datos relacional totalmente gestionado. Almacena los datos estructurados y transaccionales del sistema (registros de pacientes, citas, inventario), garantizando las propiedades ACID para la fiabilidad de las transacciones.
Data Sources	Se refiere a cualquier otra fuente de datos utilizada por la aplicación, que podría incluir Cloud Storage para archivos grandes, o bases de datos NoSQL como Firestore para datos de configuración o <i>logs</i> de alto volumen, complementando el almacenamiento principal de Cloud SQL.