



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo de un sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's

Chunga Bayas, Christian Manuel y Samaniego Villacrés, Jairo Daniel

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Ingeniería en Software

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Software

Ing. Garcés Guayta, Lucas Rogerio

Latacunga, 26 de agosto del 2021



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "**Desarrollo de un sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's**" fue realizado por los señores **Chunga Bayas, Christian Manuel y Samaniego Villacrés, Jairo Daniel** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 27 de agosto de 2021

Firmado
digitalmente por
LUCAS ROGERIO
GARCÉS GUAYTA

Ing. Garcés Guayta, Lucas Rogerio

C.C.: 1802665800

Informe Urkund



Document Information

Analyzed document	Trabajo_titulacion_Chunga_Samaniego.pdf (D111755901)
Submitted	8/27/2021 4:16:00 PM
Submitted by	Lorena Ibarra
Submitter email	loretaibarra@yahoo.es
Similarity	2%
Analysis address	lorenadibarra.uta@analysis.urkund.com

Firmado digitalmente por
LUCAS ROGERIO
GARCES GUAYTA

Sources included in the report

W	URL: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20214/1/T-UCE-0015-ODO-267.pdf Fetched: 6/17/2021 8:41:27 PM		1
SA	Proyecto de grado - Paola Balboa.pdf Document Proyecto de grado - Paola Balboa.pdf (D101166150)		7
W	URL: https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/8065/1/PIUPSIS0007-2018.pdf Fetched: 8/17/2021 10:06:30 PM		2
W	URL: https://docplayer.es/88055696-Universidad-de-guayaquil.html Fetched: 6/17/2021 2:14:08 PM		2
W	URL: https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/14143/1/Abad%20Ramos,%20C%3%A9sar%20Antonio,%20Valarezo%20Cevallos,%20Tania%20cecibel.pdf Fetched: 8/6/2020 2:49:42 AM		1
W	URL: https://docplayer.es/86646309-Sistema-de-informacion-del-fondo-de-seguridad-social-en-salud-de-la-universidad-de-narino-modulo-historias-clinicas-medicas-y-odontologicas.html Fetched: 5/30/2020 1:40:13 AM		1
W	URL: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22699/1/T-UCE-0011-ICF-282.pdf Fetched: 5/8/2021 5:51:38 AM		1
SA	TESIS Desarrollo de un sistema web con metodologías DevOps ESPE MAIGUALCA - PILLAGA - A CORRAL.pdf Document TESIS Desarrollo de un sistema web con metodologías DevOps ESPE MAIGUALCA - PILLAGA - A CORRAL.pdf (D111576818)		1



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Chunga Bayas, Christian Manuel**, con cédula de ciudadanía n° 0941106445 y **Samaniego Villacrés, Jairo Daniel**, con cédula de ciudadanía n° 0604178541, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Desarrollo de un sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 27 de agosto de 2021

Chunga Bayas, Christian Manuel

C.C.: 0941106445

Samaniego Villacrés, Jairo Daniel

C.C.: 0604178541



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, **Chunga Bayas, Christian Manuel**, con cédula de ciudadanía n° 0941106445 y **Samaniego Villacrés, Jairo Daniel**, con cédula de ciudadanía n° 0604178541, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Desarrollo de un sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 27 de agosto de 2021

Chunga Bayas, Christian Manuel

C.C.: 0941106445

Samaniego Villacrés, Jairo Daniel

C.C.: 0604178541

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Alicia Bayas y Manuel Chunga, por su eterno apoyo, por enseñarme a su modo que no hay imposibles, y demostrarme que siempre estarán para mí sin importar las circunstancias.

CHUNGA BAYAS, CHRISTIAN MANUEL

Dedicatoria

Dedico el presente proyecto de manera muy especial a mis padres y abuelos por las enseñanzas y valores inculcados desde niño y por el esfuerzo realizado para ayudarme cumplir con mis objetivos. Comparto este logro con ellos, ya que considero que sin su apoyo esto no hubiese sido posible.

A mis hermanos, primos y tíos, quienes nunca se han negado a tenderme la mano en momentos de dificultad.

Finalmente, a mis maestros, quienes han compartido su conocimiento conmigo aportando a mi formación profesional y motivándome a ser autodidacta y nunca dejar de aprender.

SAMANIEGO VILLACRÉS, JAIRO DANIEL

Agradecimiento

Agradezco de manera especial a mis padres, por establecer los pilares de mi vida y apoyarme incondicionalmente, este logro se lo debo a ustedes.

A mis hermanos Stefanie, Liseth y Christopher, por estar siempre para mí, han sido y seguirán siendo uno de los motivos de todo mi esfuerzo.

A mi amigo Daniel S. por haber sido un apoyo durante nuestro proceso de formación profesional.

A mis docentes, por todos los conocimientos compartidos y a mi tutor de tesis Ing. Lucas Garcés por el significativo aporte y ayuda brindados durante el presente proceso de titulación.

A mis mejores amigas Katherin V. y Paola Z. por haber estado presentes en todo momento, por sus consejos y apoyo brindados continuamente, les debo mucho.

CHUNGA BAYAS, CHRISTIAN MANUEL

Agradecimiento

Agradezco principalmente a mis padres y abuelos por su apoyo y cariño incondicional a lo largo de mi vida y mi carrera estudiantil.

Agradezco también a mis amigos, los cuales siempre han estado presentes para apoyarme desinteresadamente en momentos difíciles. Personas con quienes no solo he compartido buenos momentos, sino también conocimiento y experiencias.

A todos mis profesores por sus consejos y el conocimiento compartido a lo largo de mi carrera estudiantil ya que gracias a sus enseñanzas se pudo llevar a cabo exitosamente el presente proyecto.

A mi director de proyecto Ing. Lucas Garcés por el aporte de su conocimiento además del seguimiento realizado durante el desarrollo del mismo.

Finalmente quiero agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga por brindarme la oportunidad de aprender y formarme como profesional en una carrera que considero de mi vocación.

SAMANIEGO VILLACRÉS, JAIRO DANIEL

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Informe Urkund	3
Responsabilidad de auditoria.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	8
Tabla de contenidos.....	10
Índice de figuras.....	14
Índice de tablas	16
Resumen	18
Abstract.....	19
Definición del Problema.....	20
Planteamiento del Problema	20
Formulación del Problema	22
Antecedentes	22
Justificación e importancia.....	23
Objetivos	25
<i>Objetivo General</i>	25
<i>Objetivos Específicos</i>	25
Meta	26
Hipótesis	26
Variables de la investigación	26
<i>Variable dependiente</i>	26
<i>Variable Independiente</i>	26
<i>Conceptualización de la variable independiente</i>	26
Indicadores.....	27
Marco Teórico.....	28
Introducción	28
Antecedentes Históricos	28
<i>Etapas 1 (1950-1969)</i>	29

<i>Etapa 2 (1970-1979)</i>	30
<i>Etapa 3 (1980-2009)</i>	31
<i>Etapa 4 (2010-actualidad)</i>	32
Antecedentes Conceptuales y Referenciales	33
<i>Caracterización tecnológica del proceso de registros de datos de salud electrónicos</i>	33
Registros de datos en la salud	33
Historia clínica	34
Tipos de historia clínica	35
<i>Historia clínica cronológica</i>	35
<i>Historia clínica orientada por problemas</i>	35
<i>Historia clínica orientada hacia decisiones</i>	35
Funciones de la historia clínica	35
Formas de registro de datos médicos.....	35
<i>El registro de datos médicos en papel</i>	35
<i>El registro electrónico de datos médicos</i>	36
Estandarización de registros de salud.....	36
Organismos de control de la salud.....	37
<i>Organización Mundial de la Salud (OMS)</i>	37
<i>Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP)</i>	37
Estándares para el registro de datos de salud	37
<i>Formularios de historia emitidos por el MSP</i>	37
<i>El formulario 033 - Odontología</i>	38
<i>CIE 10</i>	38
Tecnologías para proceso de estandarización de registros de salud electrónicos	39
<i>Herramientas de ofimáticas</i>	39
<i>Sistemas médico informáticos</i>	39
<i>Caracterización tecnológica de los modelos arquitectónicos de datos para aplicaciones multitenant</i>	40
Arquitectura de software.....	40
Modalidades y tendencias de la arquitectura de software.....	40
<i>Arquitectura como etapa de ingeniería y diseño orientada a objetos</i>	40
<i>Arquitectura estructural</i>	41

<i>Estructuralismo arquitectónico radical</i>	41
<i>Arquitectura basada en patrones</i>	41
<i>Arquitectura procesual</i>	41
<i>Arquitectura de escenarios</i>	41
Modelos arquitectónicos de datos para aplicaciones multitenant	41
<i>Computación en la nube (Cloud computing)</i>	42
<i>Software como servicio (SaaS)</i>	42
<i>Plataforma como servicio (PaaS)</i>	42
<i>Infraestructura como servicio (IaaS)</i>	42
Multitenancy	43
<i>Base de Datos Separadas</i>	44
<i>Esquemas separados</i>	44
<i>Esquema Compartido</i>	45
Tecnologías para los modelos arquitectónicos de datos para aplicaciones multitenant	46
Tecnologías a nivel de base de datos	46
<i>MySQL</i>	46
<i>MongoDB</i>	47
<i>PostgreSql</i>	47
Tecnologías a nivel de backend	47
<i>Node.js</i>	47
<i>Laravel</i>	48
<i>Spring</i>	48
Tecnologías a nivel de frontend	48
<i>Vue.js</i>	48
<i>Angular</i>	49
Antecedentes Contextuales	49
Desarrollo de la Propuesta	54
Introducción al capítulo	54
Metodología para el desarrollo de software en sistemas web	54
<i>Metodologías ágiles frente a metodologías tradicionales en sistemas web</i>	54
<i>Comparativa de metodologías ágiles en el desarrollo web</i>	55
<i>S-Scrum</i>	56

Modelo de la aplicación	57
Desarrollo de la propuesta	59
<i>Requisitos del sistema</i>	59
<i>Modelamiento de análisis y diseño</i>	73
Diagrama de contexto (Casos de uso)	73
Casos de uso indebido.....	74
Diseño de la arquitectura del sistema	75
Diseño de datos	80
Diseño arquitectónico	85
Módulos (Interfaces).....	86
<i>Pruebas</i>	111
Validación de la Propuesta	127
Organización de la recopilación y procesamiento de datos.....	127
Análisis de datos	127
Presentación de resultados	131
Interpretación de resultados.....	131
Conclusiones del análisis de datos.....	139
Conclusiones y Recomendaciones	141
Conclusiones	141
Recomendaciones	143
Bibliografía	145
Anexos	158

Índice de figuras

Figura 1	<i>Modelos de arquitectura multitenant</i>	43
Figura 2	<i>Modelo multitenant de diferentes bases</i>	44
Figura 3	<i>Modelo multitenant de diferentes esquemas</i>	45
Figura 4	<i>Modelo multitenant de diferentes tablas</i>	46
Figura 5	<i>Comparativa de metodologías ágiles</i>	56
Figura 6	<i>Modelo de la aplicación</i>	58
Figura 7	<i>Diagrama de casos de uso del sistema</i>	73
Figura 8	<i>Casos de uso indebido</i>	74
Figura 9	<i>Diagrama de clases de TenancyInterceptor</i>	75
Figura 10	<i>Diagrama de clases de DataSourceConfig</i>	76
Figura 11	<i>Diagrama de clases de MultitenancyJpaConfiguration</i>	77
Figura 12	<i>Diagrama de clases de TenantDataSourceResolver</i>	78
Figura 13	<i>Diagrama de clases de TenantIdentifierResolver</i>	79
Figura 14	<i>Diagrama de clases del paquete Center</i>	80
Figura 15	<i>Diagrama de clases del paquete Medical Appointment</i>	81
Figura 16	<i>Diagrama de clases del paquete Patient</i>	82
Figura 17	<i>Diagrama de clases del paquete Security</i>	83
Figura 18	<i>Diagrama de clases abstractas del sistema</i>	84
Figura 19	<i>Diagrama de componentes del sistema</i>	85
Figura 20	<i>Vista de inicio de sesión</i>	86
Figura 21	<i>Vista de inicio de sesión</i>	87
Figura 22	<i>Formulario de creación/edición de paciente</i>	88
Figura 23	<i>Vista de gestión de usuarios</i>	89
Figura 24	<i>Formulario de creación/edición de médico</i>	90
Figura 25	<i>Formulario de selección de paciente actual</i>	91
Figura 26	<i>Perfil de paciente</i>	92
Figura 27	<i>Formulario de creación/edición de información de contacto</i>	93
Figura 28	<i>Vista de gestión de contactos de emergencia</i>	94
Figura 29	<i>Formulario de creación/edición de contacto de emergencia</i>	94
Figura 30	<i>Vista de gestión de antecedentes</i>	95
Figura 31	<i>Formulario de creación/edición de antecedentes personales</i>	96
Figura 32	<i>Formulario de creación/edición de antecedentes familiares</i>	97
Figura 33	<i>Línea de tiempo de citas médicas</i>	98

Figura 34	<i>Detalles de cita médica</i>	99
Figura 35	<i>Formulario de creación/edición de cita médica</i>	100
Figura 36	<i>Formulario de selección de médico tratante</i>	101
Figura 37	<i>Formulario de creación/edición de signos vitales</i>	101
Figura 38	<i>Gestión de pre diagnóstico</i>	102
Figura 39	<i>Formulario de creación/edición de detalle de examinación</i>	103
Figura 40	<i>Formulario de selección de código CIE</i>	104
Figura 41	<i>Formulario de creación/edición de examen solicitado</i>	105
Figura 42	<i>Vista de odontograma</i>	106
Figura 43	<i>Vista de edición de odontograma</i>	107
Figura 44	<i>Vista de edición de indicadores de salud bucal</i>	108
Figura 45	<i>Vista de gestión de diagnóstico</i>	108
Figura 46	<i>Formulario de creación/edición de diagnóstico</i>	109
Figura 47	<i>Dashboard de administrador</i>	110
Figura 48	<i>Dashboard de médico</i>	111
Figura 49	<i>Valores de distribución de chi cuadrado</i>	133

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Historia de usuario del sistema número 1</i>	59
Tabla 2 <i>Historia de usuario del sistema número 2</i>	60
Tabla 3 <i>Historia de usuario del sistema número 3</i>	62
Tabla 4 <i>Historia de usuario del sistema número 4</i>	63
Tabla 5 <i>Historia de usuario del sistema número 5</i>	64
Tabla 6 <i>Historia de usuario del sistema número 6</i>	65
Tabla 7 <i>Historia de usuario del sistema número 7</i>	66
Tabla 8 <i>Historia de usuario del sistema número 8</i>	67
Tabla 9 <i>Historia de usuario del sistema número 9</i>	68
Tabla 10 <i>Historia de usuario del sistema número 10</i>	69
Tabla 11 <i>Historia de usuario del sistema número 11</i>	70
Tabla 12 <i>Historia de usuario del sistema número 12</i>	71
Tabla 13 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 1</i>	112
Tabla 14 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 2</i>	114
Tabla 15 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 3</i>	115
Tabla 16 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 4</i>	116
Tabla 17 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 5</i>	117
Tabla 18 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 6</i>	117
Tabla 19 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 7</i>	118
Tabla 20 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 8</i>	119
Tabla 21 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 9</i>	120
Tabla 22 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 10</i>	121
Tabla 23 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 11</i>	123
Tabla 24 <i>Lista de chequeo de historia de usuario 12</i>	123
Tabla 25 <i>Lista de chequeo de seguridad del sistema</i>	125
Tabla 26 <i>Datos recopilados de primera encuesta</i>	128
Tabla 27 <i>Matriz de covarianzas de primera encuesta</i>	129
Tabla 28 <i>Matriz de coeficientes de correlación de primera encuesta</i>	129
Tabla 29 <i>Datos recopilados de segunda encuesta</i>	130
Tabla 30 <i>Matriz de covarianzas de segunda encuesta</i>	130
Tabla 31 <i>Matriz de coeficientes de correlación de segunda encuesta</i>	131
Tabla 32 <i>Parámetros de nivel de confianza</i>	133
Tabla 33 <i>Tabla de contingencia del indicador 1</i>	134

Tabla 34 <i>Tabla frecuencias esperadas del indicador 1</i>	134
Tabla 35 <i>Tabla de contingencia del indicador 2</i>	135
Tabla 36 <i>Tabla frecuencias esperadas del indicador 2</i>	135
Tabla 37 <i>Tabla de contingencia del indicador 3</i>	136
Tabla 38 <i>Tabla frecuencias esperadas del indicador 3</i>	137
Tabla 39 <i>Tabla de contingencia del indicador 4</i>	137
Tabla 40 <i>Tabla frecuencias esperadas del indicador 4</i>	138
Tabla 41 <i>Tabla de contingencia del indicador 5</i>	139
Tabla 42 <i>Tabla frecuencias esperadas del indicador 5</i>	139

Resumen

El presente proyecto está orientado al desarrollo de un sistema web que optimice la gestión de historias clínicas odontológicas para los centros Regato Dental y Ecuamedik's ubicados en la provincia del Guayas, el mismo que ha sido desarrollado utilizando una arquitectura multitenant aplicando el máximo nivel de aislamiento, es decir utiliza bases de datos independientes para cada centro médico manteniendo una sola instancia de la aplicación con el objetivo de reducir la complejidad en el modelo de datos y lograr un mayor nivel de seguridad. El sistema además permite la consulta de datos específicos a bases de datos de otros centros médicos sin vulnerar su seguridad. El resultado fue un sistema que permite la administración de pacientes y las historias clínicas vinculadas a ellos generando además una línea de evolución, las historias clínicas están basadas en el formulario 033 del Ministerio de Salud Pública. El sistema se desarrolló con el framework Angular para la elaboración de las vistas, el mismo realiza peticiones a la API desarrollada en Spring Rest usando MySQL como base de datos. En lo que respecta a la seguridad de la API las consultas se realizan con tokens de acceso, gestionados a través de JWT, un estándar abierto basado en JSON que evita tener que enviar las credenciales de autenticación en cada petición y permite establecer un tiempo de caducidad para cada sesión.

Palabras clave:

- **PROGRAMACIÓN WEB**
- **METODOLOGÍA SCRUM**
- **ANGULAR FRAMEWORK**
- **SPRING FRAMEWORK**
- **ARQUITECTURA MULTITENANT**

Abstract

This project is oriented to the development of a web system that optimizes the management of dental medical records for Regato Dental and Ecuamediks centers located in the province of Guayas, which has been developed using a multitenant architecture applying the maximum level of isolation, this means using independent databases for each medical center maintaining a single instance of the application in order to reduce the complexity in the data model and achieve a higher level of security. The system also allows specific data to be queried from other medical centers' databases without compromising their security. The result was a system that allows the administration of patients and the clinical histories linked to them, also generating a line of evolution, the clinical histories are based on the 033 form of the Ministry of Public Health of Ecuador. The system was developed with Angular framework for the development of the views, it makes requests to the API developed in Spring Rest using MySQL as a database. Regarding the API security, the queries are made with access tokens, managed through JWT, an open standard based on JSON that avoids having to send authentication credentials in each request and allows setting an expiration time for each session.

Keywords:

- **WEB APPLICATION**
- **SCRUM METHODOLOGY**
- **ANGULAR FRAMEWORK**
- **SPRING FRAMEWORK**
- **MULTITENANT ARCHITECTURE**

Capítulo I

1. Definición del Problema

1.1. Planteamiento del Problema

“La historia clínica es una de las formas de registro del acto médico, cuyas cuatro características principales se encuentran involucradas en su elaboración y son: profesionalidad, ejecución típica, objetivo y licitud.” (Guzmán y Arias, 2012)

Anteriormente dentro del Ecuador, no existía un formato estandarizado para el registro de historias clínicas, sino que cada médico o entidad de salud, establecía su propio formato en base a su criterio. No fue hasta la creación del MSP en 1967 que se establecieron un conjunto de criterios para la elaboración de este documento, sin embargo, los formatos estandarizados que se usan actualmente fueron establecidos en el año 2007.

“Los sistemas de información en salud (SIS) han sido implementados desde hace varias décadas en distintos países, no solo en los desarrollados, sino también en países de América Latina. En el Ecuador se está utilizando estos sistemas en pocos centros de salud y hospitales, principalmente por la complejidad y el alto costo que representa su desarrollo y mantenimiento”. (Albarracín, 2018). Esta situación implica una gran desventaja para los centros de salud pequeños, ya que al no poseer sistemas informáticos, o poseer sistemas que funcionan solo localmente, no se permite el acceso a información que otros centros médicos podría proporcionar.

Bajo este contexto en los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's ubicados en la provincia del Guayas se ha podido evidenciar la dificultad en la gestión de historias clínicas de los pacientes debido a que actualmente estos centros guardan registro de la información de sus pacientes en medios físicos, lo cual dificulta la administración, búsqueda, edición y análisis de dicha información. Lo detallado anteriormente evidencia que el tiempo requerido para el registro o búsqueda de datos es

demasiado alto, razón por la cual los pacientes no reciben una atención óptima, siendo el tiempo un factor primordial en la atención médica.

Actualmente los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's se encuentran en ciudades distintas y continuamente requieren el intercambio de información entre ellos o incluso otros centros con los cuales mantienen convenios. Es necesario mencionar la dificultad que existe al compartir información debido a que al no manejar un sistema software especializado en el área, se dificulta compartir estos datos de manera eficiente ya que actualmente este proceso se realiza en documentos físicos que tienen que ser trasladados, o enviados vía correo electrónico. Las desventajas de estos mecanismos radican en que al solicitar los datos entre los centros médicos es necesario estar a la espera de una respuesta lo cual se ve nuevamente reflejado en el factor tiempo.

El MSP solicita reportes anuales de los datos recopilados de los pacientes atendidos en cada uno de los centros médicos. Esta tarea resulta tediosa e ineficiente y en algunos casos puede llegar a tardar varios días, además de ser propensa a errores humanos, sin embargo, estos inconvenientes pueden ser solventados mediante un sistema software que automatice la generación de estos reportes, con lo cual el tiempo empleado para esta tarea se reduciría a minutos o incluso segundos.

1.2. Formulación del Problema

En base a las limitaciones antes descritas se plantea el siguiente problema:

¿Cómo optimizar la gestión de historias clínicas de pacientes y facilitar el intercambio de información entre los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's?

1.3. Antecedentes

El Ministerio de Salud Pública del Ecuador fue creado en 1967, “hasta ese momento, los formularios de la Historia Clínica tenían un formato diseñado de acuerdo a criterios clínicos definidos por los diferentes servicios de salud” (MSP, 2008); dada la época, en el Ecuador aún no se había popularizado el uso de ordenadores, por lo tanto la gestión de datos se la hacía en documentos físicos. Asimismo el MSP (2008) menciona que:

En 1972, mediante Decreto Supremo N° 200, se estableció la obligatoriedad la Historia Clínica Única y del Sistema Estadístico, como un conjunto de formularios y métodos de registro médico y estadístico, a ser utilizados en los establecimientos hospitalarios del Estado, instituciones de derecho público, semipúblico y autónomas y en las instituciones de derecho privado, de acuerdo con el instructivo y manual de procedimientos dictado por el Ministerio de Salud Pública (p. 1).

Posteriormente, el Ministerio de Salud Pública (2008) manifiesta que:

Entre 1995 y 1996, la Dirección General de Salud y la Dirección de Planificación, integraron una comisión ministerial para analizar las posibilidades de actualización de la Historia Clínica y procede a elaborar la propuesta de rediseño de los formularios básicos para su presentación ante el Consejo Nacional de Salud - CONASA (p. 1).

En el año 2007 se aprobó la adopción de los nuevos formularios actualizados,

los cuales están vigentes hasta la fecha en que se redacta este escrito” (MSP, 2008).

Según el M.S.P. del Ecuador la Historia Clínica Única de uso ambulatorio y hospitalario está integrada por los formularios básicos, de especialidades y complementarios, que se utilizan según las necesidades de registro de los profesionales de la salud; siendo el Formulario 033 y Formulario 024 de uso obligatorio para el servicio odontológico (MSP, 2008).

Durante el inicio de los sistemas informáticos, el uso de formularios estandarizados en el Ecuador aún no se definía, por lo que al igual que los documentos en papel, estos sistemas basan la estructura de la historia clínica en los criterios del cliente del sistema. Pero posterior a la disposición del MSP de usar los formularios establecidos, se empezó a considerarlos en el desarrollo de los sistemas dentro del Ecuador.

Con la aparición de sistemas médicos informáticos, la gestión de historial clínico mejoró, facilitando el almacenamiento y recuperación de estos datos. La popularización de los sistemas web, mejoró aún más este tipo de tareas, permitiendo acceder a los datos desde cualquier lugar del mundo además de que al mantenerlos en la nube los datos se encuentran más seguros.

En el 2015 se inicia el desarrollo de sistemas basados en la nube con tenencia múltiple (multitenant), se justifica su uso por el hecho de que la computación en la nube, particularmente la multipropiedad, presenta problemas de privacidad y seguridad relacionados con la información de salud personal (PHI) (Anwar e Imran, 2015).

1.4. Justificación e importancia

Los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's presentan problemas para la gestión de información de sus pacientes debido a que actualmente es manejada en formato físico. Manejar los datos de los pacientes de esta manera implica un riesgo para la seguridad de la información, ya que es propensa a perderse, estropearse e

inclusive ser accedida por terceros debido a que se almacena en documentos físicos en los mismos centros odontológicos.

Además del riesgo de mantener la información almacenada de manera física, otro de los inconvenientes de esta práctica es la ineficiencia del servicio que se brinda, ya que al no poseer un sistema la atención a los pacientes tarda más de lo que debería, además de que la búsqueda de información en archivos físicos individuales por paciente resulta tediosa para el personal de los centros odontológicos, requiriendo en algunos casos volver a redactar o reemplazar documentos para poder actualizar la información.

Al manejar documentos físicos independientes por paciente resulta imposible mantener una relación consistente entre documentos adicionales tales como exámenes médicos o radiológicos lo cual se puede solventar implementando un sistema software que mantenga la relación entre estos datos y los de los pacientes, esto a través de los apartados que nos ofrece el formato 033 del MSP en el cual se detalla exámenes previos que necesitan ser descritos.

El MSP además, solicita obligatoriamente reportes estadísticos anuales en un formato específico, lo cual implica un análisis manual de cada uno de los pacientes, por lo tanto al almacenarse la información en documentos físicos actualmente esta tarea resulta complicada al existir gran cantidad de documentos y tener que revisarlos individualmente. Por esta razón, al momento de generar las estadísticas se opta por omitir a los pacientes menos frecuentes o a los cuales se les ha realizado tratamientos de poca relevancia, como consultas de rutina.

Actualmente existen en el mercado gran cantidad de sistemas orientados al área odontológica sin embargo en Ecuador son pocos los sistemas que se preocupan por implementar los formatos impuestos por el MSP y menos aún que hayan sido desarrollados con una práctica de ingeniería de software que permite la escalabilidad

del software, entrega continua y la implementación de pruebas de sistema generando así un software robusto.

El uso de estándares en cualquier sistema software es un factor de calidad por lo que su aplicación es crucial para la mantenibilidad del sistema y su evolución. Al adoptar un estándar usado a nivel nacional existe la posibilidad de integración con sistemas externos que busquen enviar o recibir información de ser necesario.

Implementar un sistema web para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's mejorará la eficiencia y la gestión de historial clínico, así como también permitirá el intercambio de información de pacientes entre ellos, además de facilitar el análisis de los datos para la generación de estadísticas minimizando el tiempo requerido tanto para la atención de los pacientes, como para la generación de reportes. Teniendo como puntos fundamentales el proceso de estandarización de registro de historias clínicas mediante los parámetros indicados por el MSP así como la implementación del sistema a través de la arquitectura multitenant, se solventará las necesidades de los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's con un sistema robusto, escalable y de fácil mantenibilidad, además de permitir opcionalmente el aislamiento de datos de los centros médicos o la compartición de los mismos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Desarrollo de un sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's

1.5.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un marco teórico que permita definir la evolución de los métodos y técnicas de administración de historias clínicas en área odontológica así como la evolución de las arquitecturas orientadas a la nube

- Desarrollar un sistema web para optimizar la administración de historias clínicas basándose en los estándares médicos nacionales usando la arquitectura multitenant.
- Implementar el sistema web en los establecimientos médicos Regato Dental y Ecuamedik's.
- Validar los resultados con enfoque en dar cumplimiento a los indicadores planteados con el fin de verificar que el sistema implementado optimiza el proceso de gestión de historias clínicas odontológicas.

1.6. Meta

Desarrollo de un sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's

1.7. Hipótesis

Si se desarrolla un sistema web odontológico usando la arquitectura multitenant entonces se optimiza la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's.

1.8. Variables de la investigación

1.8.1. Variable dependiente

Optimización de la gestión de historial clínico en los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's.

1.8.2. Variable Independiente

Se desarrolla un sistema web odontológico con la arquitectura multitenant.

1.8.3. Conceptualización de la variable independiente

Los sistemas web odontológicos consisten en sistemas software que permiten la optimización de los procesos realizados dentro de los centros odontológicos, aportando

una mejor atención al usuario y permitiendo llevar un registro de los datos de los pacientes. Al realizarlo bajo la arquitectura multitenant la cual está orientada a la nube, se evidencia la principal ventaja, la cual es el contar con una sola instancia del sistema sirviendo a muchos clientes sin descuidar la información sensible de cada uno, dando así posibilidad de aliarse con nuevos centros odontológicos ampliando así la red de atención.

1.9. Indicadores

- Estandarización
 - Correcta aplicación de estándares odontológicos nacionales e internacionales impuestos por el MSP.
- Centralización/accesibilidad
 - Tiempo de accesibilidad de búsqueda, carga y descarga de historias clínicas.
 - Facilidad de compartición de datos entre los centros odontológicos.
- Velocidad
 - Tiempo promedio de registro de historias clínicas.
 - Tiempo promedio de edición de historias clínicas.
 - Tiempo promedio de generación de reportes.
 - Tiempo promedio de acceso a datos de pacientes compartidos.
 - Tiempo de atención al cliente en el registro de la historia clínica.
- Integridad
 - Privacidad de la información entre centros odontológicos.

Capítulo II

2. Marco Teórico

2.1. Introducción

El presente capítulo es una recopilación de información tales como antecedentes históricos, conceptuales, referenciales y contextuales referentes a registro de historias clínicas electrónicas así como modelos arquitectónicos para el registro electrónico de datos.

Aquí se abordan los distintos enfoques de una arquitectura de tenencia múltiple (multitenant) necesarios para llevar a cabo el proyecto de la manera más óptima y acorde a las necesidades de los centros odontológicos.

2.2. Antecedentes Históricos

La evolución de los modelos arquitectónicos datos para aplicaciones multitenant en el proceso de registros de salud electrónicos se ha dado en el transcurso de varios años dentro de los cuales ha sufrido cambios significativos en un corto periodo de tiempo, según Shortliffe (1998) previo a la imposición de los modelos arquitectónicos como tal existía el registro de datos sin un estándar definido, los cuales se realizan en medios físicos y variaban dependiendo de las necesidades del paciente o el médico, a partir de este punto se inicia una evolución continua de los registros electrónicos basados en la salud debido a la gran cantidad de problemas que habían generado los registros físicos.

Según Shortliffe (1999) El siguiente paso para llegar a lo que hoy conocemos como historia clínica fue el cambio de registros de observaciones a un historial médico completo, el cual empezaba a tener forma gracias a la cantidad de datos que se registraban de cada paciente, lo cual poco a poco se fue estandarizando entre doctores, lo cual permitió una atención más óptima de los pacientes.

Con el tiempo se plantearon argumentos que defendían la automatización de los registros médicos en computadora, los cuales se adjudican principalmente al Instituto de Medicina, con lo cual, según Shortliffe (1999) se da paso a los registros electrónicos de salud. La continua evolución de los registros electrónicos dentro del área de la salud se debió a la gran cantidad de información que era posible extraer de los mismos para mejorar la eficiencia de los ensayos clínicos.

Con el surgimiento de modelos arquitectónicos para los registros de salud electrónicos se da la necesidad de una terminología común y se genera la desconfianza de la privacidad de la información, dando lugar a métodos y técnicas para la seguridad de los datos en sistemas informáticos, además de la dificultad de la gran cantidad de información que debía ser ingresada por parte de un médico, entorpeciendo la atención al cliente. A partir de aquí surgen modelos visuales de historias clínicas y arquitecturas para la administración de información de manera privada y segura como multitenant, la cual permitió la administración de varios centros bajo una misma instancia de aplicación.

2.2.1. Etapa 1 (1950-1969)

Esta etapa se centra en los registros manuales de los datos de los pacientes, según Shortliffe (1998) en el siglo XIX surgen los primeros registros manuales personalizados de salud denominados como “cuadernos de laboratorio”, los datos registrados no eran un estándar, por lo que tenían la finalidad de registrar observaciones y planes para que los médicos puedan recordar detalles acerca del paciente. Shortliffe (1999) considera como lamentablemente inadecuado este método para satisfacer las necesidades de la medicina moderna.

2.2.2. Etapa 2 (1970-1979)

Dentro de esta etapa se evidencian los registros persistentes de datos. “SQL comenzó a ser el estándar de la industria, ya que las bases de datos relacionales con su sistema de tablas (compuesta por filas y columnas) pudieron competir con las bases jerárquicas y de red”. (Graneros, 2017, p.4).

El principal objetivo de los sistemas médicos de la época, los cuales iniciaban su inmersión en sistemas con base de datos era “El almacenamiento de registros médicos que contengan información de naturaleza disciplinada y sin restricciones” (Jones, 1974). En base a las necesidades suscitadas se plantearon soluciones, una de ellas fue el desarrollo de “Un sistema de almacenamiento de información a más largo plazo que respalde el historial médico del paciente de por vida” (Jones, 1974).

Los sistemas contaban con bases de datos y se orientaban a ser usados por múltiples usuarios, “...el enfoque tradicional de almacenamiento de datos formaba parte de la organización de las aplicaciones informáticas en áreas funcionales, cada una de las cuales poseía sus propios archivos, programas, entradas y salidas de diseño personalizado.” (Harvey y Press, 1996, p.25). En base a lo citado, con el nacimiento del nuevo modelo de bases de datos el cual emergía en la época surgen los registros electrónicos especializados para cada área funcional y se abre camino a la mantenibilidad de registros de los conocimientos en medios digitales gracias a la facilidad que ofrecía SQL en sus operaciones: “SQL es un lenguaje de acceso a bases de datos que explota la flexibilidad y potencia de los sistemas relacionales y permite así gran variedad de operaciones”. (Graneros, 2017, p.6).

2.2.3. Etapa 3 (1980-2009)

Los registros electrónicos de salud evolucionan e inician su adaptación a sistemas basados en arquitectura, uno de los avances más significativos fue la adaptación de los vocabularios clínicos. Cada uno de los diccionarios médicos existentes en la época tenían un enfoque diferente en el área de la salud y se administraban a través de códigos de los cuales cada uno de ellos representaba una definición médica, como son la ICD10-CM, “El sistema de Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) fue creado para el seguimiento preciso de enfermedades dentro de una población.” (Hirsch y Nicola, 2016, p. 1), o el Sistema de Codificación de Procedimientos (CPT) que según Hirsch y Nicola se usa para informar sobre procedimientos y servicios médicos, quirúrgicos y de diagnóstico.

Los datos pasaron de registro des estandarizados en sistemas principalmente de escritorio a una continua migración a bases de datos en la nube:

En el 2006 se puso en circulación el concepto de Cloud Computing, cuando George Gilder publicó su artículo "Las fábricas de la información" en la revista Wired. En él expuso un modelo de nube virtual, similar en estructura a la computación en Grid, enfocado a su uso en la web. La idea es que es un intermediario virtual entre el proveedor del servicio y el usuario o cliente, y se puede acceder a esta nube desde cualquier dispositivo con acceso a internet. (Cruz, 2012)

Con la gran cantidad de datos que se digitalizó en la época, dentro del ámbito médico se iniciaba de igual manera una migración a sistemas en la nube para seguir la tendencia; los sistemas que previamente se desplegaban en medios locales “... ahora en el dominio de la Internet pública. La información

sanitaria privada, antes confinada en estas redes locales, está migrando al por mayor, a Internet.”(Shimrat, 2009).

Un momento interesante y una fascinante convergencia de eventos si se tienen en cuenta las nuevas iniciativas de la administración Obama como "Transformación de la asistencia sanitaria a través de las TI" y "Habilitación de la reforma sanitaria mediante de la tecnología de la información", recomendaciones de la Healthcare Information and de Sistemas de Información y Gestión Sanitaria (HIMSS) a la administración Obama y al 111º Congreso. Congreso. (Shimrat, 2009)

Iniciando con la arquitectura cliente/servidor con un funcionamiento sencillo, “se tiene una máquina cliente, que requiere un servicio de una máquina servidor, y éste realiza la función para la que está programado” (Márquez, 2004).

2.2.4. Etapa 4 (2010-actualidad)

Dentro de esta etapa los registros de salud incursionan en sistemas basados en la arquitectura multitenant. Los sistemas de salud usualmente se orientan a una gran cantidad de usuarios por lo que el factor económico se volvió un punto importante que considerar, “La tecnología de arrendamiento múltiple es una de las competencias clave para que los servicios de entrega de redes logren un mayor margen de beneficio aprovechando la escala económica” (Guo, Sun y Wang, 2007),

Al existir una demanda extenuante de sistemas que permitan la administración de registros médicos de salud se empieza a usar multitenant como una alternativa viable para administrar este tipo de sistemas por sus beneficios en cuanto a la disminución de costos. Multitenant se describe como un grupo de usuarios que comparten el uso de una sola aplicación ya sea desde el acceso a los datos, la configuración, la gestión de usuario, las propiedades

funcionales y no funcionales. (Krebs, Momm, Kounev, 2012).

Granda, W (2017) plantea tres enfoques de multitenant en lo que respecta a niveles de abstracción y gestión de datos: base de datos por separado, base de datos compartidas con esquemas separados y base de datos compartidas con esquemas compartidas, la información almacenada no sufre cambios entre ellos y siempre se toman en cuenta los pilares de disponibilidad, separación segura, garantía de servicios y gestión.

Al ser multitenant una arquitectura flexible, es posible su aplicación en muchas áreas de la ciencia, una de estas ha sido la comunicación dentro de centros médicos, “la tenencia múltiple, el alojamiento de varios clientes mediante una única instancia de aplicación, conduce a una mayor eficiencia, escalabilidad mejorada y menores costos.” (Maenhaut, 2016).

Multitenant cuenta con un mecanismo de aislamiento de datos para aumentar la seguridad “que tiene como finalidad evitar posibles accesos no válidos, conflictos e interferencias entre los Tenants” (Granda, 2017). Además uno de los pilares fundamentales de multitenant es el llamado separación segura que plantea lo siguiente: “Al ser una arquitectura compartida, se debe tomar en cuenta el aislamiento de los usuarios y la seguridad en el almacenamiento de la información.” (Granda, 2017).

2.3. Antecedentes Conceptuales y Referenciales

2.3.1. *Caracterización tecnológica del proceso de registros de datos de salud electrónicos*

2.3.1.1. Registros de datos en la salud

“Los registros o bases de datos son herramientas de trabajo capaces de proporcionar información sobre una actuación concreta en la población como un todo,

ofreciéndonos una estimación de las tendencias recientes y los riesgos de futuro a escala nacional”. (Planas, 2004)

Cuando hablamos de registros de salud, no necesariamente nos referimos a registros de datos electrónicos, sino a todas las posibles formas físicas y electrónicas de almacenar información.

El MSP (2008) define a HCU (Historia Clínica Única) como “un documento médico legal que consigna la exposición detallada y ordenada de todos los datos relativos a un paciente o usuario, incluye la información del individuo y sus familiares, de los antecedentes, estado actual y evolución, además de los procedimientos y de los tratamientos recibidos.”

Por lo tanto, cuando hablamos de datos en la salud o datos médicos se hace referencia a la Historia Clínica de un paciente.

2.3.1.2. Historia clínica

La historia clínica es una de las formas de registro del acto médico, cuyas cuatro características principales se encuentran involucradas en su elaboración y son: profesionalidad, ejecución típica, objetivo y licitud. La profesionalidad se refiere a que solamente el profesional de la medicina puede efectuar un acto médico, pues en esencia son los médicos quienes están en capacidad de elaborar una buena historia clínica. La ejecución es típica cuando se hace conforme a la denominada *lex artis ad hoc*, debido a que la medicina siempre se ejerce de acuerdo con las normas de excelencia de ese momento, a pesar de las limitaciones de tiempo, lugar y entorno. El objetivo de ayuda al enfermo se traduce en aquello que se transcribe en la historia. La licitud se debe a que la misma norma jurídica respalda a la historia clínica como documento indispensable. (Guzmán y Arias, 2012, p.1).

2.3.1.3. Tipos de historia clínica

2.3.1.3.1. Historia clínica cronológica

“En este tipo de documento se lleva el historial médico del paciente desde la aparición de la enfermedad, anexando el tratamiento, exámenes complementarios, notas de enfermería referente al tratamiento y finalmente, la epicrisis”. (Bata Médica, 2020)

2.3.1.3.2. Historia clínica orientada por problemas

“Dentro de la historia médica se detallan factores determinantes de una enfermedad, datos socioeconómicos y antecedentes familiares. Aplicado en instituciones médicas de atención primaria, con el fin de abordar datos epidemiológicos de una población en cuestión”. (Bata Médica, 2020)

2.3.1.3.3. Historia clínica orientada hacia decisiones

“Como tiene que ver con la toma de decisiones, lo más relevante de este modelo de historia es su orientación hacia el diagnóstico probable de enfermedad y las demás dolencias que hay que excluir en cada caso”. (Bata Médica, 2020).

2.3.1.4. Funciones de la historia clínica

“Las funciones de la historia clínica son: docencia e investigación, epidemiología, mejora continua de la calidad, gestión y administración, así como instrumento médico legal”. (González y Cardentey, 2015, p.536)

2.3.1.5. Formas de registro de datos médicos

2.3.1.5.1. El registro de datos médicos en papel

Según Shortliffe (1999) el historial médico en papel surgió en el siglo XIX como un "cuaderno de laboratorio" altamente personalizado que los médicos podían utilizar para registrar sus observaciones y planes para que puedan recordar los detalles pertinentes cuando vean nuevamente a ese mismo paciente.

“El historial médico en papel es lamentablemente inadecuado para satisfacer las necesidades de la medicina moderna”. (Shortliffe, 1999)

Sin embargo, pese a las desventajas de esta práctica, es común encontrar centros de salud que utilizan este medio para almacenar la información de sus pacientes.

2.3.1.5.2. El registro electrónico de datos médicos

“El soporte físico del almacenamiento de información en los registros médicos fue siempre el papel. Con la aparición de las computadoras en la década de 1960 se generó una nueva forma de almacenar, recuperar y visualizar la información contenida en el registro, cambiando el soporte físico por el formato electrónico”. (Luna, Soriano y Quirós, 2007, p.2)

“La historia clínica electrónica es una herramienta que favorece la calidad, la seguridad y la continuidad asistencial”. (Sabartés, 2013)

“El uso de historias clínicas electrónicas ofrece muchas ventajas para la investigación clínica. Lo más obvio es que ayuda a eliminar las tareas manuales de extraer datos de gráficos o rellenando fichas técnicas especializadas. Los datos necesarios para un estudio pueden derivarse directamente del registro electrónico, lo que convierte la recopilación de datos de investigación en un subproducto del mantenimiento de registros clínicos de rutina.” (Shortliffe, 1999).

2.3.1.6. Estandarización de registros de salud

“La estandarización es el desarrollo sistemático, aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas”. (Tafolla, 2000, p. 1)

“Es un proceso particular, que puede realizarse por instituciones expertas en determinados temas, pero que necesariamente los estándares no tienen que aprobarse por un organismo internacional o nacional dedicado a la actividad de normalización”.

(Fernández y Alfonso, 2005, p. 3)

“Son requisitos imprescindibles para un buen registro nacional, la existencia de estándares nacionales para su perfección, oportunidad y calidad”. (Planas, 2004)

2.3.1.7. Organismos de control de la salud

2.3.1.7.1. Organización Mundial de la Salud (OMS)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención a nivel mundial en la salud, definida en su Constitución como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente como la ausencia de afecciones o enfermedades.

2.3.1.7.2. Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP)

El Ministerio de Salud Pública de Ecuador (MSP) es una entidad nacional encargada de ejercer la rectoría, regulación, planificación, coordinación, control y gestión de la Salud Pública ecuatoriana a través de la gobernanza y vigilancia y control sanitario y garantizar el derecho a la Salud a través de la provisión de servicios de atención individual, prevención de enfermedades, promoción de la salud e igualdad, la gobernanza de salud, investigación y desarrollo de la ciencia y tecnología; articulación de los actores del sistema, con el fin de garantizar el derecho a la Salud. (MSP, 2008).

2.3.1.8. Estándares para el registro de datos de salud

2.3.1.8.1. Formularios de historia emitidos por el MSP

En octubre de 2006, el Directorio del Consejo Nacional de Salud, aprobó el expediente único para la Historia clínica, con 14 formularios básicos. (MSP, 2008)

En enero del 2007, mediante Acuerdo Ministerial se aprobó la utilización de los formularios básicos actualizados de la Historia Clínica Única y de los formularios del “Registro Médico Orientado por Problemas” y se dispuso al Proceso de Aseguramiento de la Calidad la elaboración un plan de implementación – evaluación de los formularios de la Historia Clínica, aprobados por el CONASA, (incluyendo 4 formularios adicionales). (MSP, 2008)

Entre los formularios emitidos por el MSP, se encuentran los siguientes:

- Form. 003 Anamnesis
- Form. 006 Epicrisis
- Form. 021 Signos Vitales
- Form. 017 Administración de medicamentos
- Form. 033 Odontología
- Form. 038 Servicio Social

2.3.1.8.2. El formulario 033 - Odontología

El formulario 033 es el modelo estandarizado de historia clínica única de odontología emitido por el MSP cuya estructura, convenciones y simbología se encuentran detallados en el documento “Manual de Uso del Formulario 033” emitido por esta misma entidad.

2.3.1.8.3. CIE 10

La Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10) es la Décima Revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) que desde 1948 está a cargo de la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Mora, 2018)

La Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10), corresponde al acrónimo de la Clasificación Internacional de Enfermedades, décima versión en español

de la (en inglés) ICD, siglas de International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) y determina la clasificación y codificación de las enfermedades y una amplia variedad de signos y síntomas. (Doussoulin, Rivas y Sabelle, 2016, p. 572)

2.3.1.9. Tecnologías para proceso de estandarización de registros de salud electrónicos

Con el fin de automatizar la estandarización de registros de salud a lo largo del tiempo se ha optado por distintas tecnologías como herramientas de ofimática y sistemas médico informáticos.

2.3.1.9.1. Herramientas de ofimáticas

“Una herramienta ofimática es una recopilación de programas, los cuales son utilizados en oficinas. Tienen diferentes funcionalidades como crear, modificar, organizar, escanear, imprimir, etc..., archivos y documentos.” (Cano, 2019)

Es común encontrar centros médicos que utilicen este tipo de herramientas como documentos excel o word, ya que son una forma de bajo costo para almacenar datos así como automatizar de forma muy básica, la generación de reportes y estadísticas así como conservar un formato estandarizado para dichos documentos.

2.3.1.9.2. Sistemas médico informáticos

“Se están desarrollando continuamente nuevos sistemas, que permiten la recolección de datos y la posibilidad de utilizarlos de manera rápida y eficaz, como retroalimentación a las actividades de salud.” (Salamea, 2003)

“En esta perspectiva, la informática participa en la adquisición, almacenamiento y utilización de los datos, como en la toma de decisiones bajo un razonamiento probabilístico.” (Salamea, 2003)

La aplicación de estándares en los sistemas informáticos entra en el modelado de datos. Durante esta etapa de desarrollo se debe considerar los estándares de salud impuestos para la estructuración de los datos. De este modo se garantiza que la información almacenada electrónicamente respeta dichos estándares.

2.3.2. Caracterización tecnológica de los modelos arquitectónicos de datos para aplicaciones multitenant.

2.3.2.1. Arquitectura de software

“La arquitectura de software es un conjunto de elementos arquitecturales que poseen alguna organización” (Durango, 2015, p. 42).

“A menudo se refiere a detalles a los detalles de desarrollo de aplicaciones y sistemas de alto nivel.” (Vance, 2020 p. 4).

La arquitectura de software constituye un puente entre el diseño de software que abarca los requisitos del usuario y el código, además de ser la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan el diseño y evolución (Reynoso, 2004).

2.3.2.2. Modalidades y tendencias de la arquitectura de software

Reynoso (2004) propone una división dentro de las modalidades y tendencias de la arquitectura de software.

2.3.2.2.1. Arquitectura como etapa de ingeniería y diseño orientada a objetos

“La arquitectura se restringe a las fases iniciales y preliminares del proceso y concierne a los niveles más elevados de abstracción, pero no está sistemáticamente ligada al requerimiento que viene antes o a la composición del diseño que viene después” (Reynoso, 2004, p. 26)

2.3.2.2.2. *Arquitectura estructural*

“El diseño arquitectónico no sólo es el de más alto nivel de abstracción, sino que además no tiene por qué coincidir con la configuración explícita de las aplicaciones...

En general nadie habla de clases o de objetos” (Reynoso, 2004, p. 27)

2.3.2.2.3. *Estructuralismo arquitectónico radical*

Según Reynoso (2004), se desprende de la corriente de la arquitectura estructural y se enfoca en UML, existiendo dos tendencias, una excluyendo la relevancia del modelado orientado a objetos y otra que procura definir nuevos meta modelos y estereotipos de UML.

2.3.2.2.4. *Arquitectura basada en patrones*

“Prevalece cierta tolerancia hacia modelos de proceso tácticos, no tan macroscópicos, y eventualmente se expresa cierta simpatía por las ideas de Martin Fowler y las premisas de la programación extrema” (Reynoso, 2004, p. 27)

2.3.2.2.5. *Arquitectura procesual*

“Intenta establecer modelos de ciclo de vida y técnicas de elicitación de requerimientos, brainstorming, diseño, análisis, selección de alternativas, validación, comparación, estimación de calidad y justificación económica específicas para la arquitectura de software” (Reynoso, 2004, p. 28)

2.3.2.2.6. *Arquitectura de escenarios*

“Suele utilizarse diagramas de casos de uso UML como herramienta informal u ocasional, dado que los casos de uso son uno de los escenarios posibles. Los casos de uso no están orientados a objetos” (Reynoso, 2004, p. 28).

2.3.2.3. *Modelos arquitectónicos de datos para aplicaciones multitenant*

“La tenencia múltiple es un principio de arquitectura de software relativamente nuevo en el ámbito del modelo de negocio de Software como servicio (SaaS).”

(Bezemer y Zaidman, 2010)

Antes de profundizar en el concepto de multitenant, es necesario conocer qué es “Computación en la Nube” y “Software como Servicio”.

2.3.2.3.1. Computación en la nube (Cloud computing)

La computación en la nube es el modelo que permite el acceso a una red bajo demanda de un conjunto de servicios informáticos configurables tales como infraestructura, aplicaciones y almacenamiento. (Del Vecchio, Paternina, Henríquez, 2015, p. 81)

Mejia (2011) afirma que la computación en la nube basa su arquitectura haciendo una separación entre hardware, plataforma y aplicaciones quedando las siguientes capas:

2.3.2.3.2. Software como servicio (SaaS)

Se encuentra en la capa más alta y consiste en la entrega de aplicaciones completas como un servicio. El proveedor de tecnologías de información y comunicación (TIC) ofrece el SaaS (Software as a Service). Para ello dispone de una aplicación que se encarga de operar y mantener y que frecuentemente es desarrollada por él mismo. (Mejia, 2011, p. 47)

2.3.2.3.3. Plataforma como servicio (PaaS)

En orden descendente, PaaS (Platform as a Service) es la siguiente capa. Básicamente su objetivo se centra en un modelo en el que se proporciona un servicio de plataforma con todo lo necesario para dar soporte al ciclo de planteamiento, desarrollo y puesta en marcha de aplicaciones y servicios web a través de la misma. El proveedor es el encargado de escalar los recursos en caso de que la aplicación lo requiera, de que la plataforma tenga un rendimiento óptimo, de la seguridad de acceso, etc. (Mejia, 2011, p. 47).

2.3.2.3.4. Infraestructura como servicio (IaaS)

IaaS (Infrastructure as a Service) corresponde a la capa más baja. La idea

básica es la de hacer uso externo de servidores para espacio en disco, base de datos, ruteadores, switches así como tiempo de cómputo evitando de esta manera tener un servidor local y toda la infraestructura necesaria para la conectividad y mantenimiento dentro de una organización. Con una IaaS lo que se tiene es una solución en la que se paga por consumo de recursos solamente usados: espacio en disco utilizado, tiempo de CPU, espacio para base de datos, transferencia de datos, etc. (Mejia, 2011, p. 47)

2.3.2.4. Multitenancy

“Es un grupo de usuarios que comparten el uso de una sola aplicación ya sea desde el acceso a los datos, la configuración, la gestión de usuario, las propiedades funcionales y no funcionales”. (Krebs, Momm, Kounev, 2012)

“Se refiere a un principio de arquitectura de software, donde un sistema comparte varios clientes, es decir que trabaja sobre una misma instancia de software, la cual se ejecuta desde un servidor, a este tipo de arquitectura se la llama arquitectura multi propietario o multiusuario”. (Villamil y Medina, 2019, p. 55)

En multitenant la arquitectura de datos es un área en la que el grado óptimo de aislamiento para una aplicación SaaS puede variar significativamente dependiendo de consideraciones técnicas y comerciales. (Chong, Carraro y Wolter, 2006, p. 2)

Figura 1

Modelos de arquitectura multitenant



Nota. Tomado de *Multi-Tenant Data Architecture* por Chong, F, 2006.

2.3.2.4.1. Base de Datos Separadas

En esta arquitectura los datos de cada cliente se almacenan en bases de datos separadas. Las bases de datos pueden estar en el mismo servidor o pueden ser divididas a través de servidores de bases de datos múltiples. Este enfoque proporciona aislamiento máximo de datos de clientes. (Villamil y Medina, 2018, p. 56)

Figura 2

Modelo multitenant de diferentes bases



Nota. Tomado de *Desarrollo de un sistema multiplataforma (web y móvil para la gestión del noveno congreso internacional de computación CICOM 2019)* por Medina, J, 2019

2.3.2.4.2. Esquemas separados

Este enfoque consiste en arrendatarios de viviendas múltiples en la misma base de datos, con cada cliente que tiene su propio conjunto de tablas que se agrupan en un esquema creado específicamente para el cliente. Con este enfoque puede tener una sola base de datos con un esquema para cada cliente. (Villamil y Medina, 2018, p. 56)

Figura 3

Modelo multitenant de diferentes esquemas



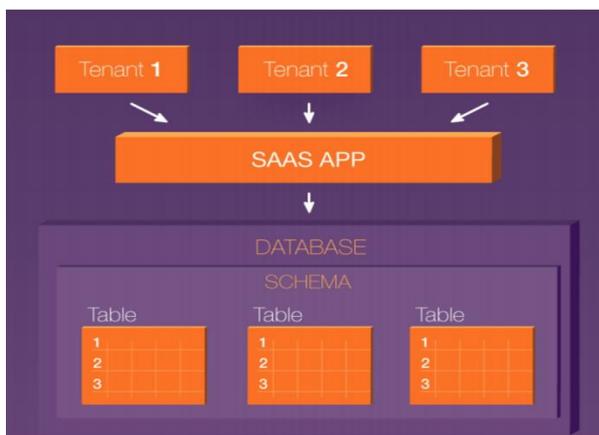
Nota. Tomado de *Desarrollo de un sistema multiplataforma (web y móvil para la gestión del noveno congreso internacional de computación CICOM 2019* por Medina, J., 2019

2.3.2.4.3. Esquema Compartido

En este enfoque sólo existe una única base de datos y un esquema único. Cada Tabla debe de referirse a un id de cliente. En este enfoque, todos los clientes comparten el mismo conjunto de tablas, y un ID de cada cliente asociados con los registros de su propiedad. (Villamil y Medina, 2018, p. 57)

Figura 4

Modelo multitenant de diferentes tablas



Nota. Tomado de *Desarrollo de un sistema multiplataforma (web y móvil para la gestión del noveno congreso internacional de computación CICOM 2019* Medina, J., 2019

2.3.3. Tecnologías para los modelos arquitectónicos de datos para aplicaciones multitenant

El desarrollo de aplicaciones multitenant sin importar cual sea el enfoque de aislamiento de datos, no requiere el uso de una tecnología en específico ya que se pueden implementar mediante cualquier tecnología que permita el desarrollo de aplicaciones web. Sin embargo, a continuación se describen las más comunes.

2.3.3.1. Tecnologías a nivel de base de datos

2.3.3.1.1. MySQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos (SGBD, DBMS por sus siglas en inglés) muy conocido y ampliamente usado por su simplicidad y notable rendimiento. Aunque carece de algunas características avanzadas disponibles en otros SGBD del

mercado, es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales, como de entretenimiento precisamente por su facilidad de uso y tiempo reducido de puesta en marcha. Esto y su libre distribución en Internet bajo licencia GPL le otorgan como beneficios adicionales (no menos importantes) contar con un alto grado de estabilidad y un rápido desarrollo. (Santillán, Ginestá y Mora, 2014)

2.3.3.1.2. MongoDB

“MongoDB es una base de datos de documentos, lo que significa que almacena datos en documentos similares a JSON. Creemos que esta es la forma más natural de pensar en los datos y es mucho más expresiva y poderosa que el modelo tradicional de filas / columnas.” (Mongodb, s.f.)

2.3.3.1.3. PostgreSQL

PostgreSQL es un gestor de bases de datos orientadas a objetos (SGBDOO o ORDBMS en sus siglas en inglés) muy conocido y usado en entornos de software libre porque cumple los estándares SQL92 y SQL99, y también por el conjunto de funcionalidades avanzadas que soporta, lo que lo sitúa al mismo o a un mejor nivel que muchos SGBD comerciales. (Santillán, Ginestá y Mora, 2014)

PostgreSQL se distribuye bajo licencia BSD, lo que permite su uso, redistribución, modificación con la única restricción de mantener el copyright del software a sus autores, en concreto el PostgreSQL Global Development Group y la Universidad de California. (Santillán, Ginestá y Mora, 2014)

2.3.3.2. Tecnologías a nivel de backend

2.3.3.2.1. Node.js

Es un contenedor de Javascript que funciona con el motor V8, para ejecutar código Javascript desde el servidor. Lo que sirve para poder generar páginas web dinámicas y cargar el contenido antes de que la página sea enviada al navegador web del usuario. (NodeJS, n.d.)

2.3.3.2.2. *Laravel*

Laravel es un framework PHP útil y permite crear aplicaciones web fácilmente. Utiliza el popular patrón de diseño MVC (modelo-vista-controlador) y está basado en el sistema de Symfony. Laravel utiliza un sistema de paquete modular, por lo que podemos ampliar nuestra aplicación con nuevos módulos. Reutiliza varios componentes existentes de otros marcos, lo que ayuda a crear una aplicación operativa segura rápidamente. Algunas de sus características y ventajas: admite el acceso a diferentes bases de datos; presenta utilidades que ayudan en el desarrollo de aplicaciones web; simple y motor de enrutamiento rápido; la aplicación web se vuelve más escalable; se ahorra un tiempo considerable en el diseño. Laravel es de código abierto software, con licencia del MIT. (Subecz, 2021)

2.3.3.2.3. *Spring*

Spring es un framework que da soporte al desarrollo de aplicaciones empresariales en Java, surgió como una alternativa ligera a la compleja plataforma J2EE, ganando muchísima popularidad entre los programadores. (González ,2016)

Spring nos proporciona una serie de características entre las que tenemos que destacar la inyección de dependencias y la gestión de transacciones, el soporte para pruebas automatizadas y el soporte orientado a aspectos de programación. (González ,2016)

2.3.3.3. Tecnologías a nivel de frontend

2.3.3.3.1. *Vue.js*

Vue (pronunciado / vju: /, como vista) es un framework progresivo para construir interfaces de usuario. A diferencia de otros frameworks monolíticos, Vue está diseñado desde cero para ser adoptable de forma incremental. La biblioteca principal se centra solo en la capa de vista y es fácil de integrar con otras bibliotecas o proyectos existentes. Por otro lado, Vue también es perfectamente capaz de impulsar sofisticadas

aplicaciones SPA cuando se usa en combinación con herramientas modernas y bibliotecas de soporte. (VueJS, s.f.)

2.3.3.3.2. Angular

Angular es una plataforma de desarrollo, construida sobre TypeScript. Como plataforma, Angular incluye un marco basado en componentes para crear aplicaciones web escalables, una colección de bibliotecas bien integradas que cubren una amplia variedad de características, que incluyen enrutamiento, administración de formularios, comunicación cliente-servidor y más. (Angular, s.f.)

2.4. Antecedentes Contextuales

Los centros Regato Dental están ubicados en la provincia del Guayas, ciudad de San Francisco de Milagro en la Cdla. San Francisco calles Uruguay y Ecuador y Ecuamedik's ubicado en la provincia del Guayas, ciudad de Naranjito en la Cdla. Javier marcos calles flor maria valverde y jaime ortiz ambos dedicados a la atención al público en general sin distinción de razas ni situación económica.

El centro médico Regato dental atiende a pacientes principalmente de la ciudad de Milagro. Aproximadamente el 40% de los pacientes atendidos son niños, cuyo problema más frecuente es la caries. El 60% restante incluye de forma variada a jóvenes, adultos y adultos mayores. Siendo en adultos mayores la extracción de piezas dentales, colocación de carillas y prótesis los procedimientos de mayor frecuencia.

El centro médico Ecuamedik's atiende principalmente a pacientes de clase media de la ciudad de Naranjito. El rango de edad de pacientes es muy variado, entre ellos están niños, jóvenes, adultos y adultos mayores.

Para la justificación científica del problema se ha elaborado un instrumento de investigación, de los cuales se ha obtenido los siguientes resultados.

Pregunta 1: ¿Considera usted que los métodos físicos para el registro de historias clínicas son los adecuados?

El 100% de las personas consideran que los métodos físicos para el registro de historias clínicas son inadecuados.

Pregunta 2: ¿Cuáles son los métodos que usted considera más eficientes para el almacenamiento de la información de un centro odontológico?

El 80% de las personas consideran que los registros digitales en un software propio son los más eficientes para el almacenamiento de la información de un centro odontológico, por otro lado, el 20% restante considera que el método más eficiente son los registros digitales haciendo uso de la herramienta Microsoft Excel y un 0% considera que los registros físicos son el mejor método.

Pregunta 3: ¿Qué nivel de dificultad se ha presentado al momento de registrar o buscar información de pacientes?

El 80% de las personas han presentado un nivel alto de dificultad al registrar o buscar información de pacientes con los métodos actuales, mientras que solo el 20% restante ha tenido un nivel medio de dificultad.

Pregunta 4: ¿En algún momento ha tenido problemas con la administración de la seguridad de su información registrada en medios físicos?

El 80% de las personas han tenido problemas con la administración de la seguridad de su información registrada en medios físicos.

Pregunta 5: ¿Los métodos de administración del centro odontológico satisfacen todas sus necesidades?

El 100% de las personas consideran que los métodos de administración del centro odontológico no satisfacen todas las necesidades.

Pregunta 6: En la primera consulta de un paciente, ¿Cuál es el tiempo promedio que tarda en un registro completo de historia clínica?

El 60% de las personas tardan en promedio más de 11 minutos en registrar los datos completos de una historia clínica en su primera consulta, El otro 40% de las personas tardan entre 6 a 10 minutos.

Pregunta 7: ¿Estaría dispuesto a utilizar un sistema que le permita administrar la información de pacientes del centro odontológico que use estándares impuestos por el MSP?

El 100% de las personas estarían dispuestos a utilizar un sistema que le permita administrar la información de pacientes del centro odontológico que use estándares impuestos por el MSP.

Pregunta 8: ¿Estaría dispuesto a usar el mismo sistema que los centros odontológicos con los que se tiene convenio siempre y cuando no afecte el rendimiento del sistema?

El 92% respondió que asegura que usaría el mismo sistema que otros centros odontológicos siempre y cuando el rendimiento del sistema no se vea afectado.

Pregunta 9: ¿Estaría dispuesto a usar un sistema que permita la integración de centros odontológicos externos en un futuro siempre y cuando sus datos se mantengan completamente seguros?

El 92% respondió que estaría dispuesto a usar un sistema que permita la integración de centros odontológicos externos en un futuro siempre y cuando su información y la de sus pacientes se mantengan completamente seguras.

Pregunta 10: ¿Qué nivel de impacto positivo considera que tendría la implementación de un sistema que permita la administración de historias clínicas que tenga la opción de compartir información con otros centros médicos?

El 92% respondió que considera que existirá un impacto positivo alto al implementar un sistema que permita la administración de historias clínicas que tenga la opción de compartir información con otros centros médicos.

De acuerdo a los resultados de las encuestas se evidencia que el 100% de los encuestados ha considerado el registro de datos en papel como una forma inadecuada de almacenar una historia clínica. Todos los encuestados consideran que el registro digital de información es más eficiente que el registro en documentos físicos, siendo el uso de software específico el más adecuado y el uso de herramientas de ofimática en segundo lugar debido a su fácil acceso y bajo costo.

Los métodos actuales no satisfacen las necesidades de los centros odontológicos. Al contrario, dificultan actividades cotidianas como la búsqueda de información o la generación de estadísticas. Se ha podido observar que todos los encuestados presentan dificultad en medio o alto grado al registrar o buscar datos de pacientes mediante los métodos actuales. El 60% de los encuestados tarda más de 11 minutos en registrar una historia clínica completa, mientras que el 40% restante tarda entre 6 y 10 minutos lo cual es un problema considerando que dicha información es propensa a estropearse y al estar almacenada en fichas con un formato establecido estas suelen llenarse en el transcurso de un tratamiento, requiriendo transcribir el registro en otra ficha con más espacio para consultas médicas futuras.

El 100% de los encuestados está de acuerdo con usar un sistema que respete

los estándares impuestos por el MSP además, la mayoría de los encuestados está abierto a usar el mismo sistema que otros centros odontológicos siempre y cuando esto no afecte al rendimiento del sistema. El 92% de los encuestados está dispuesto a compartir opcionalmente la información de sus pacientes siempre y cuando su información se mantenga segura.

Capítulo III

3. Desarrollo de la Propuesta

Desarrollo de un sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's

3.1. Introducción al capítulo

En este capítulo se describe el desarrollo de la propuesta “Sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's”. El presente sistema web consta de dos partes, frontend y backend.

3.2. Metodología para el desarrollo de software en sistemas web

“Actualmente no existe una metodología universalmente aceptada, que guíe en el proceso de desarrollo de aplicaciones Web.” (Cáceres y Marcos, 2001, p.1)

3.2.1. Metodologías ágiles frente a metodologías tradicionales en sistemas web

Las metodologías de desarrollo tradicionales, entre ellas RUM y MSF centran su atención en llevar una documentación exhaustiva de todo el proyecto y en cumplir con un plan de proyecto, definido todo esto, en la fase inicial del desarrollo del proyecto.(Figuroa, Solís y Cabrera, 2008, p.2)

“Luego de varias opiniones tanto a favor como en contra de las metodologías tradicionales se genera un nuevo enfoque denominado, métodos ágiles, que nace como respuesta a los problemas detallados anteriormente y se basa en dos aspectos puntuales, el retrasar las decisiones y la planificación adaptativa; permitiendo potenciar aún más el desarrollo de software a gran escala.” (Figuroa, Solís y Cabrera, 2008, p.5)

Los procesos ágiles son una buena elección cuando trabajamos con requisitos variables, por esta razón un proceso adaptativo puede resultar mucho más efectivo que un proceso predictivo ya que también facilitan la generación rápida de prototipos y de versiones previas a la entrega final. (Cáceres y Marcos, 2001, p.3)

En general, las aplicaciones Web cumplen la mayor parte de las características mencionadas en el párrafo anterior, por lo que la utilización de procesos ágiles podría ser beneficioso para este tipo de desarrollos. La necesidad del cliente que contrata un desarrollo Web es que su producto esté disponible en la red lo más pronto posible. [...] Puesto que los procesos ágiles permiten obtener versiones de producto previas a la versión final, si se aplica adecuadamente estos procesos el cliente podrá disponer de forma rápida de alguna versión intermedia. Cáceres y Marcos (2001, p.3)

3.2.2. Comparativa de metodologías ágiles en el desarrollo web

Maleki y Ramsin (2017) realizan un estudio comparativo de las metodologías ágiles más comunes empleadas en el desarrollo web. Dicho estudio se encuentra resumido en la siguiente tabla, la cual se interpreta de la siguiente manera:

- **Metodología nueva o extendida:** 1: nueva; 2: extendida.
- **Atención en aspectos de diseño web:** 1: Lógico, 2: Contenido; 3: Navegación; 4:UI; 5 No direccionado.
- **Sintonía con la velocidad de desarrollo:** 1:No; 2: Hay alguna recomendación dada; 3: Totalmente soportada.
- **Especificación de productos relacionados con la web y roles:** 1: Solo tipos definidos 2: Nombres y recomendaciones dadas para productos; 3: Totalmente definido.
- **Para todos los demás items:** S:Si; N:No.

Figura 5

Comparativa de metodologías ágiles

Criterios/Metodologías	Mockup-DD	RAMBUS	USABAGILE_Web	WebHelix	S-FDD	Xweb-Process	XP	UML-AW	Cristal Orange Web	S-Scrum	Scrum-CMMI	AWDWF	AWE	Scrum-MDE
Metodología nueva o extendida	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2
Especificación de características web técnicas	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N
Diseño de arquitectura web	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Diseño de UI temprano	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Seguridad basada en web	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Desarrollo web rápido	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Usabilidad web	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Nivel abordado de criticidad web	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Fiabilidad web	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Flexibilidad web	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Atención en aspectos de diseño web	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	14	1 2 3 4	14	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Sintonía con la velocidad de desarrollo	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2
Especificación de productos relacionados con la web y roles	2	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3

Nota. Recuperado de *Agile Web Development Methodologies: A Survey and Evaluation* por Maleki & Ramsin. (2018)

3.2.3. S-Scrum

Según Maleki y Ramsin (2017) S-Scrum es una variante de la metodología Scrum. Su principal enfoque es desarrollar sistemas web seguros realizando un análisis de seguridad y diseño desde las primeras etapas de scrum. Un punto importante a considerar de esta metodología es que si un requisito modificado es crítico para la seguridad, el sprint actual se interrumpe y se inicia un nuevo sprint con el fin de implementar dicho requisito. S-Scrum es análogo al proceso original de Scrum pero hace énfasis en aplicar pruebas de seguridad e intrusión y producir un diagrama de casos de uso indebido. (p.10)

Como se ha podido evidenciar, el uso de metodologías ágiles en el desarrollo web es efectivo en la mayoría de los casos ya que este tipo de aplicativos cumplen con la mayoría de criterios para su uso. Dentro de las metodologías ágiles más usadas para desarrollo web se encuentra S-Scrum, la cual a más de brindar la flexibilidad requerida para el presente proyecto, hace énfasis en la seguridad, lo cual es un punto importante

considerando que la arquitectura a usar lo define como un único sistema para varios usuarios por lo que no se pasar por alto posibles vulnerabilidades de acceso no deseado a la información. Esta metodología sugiere la creación de un diagrama de casos de uso indebido, con el fin de identificar posibles vectores de ataque de usuarios malintencionados. Se añade también una etapa adicional a cada sprint, en la que se realizan pruebas de seguridad y se respeta la regla de que si un requisito es modificado y este cambio es crítico para la seguridad, el sprint actual puede interrumpirse para iniciar uno nuevo que permita implementar dicho cambio.

3.3. Modelo de la aplicación

El presente proyecto plantea como propuesta un sistema odontológico web SaaS (Software como servicio) utilizando una arquitectura multitenant con enfoque de bases de datos independientes para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's.

La principal ventaja del uso de esta arquitectura es la reducción de costos de implementación y mantenimiento, ya que al tener una sola instancia de la aplicación para todos los clientes se facilitará su mantenimiento e intercambio de información entre ellos.

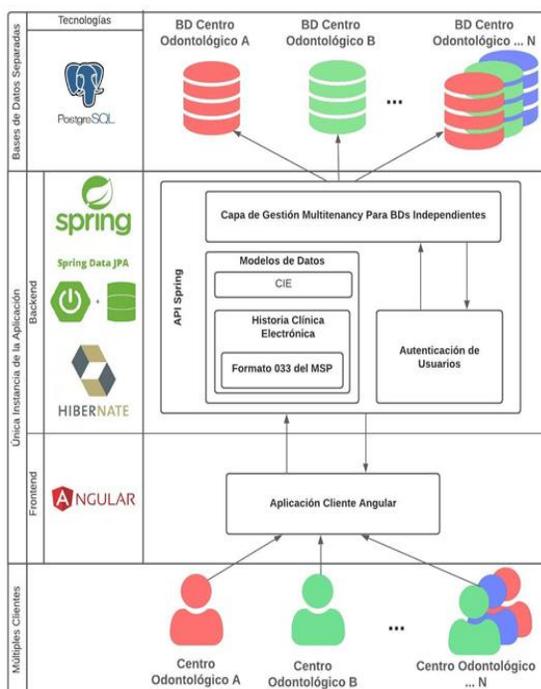
Usar bases de datos independientes para cada cliente proporciona un máximo aislamiento de su información, reduce la complejidad en el modelo de datos y evita que la clasificación de registros de datos por cliente se realice por métodos tradicionales como identificadores, o claves foráneas que requieren una estricta relación a nivel de base de datos. Sin embargo, este enfoque no implica una restricción en cuanto al intercambio de información, ya que al poseer una sola instancia de la aplicación, esta podrá trabajar como intermediario para solicitar y entregar datos entre los clientes previos al consentimiento de los mismos.

El frontend del sistema será desarrollado mediante el framework Angular, mientras que el backend será una API REST desarrollada en el framework Spring, que a su vez trabaja de la mano con JPA e Hibernate. El uso de estas tecnologías proporciona la flexibilidad necesaria para la implementación de la arquitectura multitenant con bases de datos independientes para los clientes.

El modelo de datos del aplicativo se basa en el Formulario 033, el cual es el formato estandarizado de historia clínica única para odontología emitido por el “Ministerio de Salud Pública” (MSP). Por otra parte, el sistema mantiene un catálogo de la “Clasificación Internacional de Enfermedades” (CIE), actualmente en su décima edición, el cual es un listado de enfermedades y problemas relacionados con la salud publicado por la OMS.

Figura 6

Modelo de la aplicación



3.4. Desarrollo de la propuesta

3.4.1. Requisitos del sistema

Tabla 1

Historia de usuario del sistema número 1

HU01		
Nombre:	Administración de pacientes	
Como usuario odontólogo quiero administrar pacientes para contar con información de las personas que se atienden en mi centro odontológico		
Criterios de aceptación		
1	Crear paciente	En caso que se complete correctamente el formulario de paciente, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro de la persona y el paciente en base de datos
2	Crear paciente externo	En caso que se existan pacientes externos en la lista de búsqueda de pacientes, cuando se selecciona alguno, el sistema generará un registro de la persona y el paciente en base de datos
3	Cédula repetida	En caso que se elija una cédula registrada previamente, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
4	Campos erróneos al guardar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
5	Consultar paciente	En caso que se complete el campo de búsqueda de paciente, cuando se seleccione alguno, el sistema re direccionará al perfil del paciente
6	Filtrar pacientes	En caso que se modifique el campo de búsqueda de paciente, el sistema mostrará pacientes filtrados por cédula

Criterios de aceptación

7	Filtrar pacientes externos	En caso que el centro médico se encuentre compartiendo datos, cuando se modifique el campo de búsqueda de pacientes, el sistema mostrará pacientes externos si cumplen con el criterio de búsqueda
8	Actualizar paciente	En caso que se complete correctamente el formulario de paciente, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema generará un registro de la persona y el paciente en base de datos
9	Campos erróneos al actualizar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
10	Eliminar paciente	En caso que se desee eliminar un paciente, cuando se presiona el botón eliminar, el sistema cambiará el estado del paciente en base a DELETED
11	Habilitar paciente	En caso que se desee habilitar un paciente, cuando se presiona el botón habilitar, el sistema cambiará el estado del paciente en base a ACTIVE

Tabla 2*Historia de usuario del sistema número 2*

HU02

Nombre: Administración de citas médicas

Como usuario odontólogo **quiero** administrar citas médicas **para** contar con el historial clínico de los pacientes que se atienden en mi centro odontológico

Criterios de aceptación

1	Crear cita médica	En caso que se complete correctamente el formulario de cita médica, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro de la cita médica en base de datos
2	Línea de tiempo	En caso que se desee ver la historia clínica, cuando se presiona ingresa al perfil del paciente, el sistema mostrará una línea de tiempo de las citas médicas
3	Campos erróneos al guardar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
4	Consultar cita médica	Cuando se seleccione una cita médica, el sistema mostrará toda la información vinculada a la misma
5	Obtener citas médicas externas	En caso que el centro médico se encuentre compartiendo datos, cuando se ingrese a la línea de tiempo de un paciente, el sistema incluirá citas médicas no editables en caso de ser externas del paciente
6	Actualizar cita médica	En caso que se complete correctamente el formulario de cita médica, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema generará un registro de la cita médica en base de datos
7	Campos erróneos al actualizar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
8	Eliminar cita médica	En caso que se desee eliminar una cita médica, cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará la cita médica

Tabla 3*Historia de usuario del sistema número 3*

HU04	
Nombre:	Administración de contacto de emergencia
Como usuario odontólogo quiero administrar la información de contactos de emergencia para contar con información más detallada de los pacientes	
Criterios de aceptación	
1	<p>Guardar información de contacto de emergencia</p> <p>En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos</p>
2	<p>Campos erróneos al guardar</p> <p>En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar</p>
3	<p>Consultar información de contactos de emergencia</p> <p>Cuando se seleccione un paciente, el sistema mostrará la información de contactos de emergencia en el perfil</p>
4	<p>Actualizar información de contacto de emergencia</p> <p>En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema modificará el registro en base de datos</p>
5	<p>Campos erróneos al actualizar</p> <p>En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar</p>
6	<p>Eliminar registro de contacto de emergencia</p> <p>Cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará el registro de la base de datos</p>

Tabla 4*Historia de usuario del sistema número 4*

HU04	
Nombre:	Administración de contacto de emergencia
Como usuario odontólogo quiero administrar la información de contactos de emergencia para contar con información más detallada de los pacientes	
Criterios de aceptación	
1	<p>Guardar información de contacto de emergencia</p> <p>En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos</p>
2	<p>Campos erróneos al guardar</p> <p>En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar</p>
3	<p>Consultar información de contactos de emergencia</p> <p>Cuando se seleccione un paciente, el sistema mostrará la información de contactos de emergencia en el perfil</p>
4	<p>Actualizar información de contacto de emergencia</p> <p>En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema modificará el registro en base de datos</p>
5	<p>Campos erróneos al actualizar</p> <p>En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar</p>
6	<p>Eliminar registro de contacto de emergencia</p> <p>Cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará el registro de la base de datos</p>

Tabla 5*Historia de usuario del sistema número 5*

HU05	
Nombre:	Administración de signos vitales
Como usuario odontólogo quiero administrar la información de signos vitales para contar con información más detallada de las citas médicas	
Criterios de aceptación	
1	<p>Crear registro de signos vitales</p> <p>En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos</p>
2	<p>Campos erróneos al guardar</p> <p>En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar</p>
3	<p>Registro único</p> <p>En caso que una cita médica cuente con información de signos vitales, el sistema no permitirá guardar otro registro</p>
4	<p>Consultar información de signos vitales</p> <p>Cuando se seleccione una cita médica, el sistema mostrará la información de signos vitales en los detalles de la cita</p>
5	<p>Actualizar información de signos vitales</p> <p>En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema modificará el registro en base de datos</p>
6	<p>Campos erróneos al actualizar</p> <p>En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar</p>
7	<p>Eliminar registro de signos vitales</p> <p>Cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará el registro de la base de datos</p>

Tabla 6*Historia de usuario del sistema número 6*

HU06	
Nombre:	Administración de exámenes del sistema estomatognático
Como	usuario odontólogo quiero administrar la información de exámenes del sistema estomatognático para contar con información más detallada de las citas médicas
Criterios de aceptación	
1	<p>Crear registro de examen del sistema estomatognático</p> <p>En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos</p>
2	<p>Campos erróneos al guardar</p> <p>En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar</p>
3	<p>Consultar información de exámenes del sistema estomatognático</p> <p>Cuando se seleccione una cita médica, el sistema mostrará la información de exámenes del sistema estomatognático en los detalles de la cita</p>
4	<p>Actualizar información de examen del sistema estomatognático</p> <p>En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema modificará el registro en base de datos</p>
5	<p>Campos erróneos al actualizar</p> <p>En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar</p>

Criterios de aceptación

6	Eliminar registro de examen del sistema estomatognático	Cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará el registro de la base de datos
---	---	--

Tabla 7*Historia de usuario del sistema número 7*

HU07

Nombre: Administración de planes de diagnóstico

Como usuario odontólogo **quiero** administrar la información de plan de diagnóstico **para** contar con información más detallada de las citas médicas

Criterios de aceptación

1	Crear registro de plan de diagnóstico	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos
2	Campos erróneos al guardar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
3	Consultar información de plan de diagnóstico	Cuando se seleccione una cita médica, el sistema mostrará la información de plan de diagnóstico en los detalles de la cita
4	Actualizar información de plan de diagnóstico	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema modificará el registro en base de datos

Criterios de aceptación

5	Campos erróneos al actualizar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
6	Eliminar registro de plan de diagnóstico	Cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará el registro de la base de datos

Tabla 8

Historia de usuario del sistema número 8

HU08

Nombre: Administración de diagnóstico y tratamiento

Como usuario odontólogo **quiero** administrar la información de diagnóstico y tratamiento **para** contar con información más detallada de las citas médicas

Criterios de aceptación

1	Crear registro de diagnóstico	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos
2	Campos erróneos al guardar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
3	Consultar información de diagnóstico	Cuando se seleccione una cita médica, el sistema mostrará la información de diagnóstico en los detalles de la cita
4	Actualizar información de plan de diagnóstico	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema modificará el registro en base de datos

Criterios de aceptación

5	Campos erróneos al actualizar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
6	Eliminar registro de diagnóstico	Cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará el registro de la base de datos

Tabla 9

Historia de usuario del sistema número 9

HU09

Nombre: Administración de indicadores de salud bucal

Como usuario odontólogo **quiero** administrar la información de indicadores de salud bucal **para** contar con información más detallada de las citas médicas

Criterios de aceptación

1	Crear registro de indicadores de salud bucal	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos
2	Campos erróneos al guardar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
3	Registro único	En caso que una cita médica cuente con información de indicadores de salud bucal, el sistema siempre reemplazará los datos actuales

Criterios de aceptación	
4	<p>Consultar información de indicadores de salud bucal</p> <p>Actualizar información de indicadores de salud bucal</p>
5	<p>Campos erróneos al actualizar</p>
6	<p>Eliminar registro de indicadores de salud bucal</p>
7	

Tabla 10

Historia de usuario del sistema número 10

HU10	
Nombre:	Administración de odontograma
Como usuario odontólogo quiero administrar la información del odontograma para contar con información más detallada de las citas médicas	
Criterios de aceptación	
1	<p>Crear registro de odontograma</p>

Criterios de aceptación

2	Campos erróneos al guardar	En caso que exista un problema al generar la información del odontograma, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
3	Registro único	En caso que una cita médica cuente con información de indicadores de salud bucal, el sistema siempre reemplazará los datos actuales
4	Consultar información de odontograma	Cuando se seleccione una cita médica, el sistema mostrará la información del odontograma en los detalles de la cita

Tabla 11

Historia de usuario del sistema número 11

HU11

Nombre: Administración de antecedentes personales y familiares

Como usuario odontólogo **quiero** administrar la información de antecedentes personales y familiares **para** contar con información más detallada de los pacientes

Criterios de aceptación

1	Guardar información de antecedentes personales y familiares	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos
2	Campos erróneas al guardar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar

Criterios de aceptación

	Consultar información de contactos de	
3	antecedentes personales y familiares	Cuando se seleccione un paciente, el sistema mostrará la información de antecedentes personales y familiares en el perfil
	Actualizar información de	
4	antecedentes personales y familiares	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema modificará el registro en base de datos
5	Campos erróneas al actualizar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
	Eliminar registro de	
6	antecedentes personales y familiares	Cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará el registro de la base de datos

Tabla 12

Historia de usuario del sistema número 12

HU12

Nombre: Administración de usuarios del sistema

Como dueño de centro médico quiero administrar los usuarios del sistema **para** permitir el acceso a otros usuarios odontólogos

Criterios de aceptación

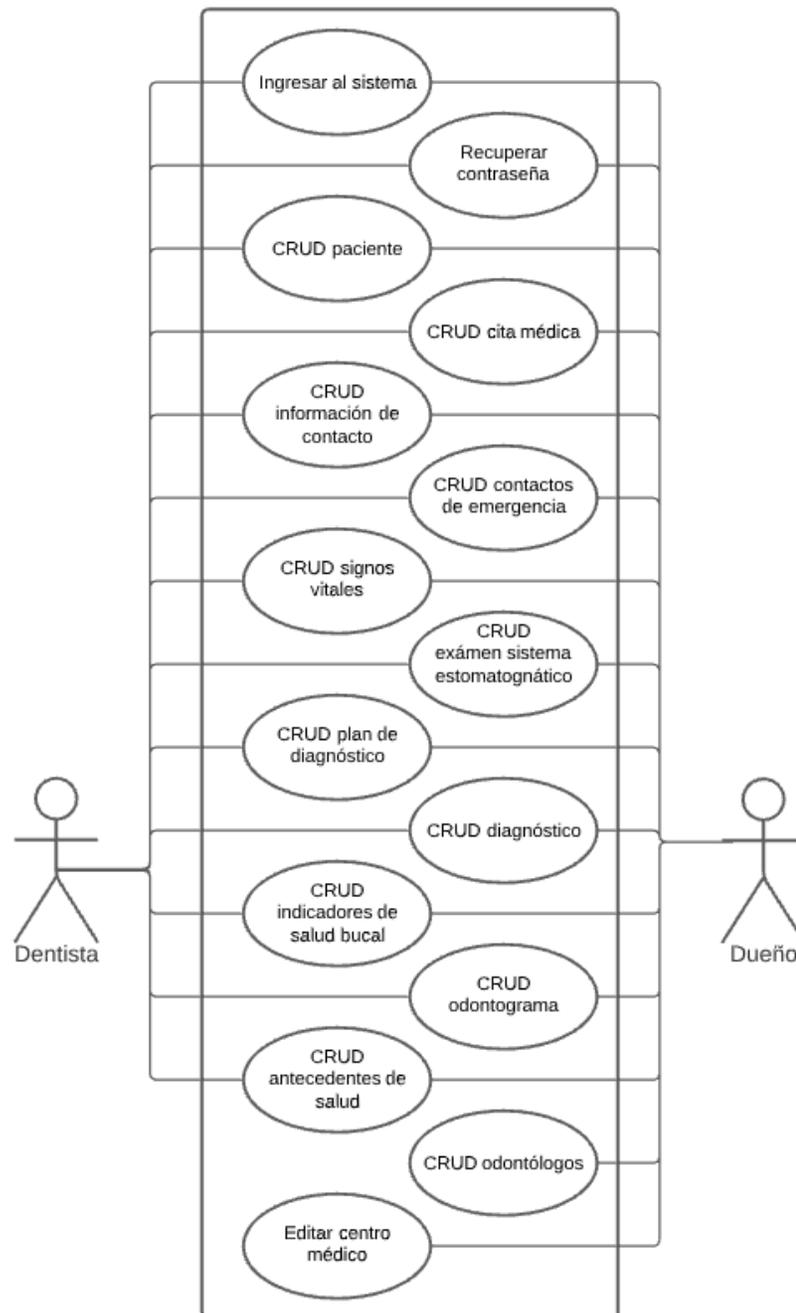
1	Crear usuario	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema generará un registro en base de datos
2	Campos erróneas al guardar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón guardar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
3	Consultar usuarios del sistema	Cuando se seleccione la sección de usuarios, el sistema mostrará una lista paginada de los usuarios del sistema
4	Actualizar usuario	En caso que se complete correctamente el formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema modificará el registro en base de datos
5	Campos erróneas al actualizar	En caso que se complete incorrectamente en formulario, cuando se presiona el botón actualizar, el sistema mostrará un mensaje de error y no permitirá continuar
6	Eliminar usuario	Cuando se presiona el botón eliminar, el sistema borrará el registro de la base de datos
7	Ingresar al sistema	En caso de ingresar al sitio web, cuando se completen los campos del login y se presione el botón ingresar, el sistema generará un token de acceso para el usuario y le redirigirá a la página de inicio
8	Ingreso erróneo	En caso de ingresar al sitio web, cuando se completen los campos del login con datos inexistentes y se presione el botón ingresar, el sistema no permitirá ingresar a la página de inicio y mostrará un mensaje de error
9	Recuperar contraseña	En caso de olvidar la contraseña, cuando se completen los campos del recuperación de contraseña y se presione el botón correspondiente, el sistema el sistema enviará un link al correo electrónico del usuario para cambiar la contraseña

3.4.2. Modelamiento de análisis y diseño

3.4.2.1. Diagrama de contexto (Casos de uso)

Figura 7

Diagrama de casos de uso del sistema

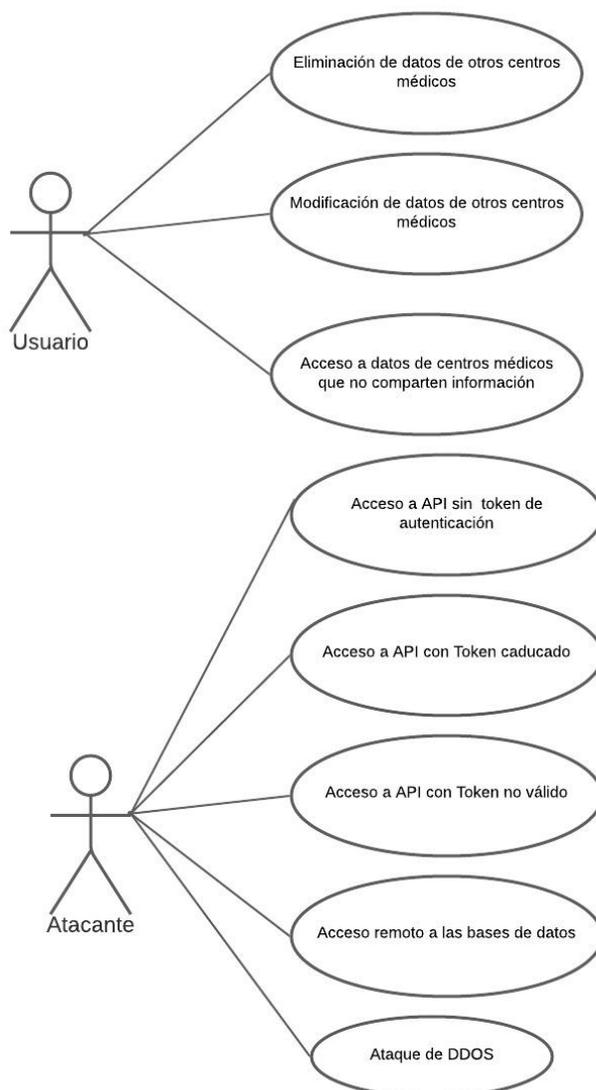


3.4.2.2. Casos de uso indebido

La metodología S-Scrum sugiere el diseño de un diagrama de casos de uso indebido con el fin de identificar vectores de ataque o usos malintencionados.

Figura 8

Casos de uso indebido



3.4.2.3. Diseño de la arquitectura del sistema

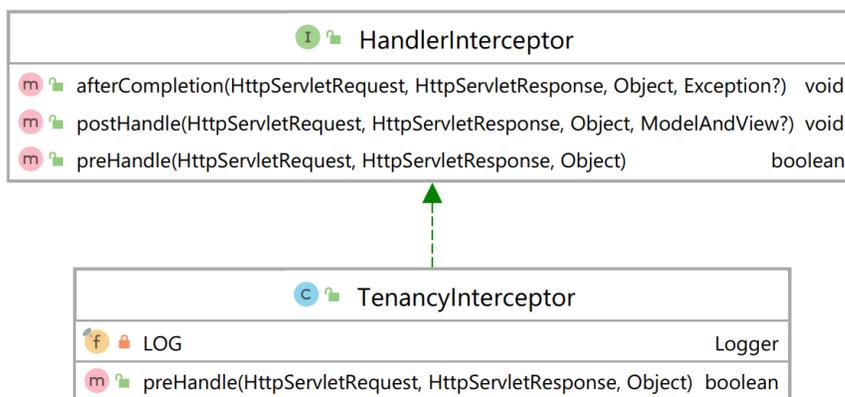
Se crearon varias clases para la implementación de multitenant dentro del sistema, algunas de ellas implementan interfaces ya definidas dentro de Spring y otras funcionan como archivos de configuración del sistema.

TenancyInterceptor

Esta clase implementa HandlerInterceptor para realizar la función de identificar el tenant desde donde se realiza la petición a través de un parámetro en la cabecera de la petición llamado tenantId, dentro de la misma sobrecargamos el método @PreHandle para que la identificación del tenant se realice antes de ejecutar el controlador, en caso de no existir el parámetro se tomará el tenant por defecto llamado shared. Luego de haber identificado el tenantId se cargará en una clase de contexto de la aplicación para obtenerlo de ser necesario dentro de la ejecución de la petición al controlador.

Figura 9

Diagrama de clases de TenancyInterceptor



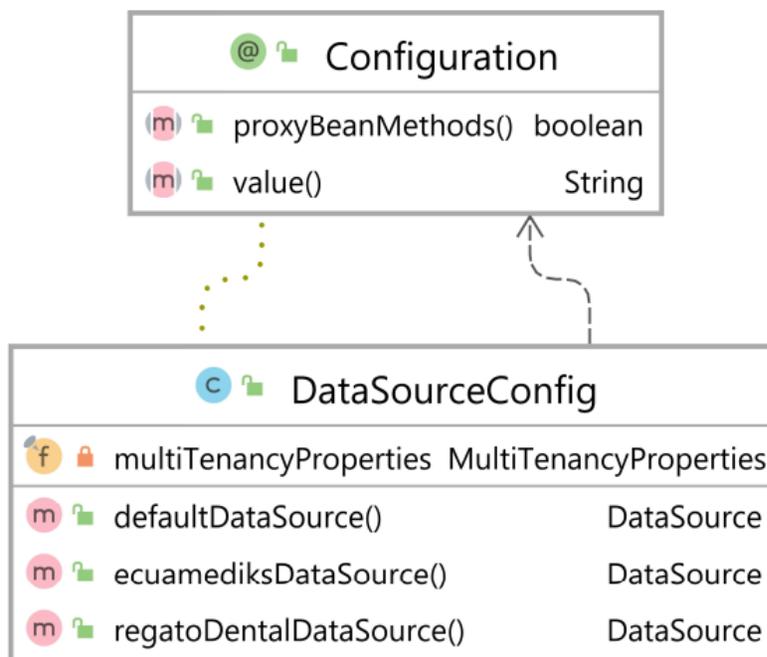
DataSourceConfig

Esta clase tiene la anotación de `@Configuration` porque dentro de ella se crean los Beans correspondientes a cada una de las bases de datos que administramos, cada uno de ellos retorna un objeto de tipo `DataSource`.

Para el presente proyecto se administran tres bases de datos, una base datos de pruebas y una base datos por cada centro médico al cual va dirigido el proyecto, los datos de conexión de cada base de datos se obtienen del archivo `application.properties` a través de la anotación `@ConfigurationProperties`.

Figura 10

Diagrama de clases de DataSourceConfig

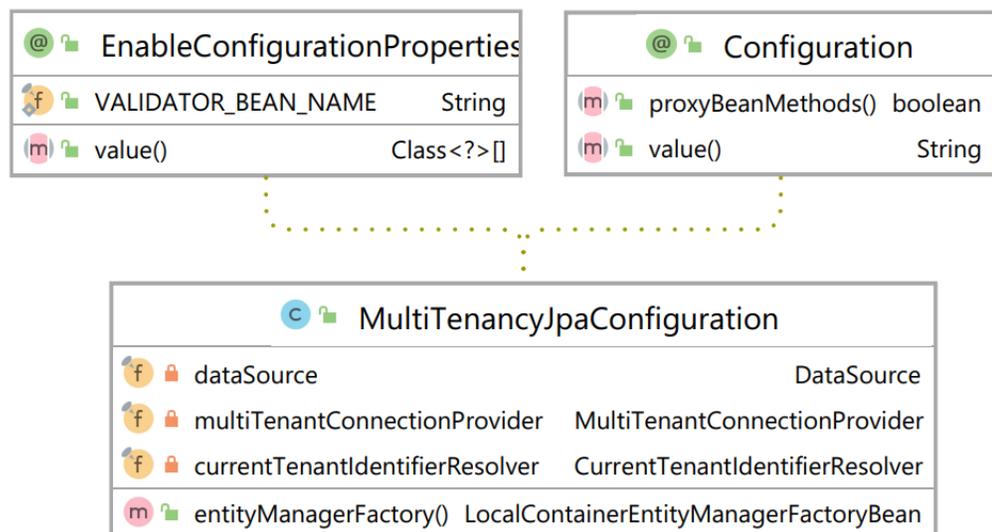


MultitenancyJpaConfiguration

Esta clase tiene la anotación de `@Configuration`, dentro de ella se crea el Bean que define la configuración de persistencia de Java para adaptarse a multitenant, la configuración utilizada corresponde a un estándar básico para el uso de multitenant dentro de Spring.

Figura 11

Diagrama de clases de MultitenancyJpaConfiguration



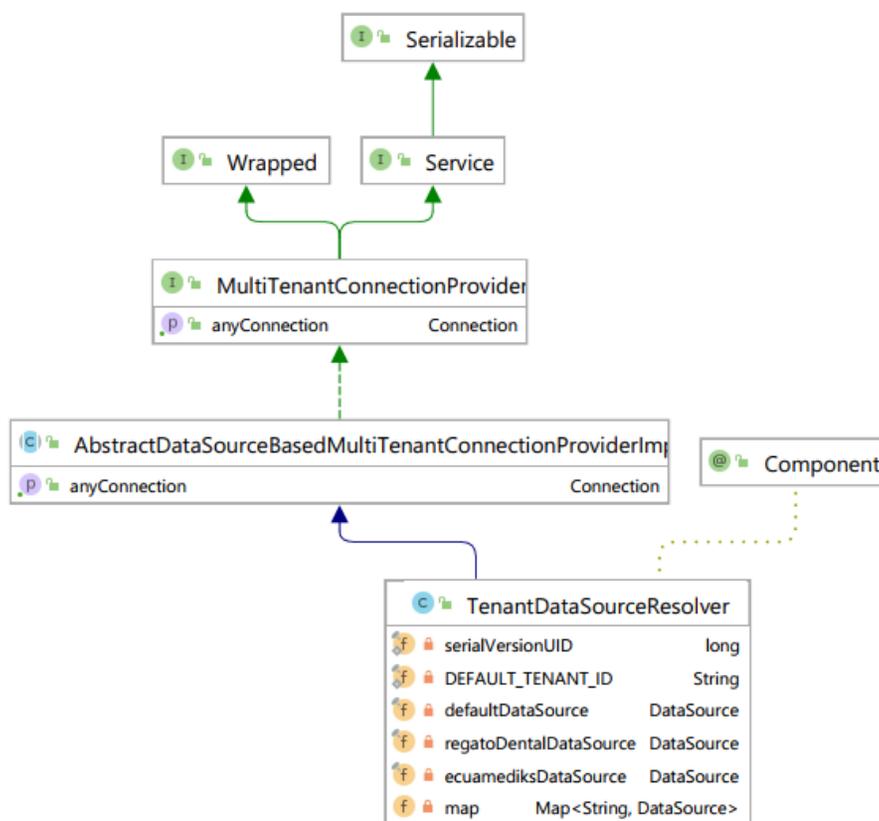
TenantDataSourceResolver

Dentro de esta clase se crea un Map con los Datasource definidos en *DataSourceConfig*, la misma sobrecarga los métodos *selectAnyDataSource* y *selectDataSource*, estos sirven para elegir la base de datos por defecto y para seleccionar una base de datos en específico respectivamente.

La selección del Datasource a través del cual Spring realizará las consultas se define a través de esta clase y se cargará antes de llegar al controlador en cada petición.

Figura 12

Diagrama de clases de *TenantDataSourceResolver*

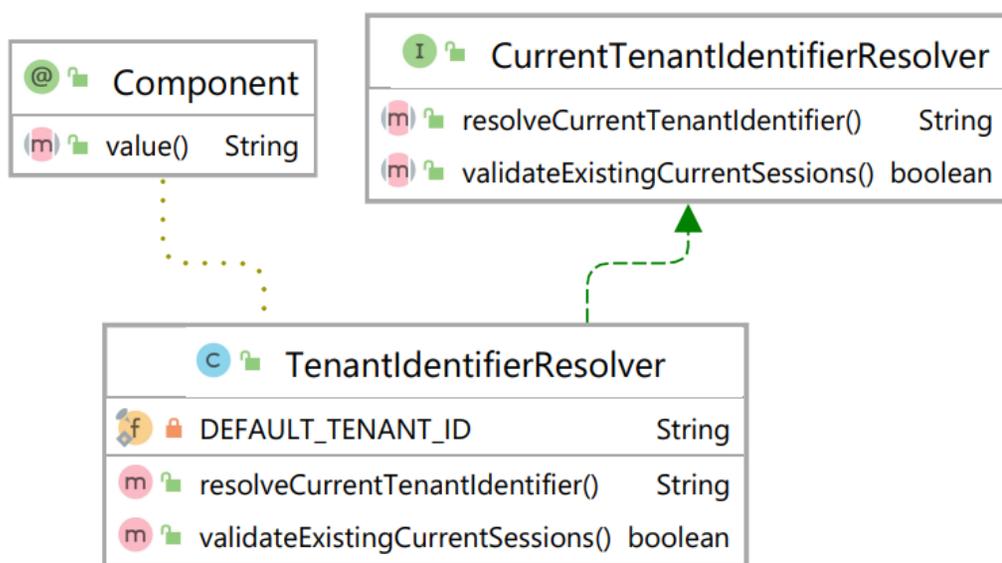


TenantIdentifierResolver

Esta clase implementa *CurrentTenantIdentifierResolver* y sobrecarga el método *resolveCurrentTenantIdentifier* que permite identificar el tenant actual a lo largo de la ejecución de la consulta, la lógica del método consiste en buscar el atributo de la clase de contexto que fue definida en *TenancyInterceptor*.

Figura 13

Diagrama de clases de TenantIdentifierResolver



3.4.2.4. Diseño de datos

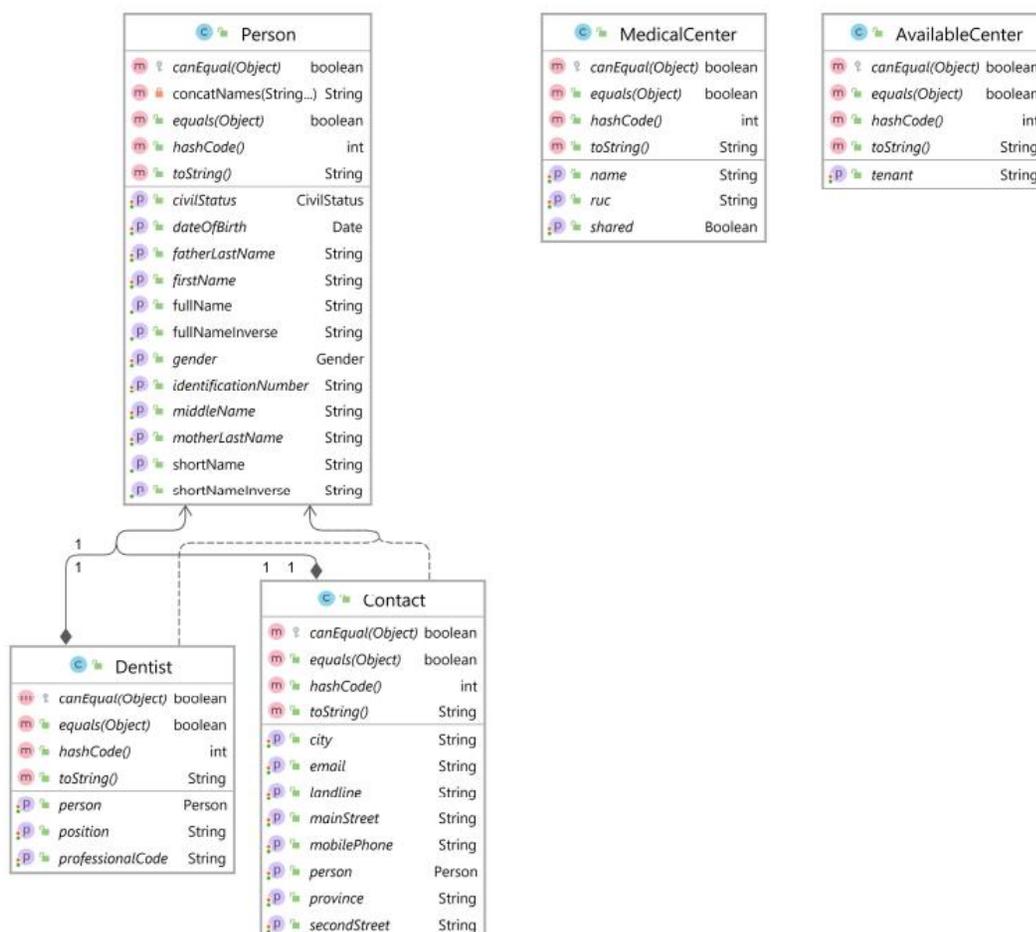
La aplicación se ha dividido en 4 paquetes que se describirán a continuación:

Center

Este paquete se encarga de administrar los datos de: centros médicos, dentistas y contacto

Figura 14

Diagrama de clases del paquete Center



Cada tabla administra los datos que su nombre indica correspondientes a cada centro médico, a excepción de la entidad *availableCenter*, la cual solo cuenta con datos en una

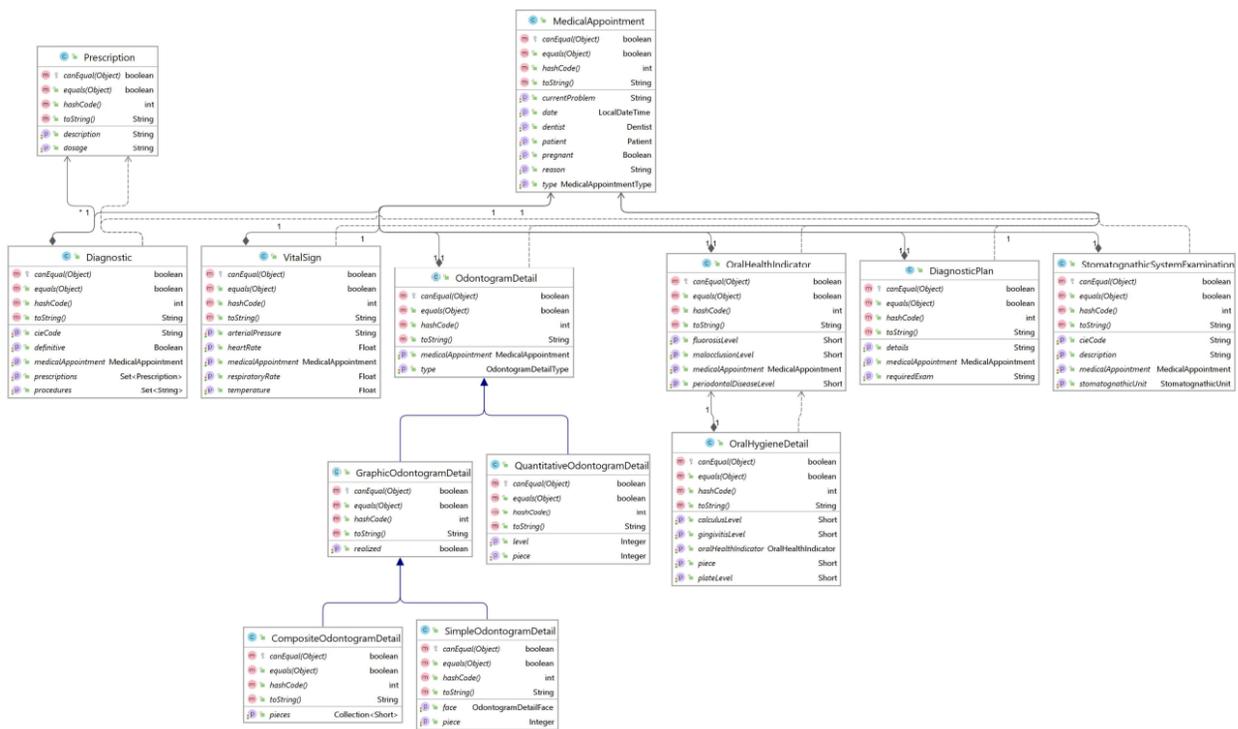
base de datos compartida y se encarga de administrar el identificador del hospedador que actualmente está compartiendo información con otros centros médicos.

MedicalAppointment

Dentro de este módulo se encuentra todo lo referente al estándar 033 del MSP

Figura 15

Diagrama de clases del paquete Medical Appointment

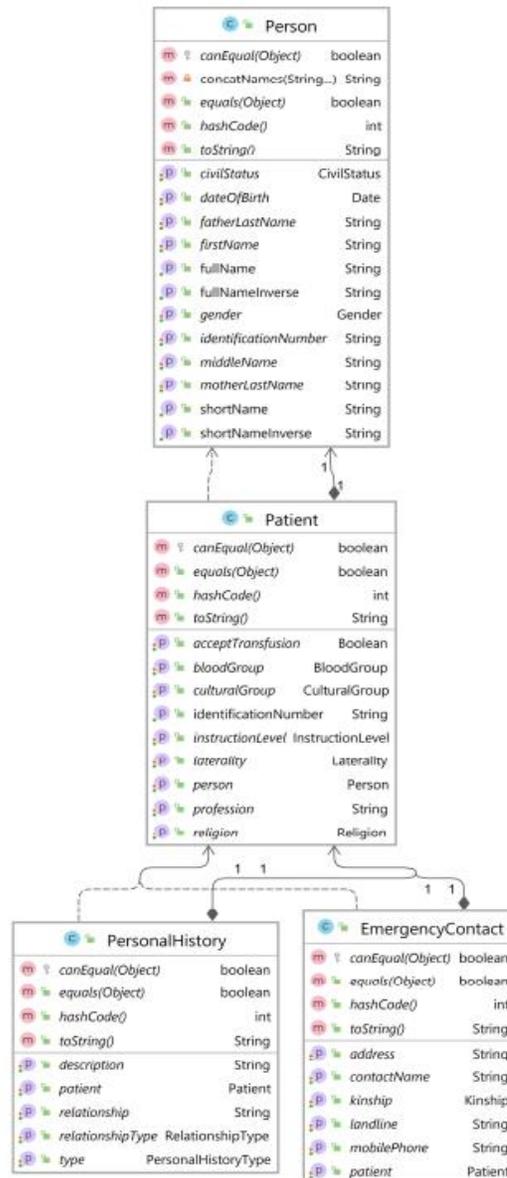


Patient

Corresponde a datos personales de los pacientes del centro médico

Figura 16

Diagrama de clases del paquete Patient

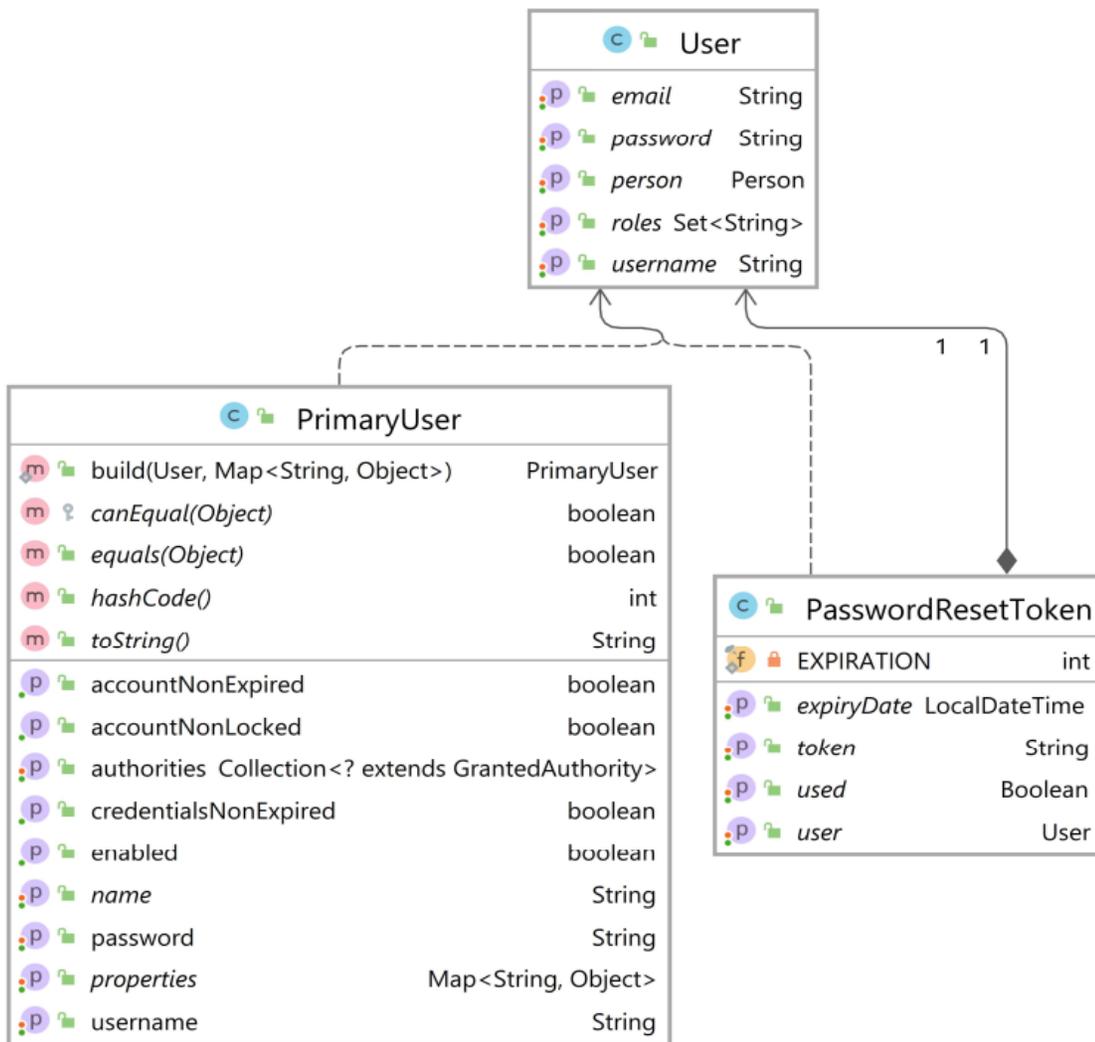


Security

Corresponde a clases que permiten la administración de la seguridad del sistema

Figura 17

Diagrama de clases del paquete Security

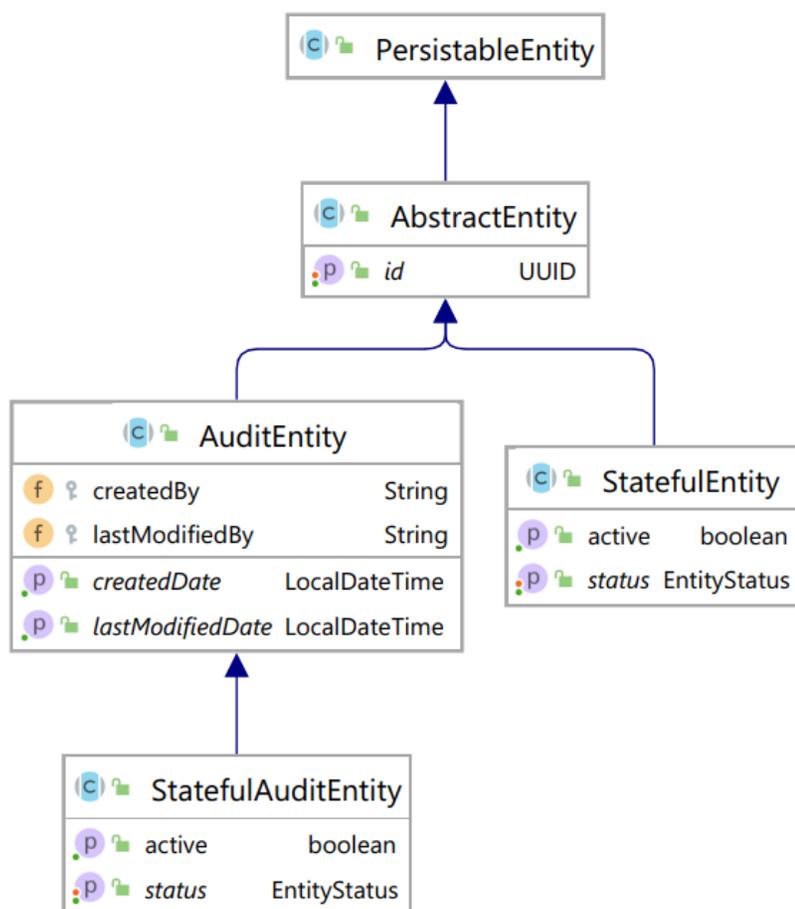


Clases abstractas

Además de las clases que corresponden a entidades del sistema se crearon un grupo de clases abstractas, cada una con un propósito específico, cada entidad del sistema extiende de alguna de estas además de ser usadas para crear interfaces de repositorio personalizadas.

Figura 18

Diagrama de clases abstractas del sistema

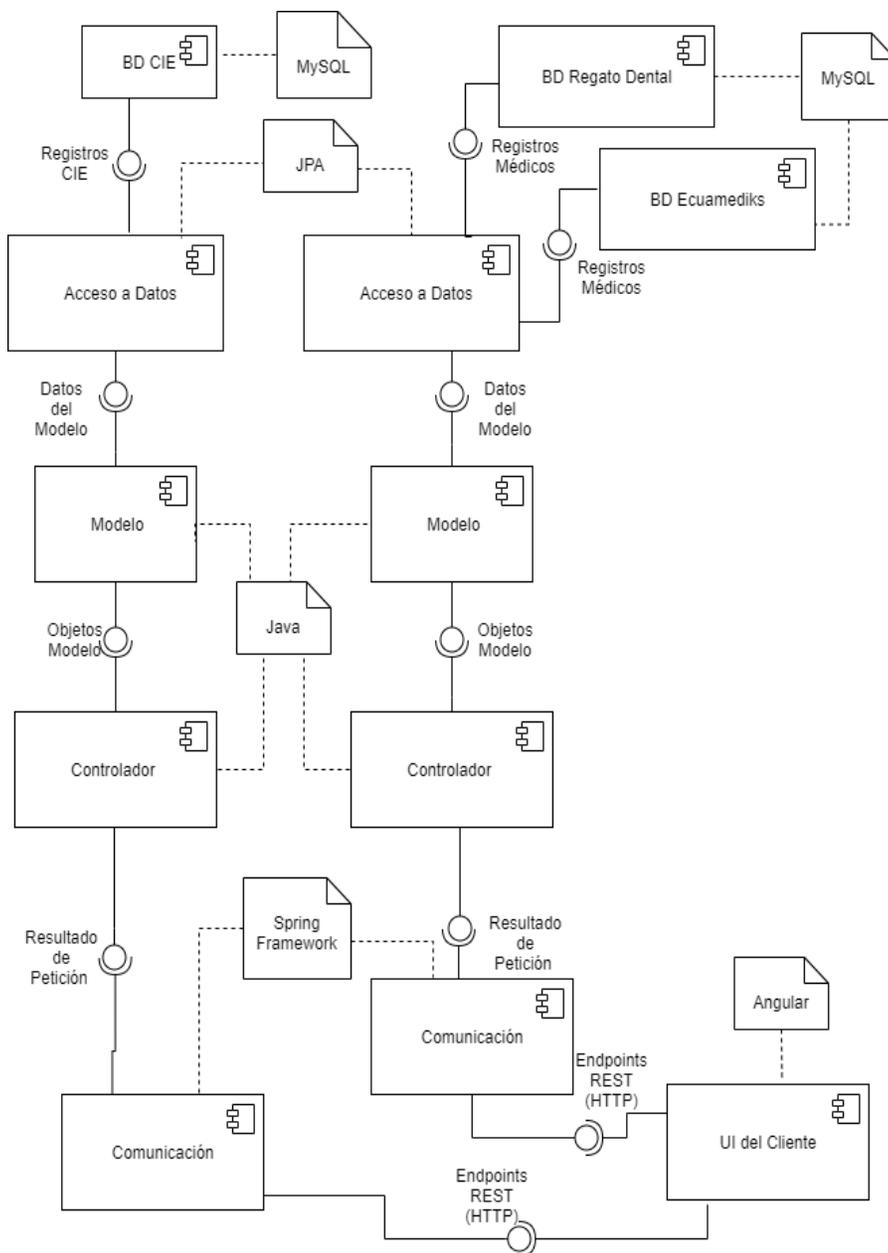


3.4.2.5. Diseño arquitectónico

Diagrama de componentes

Figura 19

Diagrama de componentes del sistema



3.4.2.6. Módulos (Interfaces)

Inicio de Sesión

Esta es la vista mostrada para acceder al sistema en la cual el usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña. Si estos datos son correctos se permitirá su acceso al home del sistema, caso contrario se mostrará el mensaje de error respectivo.

Figura 20

Vista de inicio de sesión



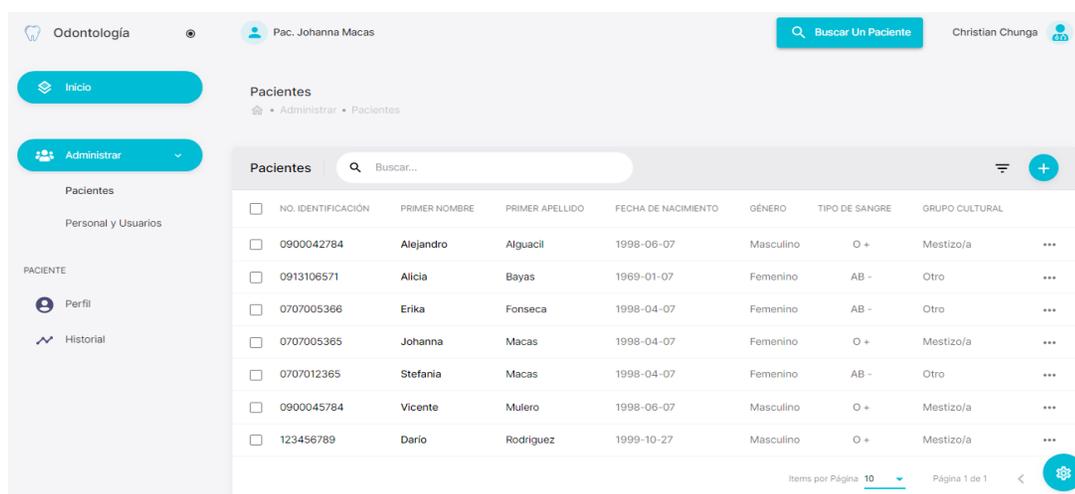
The image shows a login form for a dental system. At the top, there is a blue diamond-shaped icon containing a white tooth and a dental chair. Below the icon, the text reads "Sistema Odontológico" and "Inicie sesión para acceder al sistema". The form consists of two input fields: "Nombre de Usuario *" and "Contraseña *". The password field has a small eye icon to its right, with the text "Click en el ícono para ver la contraseña" below it. Below the password field, there is a link that says "Olvidaste tu contraseña?". At the bottom of the form is a blue button labeled "Iniciar Sesión".

Gestión de Pacientes

En esta vista se muestra el listado de pacientes paginados y con sus respectivas opciones de creación, modificación, eliminación, búsqueda y ordenamiento.

Figura 21

Vista de inicio de sesión



The screenshot shows a web application interface for patient management. The top navigation bar includes 'Odontología', the user 'Pac. Johanna Macas', a search button 'Buscar Un Paciente', and the user's name 'Christian Chunga'. A sidebar on the left contains navigation options: 'Inicio', 'Administrar' (with a dropdown), 'Pacientes', 'Personal y Usuarios', and 'PACIENTE' (with sub-options 'Perfil' and 'Historial'). The main content area is titled 'Pacientes' and features a search bar and a table of patient records. The table has columns for 'NO. IDENTIFICACIÓN', 'PRIMER NOMBRE', 'PRIMER APELLIDO', 'FECHA DE NACIMIENTO', 'GÉNERO', 'TIPO DE SANGRE', and 'GRUPO CULTURAL'. Below the table, there is a pagination control showing 'Items por Página 10' and 'Página 1 de 1'.

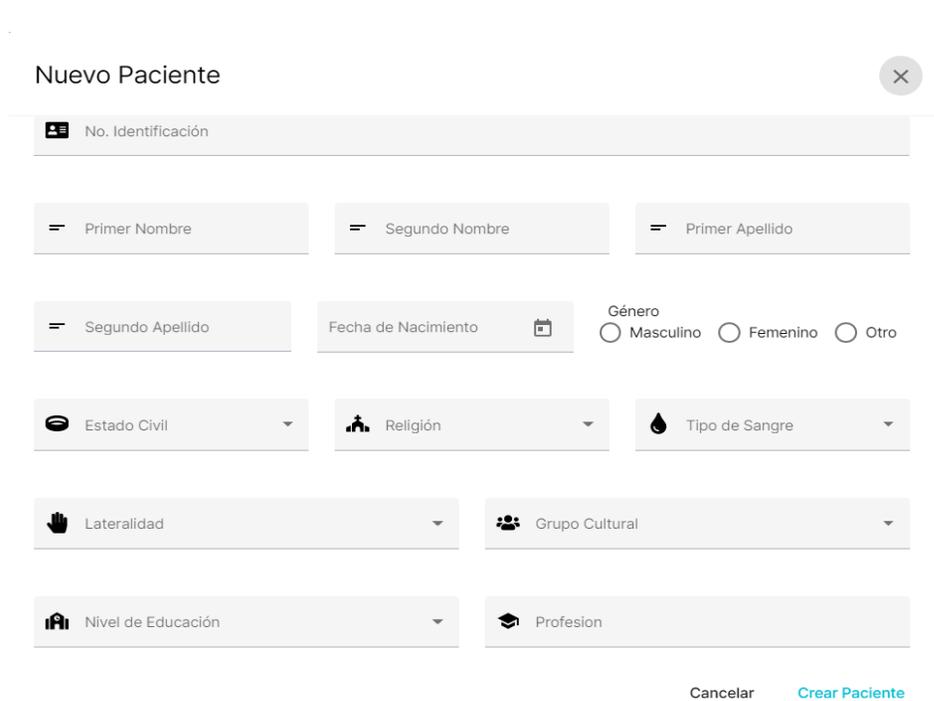
<input type="checkbox"/>	NO. IDENTIFICACIÓN	PRIMER NOMBRE	PRIMER APELLIDO	FECHA DE NACIMIENTO	GÉNERO	TIPO DE SANGRE	GRUPO CULTURAL	
<input type="checkbox"/>	0900042784	Alejandro	Alguacil	1998-06-07	Masculino	O +	Mestizo/a	...
<input type="checkbox"/>	0913106571	Alicia	Bayas	1969-01-07	Femenino	AB -	Otro	...
<input type="checkbox"/>	0707005386	Erika	Fonseca	1998-04-07	Femenino	AB -	Otro	...
<input type="checkbox"/>	0707005385	Johanna	Macas	1998-04-07	Femenino	O +	Mestizo/a	...
<input type="checkbox"/>	0707012385	Stefania	Macas	1998-04-07	Femenino	AB -	Otro	...
<input type="checkbox"/>	0900045784	Vicente	Mulero	1998-06-07	Masculino	O +	Mestizo/a	...
<input type="checkbox"/>	123456789	Dario	Rodriguez	1999-10-27	Masculino	O +	Mestizo/a	...

Formulario de creación/edición de paciente

El siguiente formulario recibe los datos necesarios para la creación o edición de pacientes.

Figura 22

Formulario de creación/edición de paciente



Nuevo Paciente ✕

Masculino Femenino Otro

[Cancelar](#) [Crear Paciente](#)

Gestión de Personal y Usuarios

En esta vista se muestra el listado de usuarios con sus respectivas opciones de creación, modificación, eliminación, búsqueda y ordenamiento.

Figura 23

Vista de gestión de usuarios

Odontología Pac. Johanna Macas Buscar Un Paciente Christian Chunga

Inicio

Administrar

Pacientes

Personal y Usuarios

PACIENTE

Perfil

Historial

Médicos

Administrador Personal

Médicos

<input type="checkbox"/>	NO. IDENTIFICACIÓN	PRIMER NOMBRE	PRIMER APELLIDO	CÓDIGO PROFESIONAL	ROL	NOMBRE DE USUARIO	
<input type="checkbox"/>	0941106445	Christian	Chunga	CP-10131	Endodoncista	admin	...
<input type="checkbox"/>	0941106452	Christopher	Chunga	CP-22014	Cirujano Maxilofacial	cdchung	...
<input type="checkbox"/>	0941146452	Jose	Jurado	CP-03401	Odontólogo general	jjjurado	...
<input type="checkbox"/>	0987654321	Xavier	Llango	CP-4567	Cirujano	jallango	...

Items por Página 5 Página 1 de 1

Formulario de creación/edición de médico

El siguiente formulario recibe los datos necesarios para la creación o edición de médicos.

Figura 24

Formulario de creación/edición de médico

Nuevo Médico

No. Identificación

Primer Nombre Segundo Nombre Primer Apellido

Segundo Apellido Fecha de Nacimiento Género
 Masculino Femenino Otro

Estado Civil

Código profesional Rol Nombre de Usuario

Cancelar [Crear Médico](#)

Formulario de búsqueda y selección de paciente actual

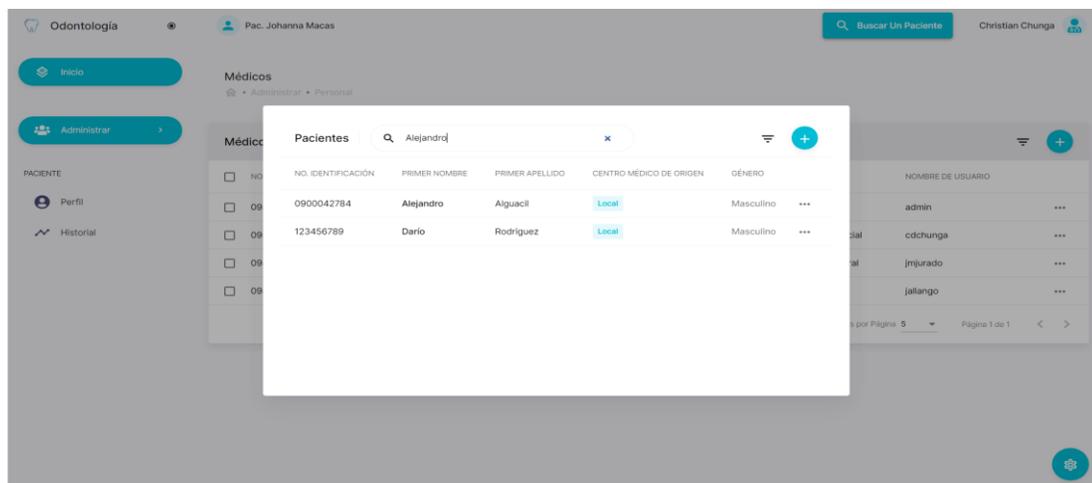
El siguiente diálogo flotante permite buscar y seleccionar al paciente con el que se va a trabajar actualmente. Aquí se muestran tanto pacientes internos como externos. En caso de que el paciente a seleccionar sea externo, sus datos son copiados a la base de datos del centro médico actual.

El registro de paciente se muestra con la etiqueta “local” si el paciente está registrado en el centro médico actual o el nombre del centro médico al cual pertenece en caso de ser externo.

Al dar click sobre alguno de los pacientes, este será seleccionado globalmente para posteriormente modificar su información personal o historia clínica.

Figura 25

Formulario de selección de paciente actual



Perfil de paciente actual e información de contacto

La siguiente vista muestra el perfil del paciente con su información básica y datos de contacto.

Figura 26

Perfil de paciente

The screenshot displays a patient profile for Alejandro Alguacil. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Inicio', 'Administrar', and 'Historial'. The main content area is divided into sections for 'Información' and 'Contacto'. The 'Información' section lists various personal and medical details, while the 'Contacto' section provides contact information such as address, phone numbers, and email.

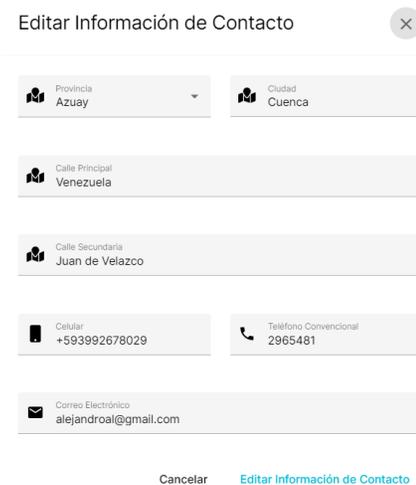
Información		Contacto
0900042784 <small>No. Identificación</small>	Alejandro <small>Nombre</small>	Azuay - Cuenca, Venezuela y Juan de Velazco <small>Dirección</small>
Alguacil Vigo <small>Apellido</small>	Masculino <small>Genero</small>	2965481 <small>Teléfono Conventional</small>
Soltero/a <small>Estado Civil</small>	1998-06-07 <small>Fecha de Nacimiento</small>	+593992678029 <small>Celular</small>
Mestizo/a <small>Grupo Cultural</small>	Judaista <small>Religion</small>	alejandros@gmail.com <small>Correo</small>
Bachillerato <small>Nivel de Educación</small>	Ingeniero <small>Profesion</small>	
Diestro/a <small>Lateralidad</small>	O + <small>Tipo de Sangre</small>	
Si <small>Acepta Transfusiones</small>		

Formulario de creación/edición de información de contacto

El formulario a continuación recibe los datos para agregar o modificar la información de contacto del paciente actual.

Figura 27

Formulario de creación/edición de información de contacto



Editar Información de Contacto ✕

Provincia
Azuy

Ciudad
Cuenca

Calle Principal
Venezuela

Calle Secundaria
Juan de Velazco

Celular
+593992678029

Teléfono Conventional
2965481

Correo Electrónico
alejandroal@gmail.com

[Cancelar](#) [Editar Información de Contacto](#)

Vista de contactos de emergencia

En esta vista se muestra el listado de contactos de emergencia del paciente con sus respectivas opciones de creación, modificación, eliminación, búsqueda y ordenamiento.

Figura 28

Vista de gestión de contactos de emergencia

The screenshot shows a web application interface for managing emergency contacts. At the top, there is a navigation bar with 'Odontología', 'Pac. Alejandro Alguacil', a search bar 'Buscar Un Paciente', and the user 'Christian Chunga'. A sidebar on the left contains navigation options: 'Inicio', 'Administrar', 'PACIENTE', 'Perfil', and 'Historial'. The main content area displays the patient's profile 'Alejandro Alguacil' with tabs for 'Información', 'Contactos de Emergencia', and 'Antecedentes'. Below the tabs is a table titled 'Contactos de Emergencia' with columns for 'Parentesco', 'Nombre', 'Dirección', 'Celular', and 'Teléfono Fijo'. The table contains two entries: one for 'Hermano' (Jorge Alguacil) and one for 'Esposa' (Alexandra Alvarado).

PARENTESCO	NOMBRE	DIRECCIÓN	CELULAR	TELÉFONO FIJO
Hermano	Jorge Alguacil	Azuay - Cuenca, Azafranes y Moras	+593998782902	22339992
Esposa	Alexandra Alvarado	Azuay - Cuenca, Juan Montalvo y Reyes	+593998782902	29783679

Formulario de creación/edición de contactos de emergencia

El formulario a continuación recibe los datos para crear o editar un contacto de emergencia del paciente.

Figura 29

Formulario de creación/edición de contacto de emergencia

The form is titled 'Agregar Contacto de Emergencia' and includes a close button (X). It contains several input fields: a dropdown menu for 'Parentesco', a text field for 'Nombre', a text field for 'Dirección', a text field for 'Celular', and a text field for 'Teléfono Fijo'. At the bottom, there are two buttons: 'Cancelar' and 'Crear Información de Contacto'.

Vista de antecedentes personales y familiares

En esta vista se muestra el listado de antecedentes personales y familiares con sus respectivas opciones de creación, modificación, eliminación y ordenamiento.

Figura 30

Vista de gestión de antecedentes

The screenshot shows a web application interface for managing patient records. The top navigation bar includes 'Odontología', the patient name 'Pac. Alejandro Alguacil', a search bar 'Buscar Un Paciente', and the user 'Christian Chunga'. The sidebar on the left contains navigation buttons: 'Inicio', 'Administrar', 'Perfil', and 'Historial'. The main content area is titled 'Alejandro Alguacil' and has tabs for 'Información', 'Contactos de Emergencia', and 'Antecedentes'. Under 'Antecedentes', there are two sections: 'Antecedentes Personales' and 'Antecedentes Familiares', each with a table of records and a '+ Add' button.

Antecedentes Personales		
TIPO DE ANTECEDENTE	DESCRIPCIÓN	
Otro	Fumador moderado	
Alergia a Antibiótico	Alergia a la penicilina	

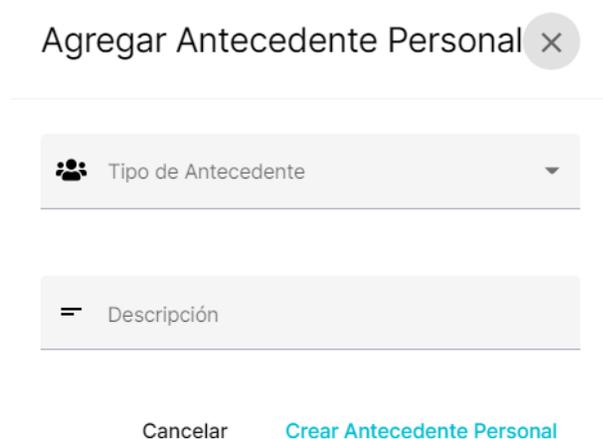
Antecedentes Familiares		
PARENTESCO	TIPO DE ANTECEDENTE	DESCRIPCIÓN
Abuelo	Otro	Falleció con cancer de esófago
Madre	Hipertensión	Diagnosticada con Hipertensión desde los 30 años
Madre	Diabetes	Diagnosticada con diabetes tipo 2 a la edad de 45 años

Formulario de creación/edición de antecedentes personales

El formulario a continuación recibe los datos para crear o editar antecedentes personales del paciente.

Figura 31

Formulario de creación/edición de antecedentes personales



Agregar Antecedente Personal ×

 Tipo de Antecedente ▾

 Descripción

Cancelar [Crear Antecedente Personal](#)

Formulario de creación/edición de antecedentes familiares

El formulario a continuación recibe los datos para crear o editar antecedentes familiares del paciente.

Figura 32

Formulario de creación/edición de antecedentes familiares



Formulario de creación/edición de antecedentes familiares. El formulario tiene un título "Agregar Antecedente Familiar" con un ícono de cerrar (X) a la derecha. El formulario está dividido en tres secciones de entrada:

- Una sección con un ícono de lista y el texto "Parentesco".
- Una sección con un ícono de personas y el texto "Tipo de Antecedente", con un ícono de flecha hacia abajo a la derecha.
- Una sección con un ícono de lista y el texto "Descripción".

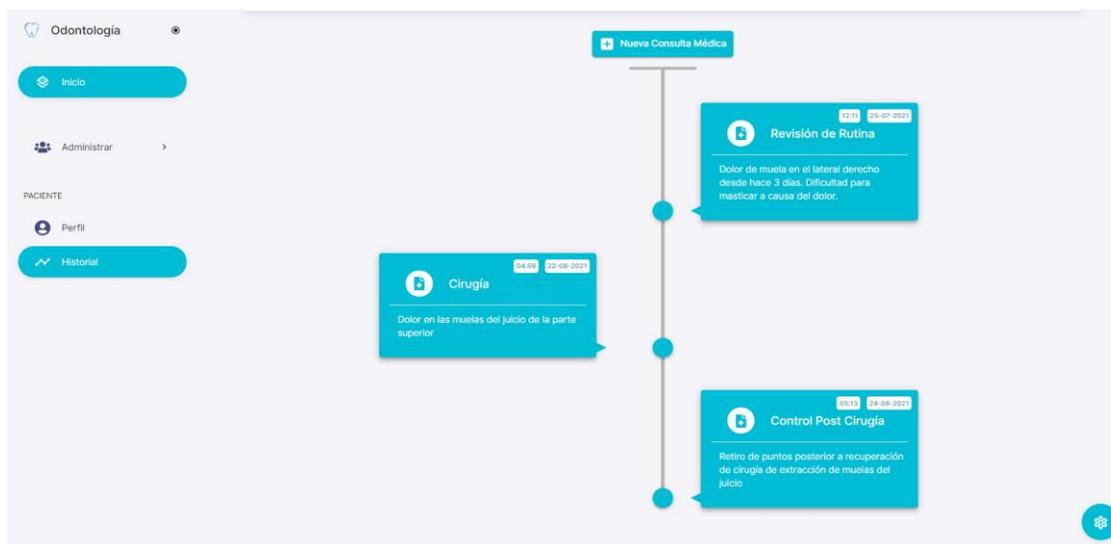
En la parte inferior del formulario, hay dos botones: "Cancelar" y "Crear Antecedente Familiar".

Vista de listado de citas médicas en línea de tiempo

La siguiente línea de tiempo muestra en orden cronológico las citas médicas del paciente. Si existen citas médicas externas estas se muestran con la etiqueta "Externo" y no se permiten modificaciones en las mismas.

Figura 33

Línea de tiempo de citas médicas



Vista de detalle de cita médica

En la siguiente vista se muestran los detalles de la cita médica actual como el tiempo transcurrido hasta la fecha actual, fecha y hora de la cita médica, edad del paciente en la cita médica y el motivo de consulta. Adicionalmente en esta vista se muestran los signos vitales que pueden ser agregados opcionalmente.

Figura 34

Detalles de cita médica

The screenshot displays a web interface for a dental clinic. At the top, the header includes 'Odontología', the user 'Pac. Alejandro Aiguacil', a search bar 'Buscar Un Paciente', and the user's name 'Christian Chunga'. A left sidebar contains navigation options: 'Inicio', 'Administrar', 'PACIENTE', 'Perfil', and 'Historial'. The main content area is titled 'Consulta Médica de Alejandro Aiguacil' and features a summary bar with 'Hace 29 días' (Time Transcurred), '25-07-2021' (Date of Attention), and '12:11' (Hour of Attention). Below this is a tabbed interface with 'Detalles' selected. The 'Información General' section includes an 'Editar' button and fields for 'Jose Jurado' (Médico Tratante), 'CP-03401' (Código Profesional), 'Motivo de Consulta (Versión del paciente)' (Dolor de muela en el lateral derecho desde hace 3 días. Dificultad para masticar a causa del dolor.), and 'Enfermedad o Problema Actual (Versión del médico)' (Pieza dental #45 rota parcialmente, presuntivamente a causa de caries.). To the right, the 'Estado del Paciente' section shows '23' (Edad) and 'Signos Vitales' with an 'Agregar' button. A settings gear icon is located in the bottom right corner.

Formulario de creación/edición de información general de cita médica

El formulario a continuación recibe los datos para crear o editar la información básica de una cita médica. El usuario que se encuentra actualmente logueado es cargado de forma predefinida como médico tratante así como la fecha y hora es cargada con la fecha y hora actual.

Figura 35*Formulario de creación/edición de cita médica*

Editar Consulta Médica ✕

Motivo de Consulta
Dolor de muela en el lateral derecho desde hace 3 días. Dificultad para masticar a causa del dolor.

Problema Actual
Pieza dental #45 rota parcialmente, presuntamente a causa de caries.

Fecha de Atención: 25/07/2021 

Hora de Atención (Formato 24h): 12:11 

Tipo de Consulta: Revisión de Rutina 

Médico Tratante: Jose Jurado 

Cancelar [Editar Consulta Médica](#)

Formulario de selección de médico tratante para cita médica

Este buscador es desplegado en caso de que se quiera asignar otro médico tratante a una cita médica.

Figura 36

Formulario de selección de médico tratante

CÓDIGO PROFESIONAL	PRIMER APELLIDO	PRIMER NOMBRE
CP-10131	Chunga	Christian
CP-22014	Chunga	Christopher

Formulario de creación/edición de signos vitales

El formulario a continuación recibe los datos de signos vitales vinculados a una cita médica. Es necesario llenar al menos uno de los campos requeridos.

Figura 37

Formulario de creación/edición de signos vitales

Agregar Signos Vitales
✕

❤️
Presión Arterial (mm Hg)

❤️
Frecuencia Cardíaca (p.p....

🌡️
Temperatura (°C)

👂
Frecuencia Respiratoria

Cancelar
Crear Signos Vitales

Vista de pre diagnóstico

En esta vista se muestran los detalles de examinación de sistema estomatognático y plan de diagnóstico terapéutico y educacional (Exámenes solicitados) con sus respectivas opciones de creación, modificación, eliminación y ordenamiento.

Figura 38

Gestión de pre diagnóstico

The screenshot displays a medical consultation interface for 'Alejandro Alguacil'. The interface includes a navigation menu on the left with options like 'Inicio', 'Administrar', 'Paciente', 'Perfil', and 'Historial'. The main content area shows patient details and a 'Pre Diagnóstico' section. This section contains two tables:

UNIDAD ESTOMATOGNÁTICA	CÓDIGO CIE	DESCRIPCIÓN	
Glándulas Salivales	K116	Mucocele de glándula salival. Mucocele de aproximadamente 3mm sobre la glándula sublingual	...
Maxilar Superior	K022	Caries del cemento en la cara central y lingual de la pieza #45	...

EXAMEN SOLICITADO	DETALLES	
Ecografía de Glándulas Salivales	Se observa un mucocele de 3mm en la parte superior izquierda de la glándula sublingual	...

Formulario de creación/edición de detalle de examinación de sistema estomatognático

El formulario a continuación recibe los datos para crear o editar detalles de examinación de sistema estomatognático. El campo "Código CIE" despliega un buscador, en el cual se puede buscar por código o descripción la enfermedad que se desea seleccionar.

Figura 39

Formulario de creación/edición de detalle de examinación

Nuevo Detalle de Examinación

Unidad Estomatognática ▼ CIE Código CIE

Descripción

Cancelar [Crear Detalle de Examinación](#)

Formulario de selección de código CIE

El formulario de búsqueda a continuación permite seleccionar el registro del CIE que se desea asignar a un diagnóstico o examinación.

Figura 40*Formulario de selección de código CIE*

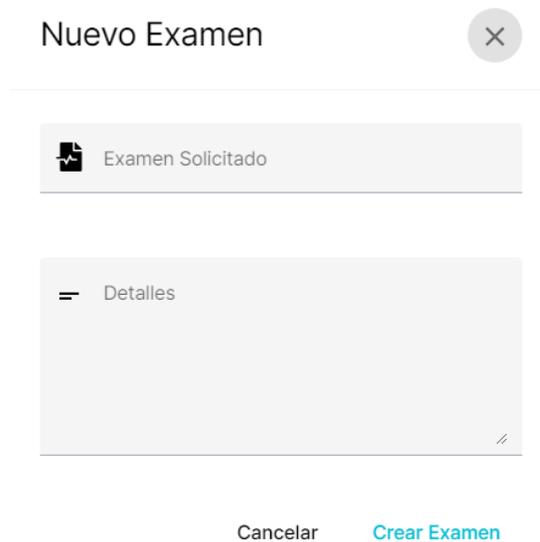
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
K021	Caries de la dentina
K022	Caries del cemento
K023	Caries dentaria detenida
K028	Otras caries dentales
K029	Caries dental, no especificada

Formulario de creación/edición de examen solicitado

El formulario a continuación recibe los datos para crear o editar un examen solicitado.

Figura 41

Formulario de creación/edición de examen solicitado



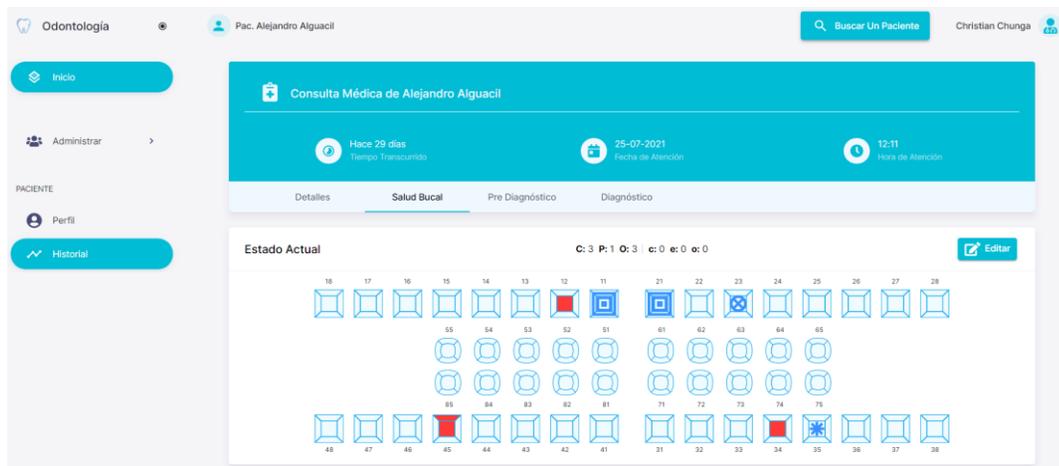
The screenshot shows a mobile application interface for creating or editing an exam. At the top, the title 'Nuevo Examen' is displayed next to a close button (X). Below the title, there are two main sections: 'Examen Solicitado' and 'Detalles'. The 'Examen Solicitado' section contains a document icon and the text 'Examen Solicitado'. The 'Detalles' section contains a minus sign icon and the text 'Detalles'. At the bottom of the form, there are two buttons: 'Cancelar' and 'Crear Examen'.

Vista de Odontograma

La vista a continuación muestra el odontograma actual del paciente así como el conteo de sus índices CPO y ceo.

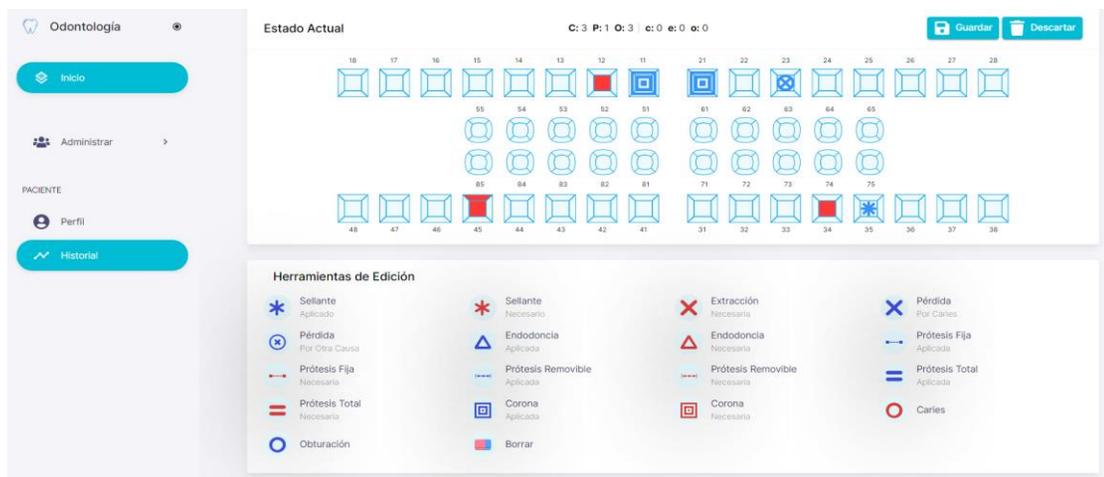
Figura 42

Vista de odontograma



Vista de edición de odontograma

Esta vista es mostrada tras presionar el botón editar tras lo cual se despliega la barra de edición mediante la cual se puede agregar o quitar detalles simples o prótesis al odontograma. Los índices CPO y ceo se cuentan tras cada cambio en el odontograma.

Figura 43*Vista de edición de odontograma***Vista de indicadores de salud bucal**

Esta vista permite modificar los indicadores de salud bucal de una cita médica. Los índices de placa, cálculo y gingivitis se dividen en secciones establecidas en el formulario 033 del MSP.

Figura 44

Vista de edición de indicadores de salud bucal

Indicadores de Salud Bucal

Guardar
Descartar

	PIEZA	PLACA	CÁLCULO	GINGIVITIS		
	<input type="radio"/> Ausente <input type="radio"/> 16 <input checked="" type="radio"/> 17 <input type="radio"/> 55	3	1	1	Enfermedad Periodontal <input type="radio"/> Ausente <input type="radio"/> Leve <input checked="" type="radio"/> Moderada <input type="radio"/> Severa	
	<input type="radio"/> Ausente <input checked="" type="radio"/> 11 <input type="radio"/> 21 <input type="radio"/> 51	0	0	0	Mal Oclusion <input type="radio"/> Ausente <input checked="" type="radio"/> Angle I <input type="radio"/> Angle II <input type="radio"/> Angle III	
	<input type="radio"/> Ausente <input checked="" type="radio"/> 26 <input type="radio"/> 27 <input type="radio"/> 65	0	0	0	Fluorosis <input type="radio"/> Ausente <input type="radio"/> Leve <input type="radio"/> Moderada <input checked="" type="radio"/> Severa	
	<input type="radio"/> Ausente <input checked="" type="radio"/> 36 <input type="radio"/> 37 <input type="radio"/> 75	0	0	0		
	<input type="radio"/> Ausente <input checked="" type="radio"/> 31 <input type="radio"/> 41 <input type="radio"/> 71	0	0	0		
	<input type="radio"/> Ausente <input checked="" type="radio"/> 46 <input type="radio"/> 47 <input type="radio"/> 85	3	1	0		
	Total	3	1	1		

Vista de gestión de diagnóstico

En esta vista se muestra el listado de los diagnósticos con sus respectivas opciones de creación, modificación, eliminación y ordenamiento.

Figura 45

Vista de gestión de diagnóstico

Odontología
Pac. Alejandro Alguacil

Buscar Un Paciente
Christian Chunga

- Inicio
- Administrar
- PACIENTE
- Perfil
- Historial

Consulta Médica de Alejandro Alguacil

Hace 29 días
Tiempo Transcurrido

25-07-2021
Fecha de Atención

12:11
Hora de Atención

Detalles
Salud Bucal
Pre Diagnóstico
Diagnóstico

Diagnóstico

☰
+

CÓDIGO CIE	DIAGNÓSTICO DEFINITIVO
K022	SI ⋮

Formulario de creación/edición de diagnóstico

El formulario a continuación recibe los datos para crear o editar diagnósticos. Dentro de cada diagnóstico se puede agregar una lista de los procedimientos realizados para solventarlos, así como una lista de las prescripciones y dosificación.

Figura 46

Formulario de creación/edición de diagnóstico

Nuevo Diagnóstico

CIE Código Cie K116

Diagnóstico Definitivo

Nuevo Procedimiento +

Procedimientos
Cauterización del mucocele

Prescripción +

Dosis

Prescripción	Dosis
Ibuprofeno	400mg cada 8 horas
Paracetamol	500mg cada 6 horas

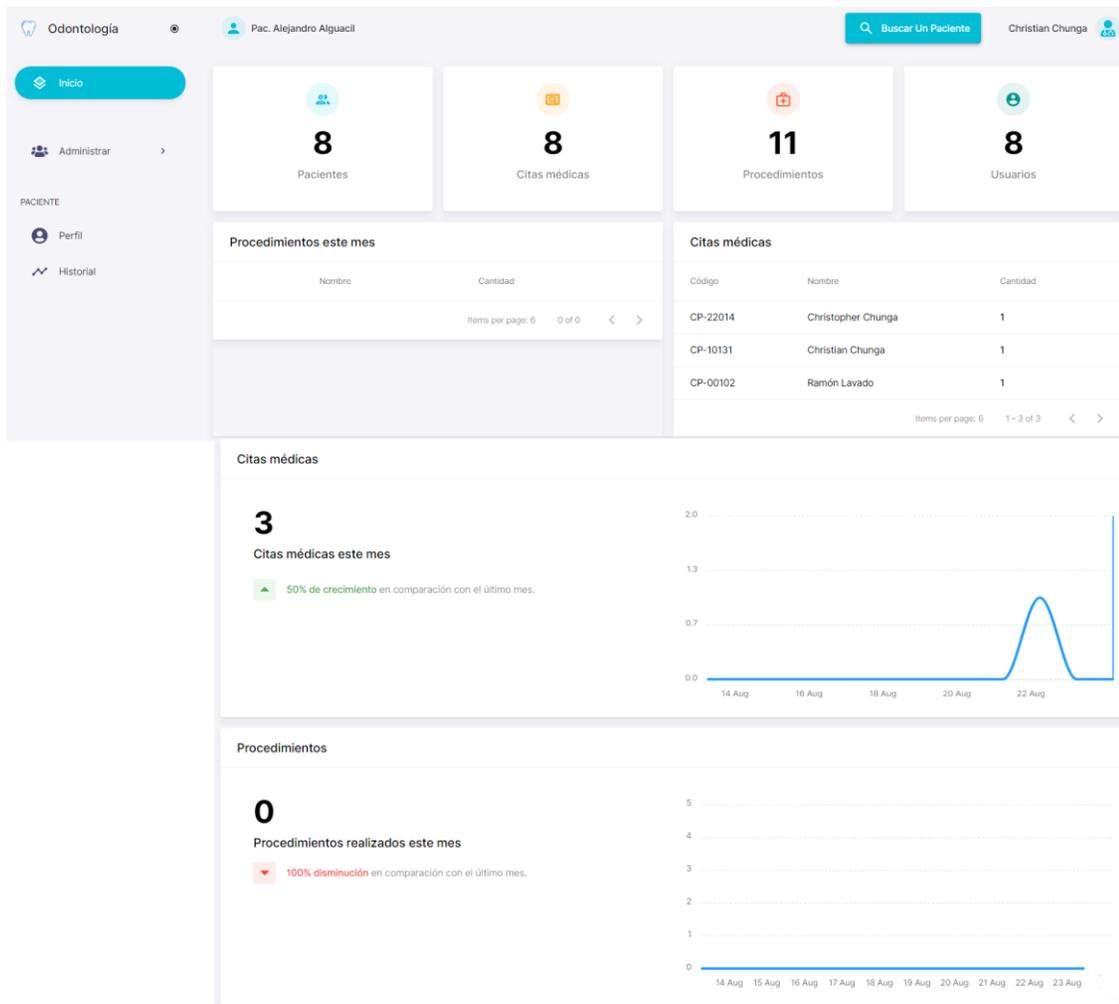
Cancelar [Crear Diagnóstico](#)

Dashboard de administrador

El dashboard es mostrado como pantalla principal en el home de la aplicación. El dashboard de administrador contiene reportes globales como las citas que ha atendido cada médico del centro y porcentajes de crecimiento de citas médicas del mes actual respecto al anterior.

Figura 47

Dashboard de administrador

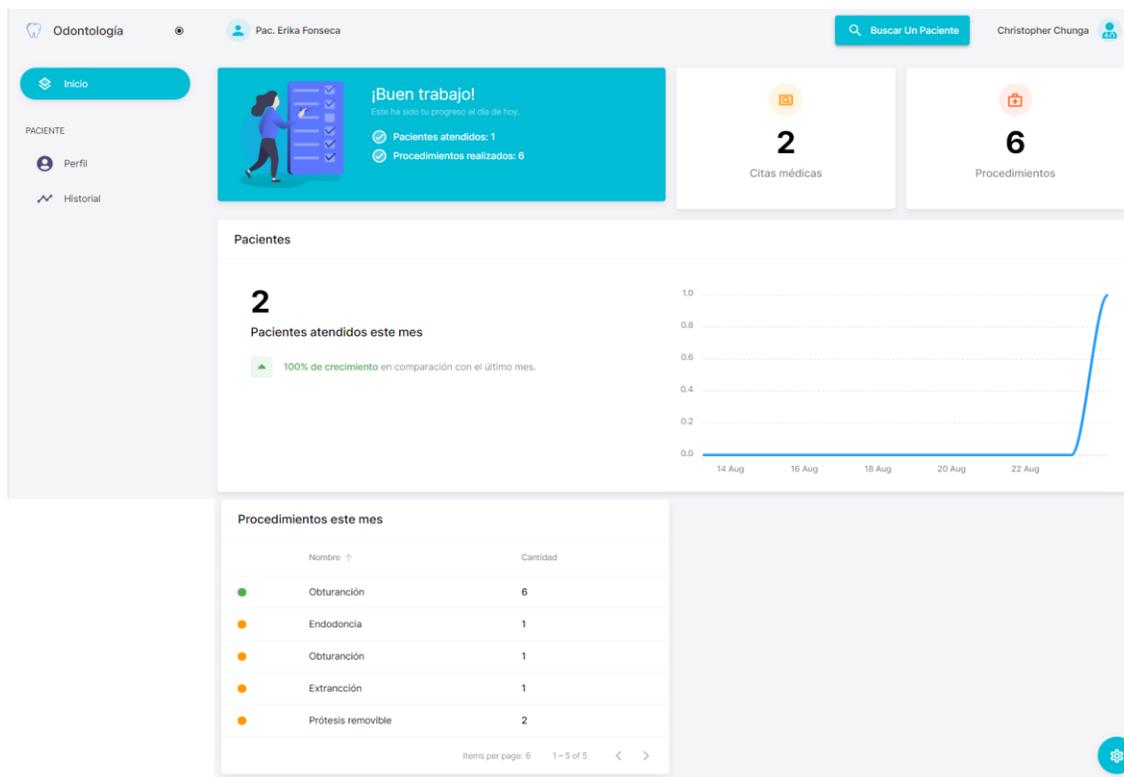


Dashboard de médico

El dashboard de médico muestra estadísticas del usuario logueado actualmente como citas médicas atendidas, procedimientos realizados, procedimientos y pacientes atendidos en el último mes.

Figura 48

Dashboard de médico



3.4.3. Pruebas

La técnica utilizada para las pruebas del sistema son las listas de chequeo, las cuales se encuentran relacionadas con cada historia de usuario cuyo objetivo es verificar que se cumpla con los requisitos planteados y se realicen las validaciones correspondientes en el ingreso de datos. Adicionalmente se planteó una lista de chequeo con ítems respecto a la seguridad del acceso a la API, mediante la cual se pretende auditar el acceso no autorizado a la información.

Tabla 13*Lista de chequeo de historia de usuario 1*

Lista de Chequeo 1		
HU Relacionada: HU01		
Descripción: Como usuario odontólogo quiero administrar pacientes para contar con información de las personas que se atienden en mi centro odontológico		
Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición de paciente	El sistema valida los datos del paciente ingresados en el formulario y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o modificación del paciente.	✓
Listado de pacientes externos	El sistema muestra los pacientes externos junto con los internos al realizar una búsqueda.	✓
Creación de paciente externo	Los datos personales de los pacientes externos se migran correctamente a la base de datos del centro médico actual al dar click sobre alguno de ellos.	✓
Validación de cédula	El sistema valida en el formulario de creación que la cédula del nuevo	✓

	<p>paciente no coincida con la de un paciente existente.</p> <p>El sistema filtra correctamente los</p>	
Filtro de pacientes por cédula o nombres	<p>pacientes por el nombre o número de cédula ingresado en la barra de búsqueda</p>	✓
Eliminación de paciente	<p>Al eliminar un paciente, el sistema cambia el estado del registro del paciente a "DELETED" conservando sus datos y excluyendo al paciente del listado mostrado al médico.</p>	✓

Tabla 14*Lista de chequeo de historia de usuario 2***Lista de Chequeo 2****HU Relacionada: HU02**

Descripción: Como usuario odontólogo **quiero** administrar citas médicas **para** contar con el historial clínico de los pacientes que se atienden en mi centro odontológico

Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición de cita médica	El sistema valida los datos ingresados en el formulario. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o modificación de la cita médica.	✓
Asignación de datos predefinidos al crear una nueva cita médica	El sistema establece en el formulario, la fecha y hora actual como valores predefinidos para la nueva cita médica, así como el médico logueado actualmente como médico tratante.	✓
Listado de citas médicas externas	El sistema muestra en orden cronológico en la línea de tiempo las citas médicas externas del centro médico actual junto con las de centros médicos externos que compartan información.	✓

Prueba	Detalles	Estado
Restricción de edición de citas médicas externas	El sistema muestra la opción de editar o eliminar cita médica únicamente en las que pertenecen al centro médico actual. Las citas médicas externas se muestran como sólo lectura	✓

Tabla 15

Lista de chequeo de historia de usuario 3

Lista de Chequeo 3		
HU Relacionada: HU03		
Descripción: Como usuario odontólogo quiero administrar la información de contacto para contar con información más detallada de los pacientes		
Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición de datos de contacto de paciente	El sistema valida los datos de contacto del paciente ingresados en el formulario y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o edición.	✓

Prueba	Detalles	Estado
Validación de números telefónicos y dirección de correo	El sistema valida que los números de teléfono y la dirección de correo electrónico tengan un formato válido	✓

Tabla 16

Lista de chequeo de historia de usuario 4

Lista de Chequeo 4		
HU Relacionada: HU04		
Descripción: Como usuario odontólogo quiero administrar la información de contactos de emergencia para contar con información más detallada de los pacientes		
Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición contacto de emergencia	El sistema valida los datos ingresados en el formulario y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o modificación.	✓
Validación de números telefónicos y dirección de correo	El sistema valida que los números de teléfono y la dirección de correo electrónico tengan un formato válido	✓

Tabla 17*Lista de chequeo de historia de usuario 5*

Lista de Chequeo 5		
HU Relacionada: HU05		
Descripción: Como usuario odontólogo quiero administrar la información de signos vitales para contar con información más detallada de las citas médicas		
Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de signos vitales	El sistema valida los datos de los signos vitales ingresados y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos no válidos, el sistema no permite proceder con la creación o modificación.	✓
Requerir al menos un dato de signos vitales	El sistema permite agregar mediante el formulario signos vitales tales como frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y temperatura, siendo obligatorio al menos uno de estos valores.	✓

Tabla 18*Lista de chequeo de historia de usuario 6*

Lista de Chequeo 6		
---------------------------	--	--

HU Relacionada: HU06

Descripción: Como usuario odontólogo **quiero** administrar la información de exámenes del sistema estomatognático **para** contar con información más detallada de las citas médicas

Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición de detalles de examen de sistema estomatognático	El sistema valida los datos ingresados en el formulario y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o modificación.	✓
Selección de código CIE	El sistema permite seleccionar el código CIE de la enfermedad correspondiente al detalle.	✓

Tabla 19

Lista de chequeo de historia de usuario 7

Lista de Chequeo 7

HU Relacionada: HU07

Descripción: Como usuario odontólogo **quiero** administrar la información de plan de diagnóstico **para** contar con información más detallada de las citas médicas

Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición de detalle de plan de diagnóstico	El sistema valida los datos ingresados en el formulario y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o modificación del paciente.	✓

Tabla 20

Lista de chequeo de historia de usuario 8

Lista de Chequeo 8		
HU Relacionada: HU08		
Descripción: Como usuario odontólogo quiero administrar la información de diagnóstico y tratamiento para contar con información más detallada de las citas médicas		
Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición detalle de diagnóstico	El sistema valida los datos ingresados en el formulario y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o modificación.	✓

Prueba	Detalles	Estado
Selección de código CIE	El sistema permite seleccionar el código CIE de la enfermedad correspondiente al detalle de diagnóstico.	✓
Agregar/Quitar procedimientos	El sistema permite agregar o quitar procedimientos al diagnóstico.	✓
Agregar/Quitar prescripciones	El sistema permite agregar o quitar prescripciones con su respectiva dosificación al diagnóstico	✓

Tabla 21

Lista de chequeo de historia de usuario 9

Lista de Chequeo 9		
HU Relacionada: HU09		
Descripción: Como usuario odontólogo quiero administrar la información de indicadores de salud bucal para contar con información más detallada de las citas médicas		
Prueba	Detalles	Estado
Valores predefinidos establecidos	El sistema establece los niveles de cálculo, placa y gingivitis en 0 así como las piezas correspondientes a cada sección como ausentes.	✓

Prueba	Detalles	Estado
Valores máximos en niveles de placa	El sistema no permite valores superiores a 3 para el nivel de placa.	✓
Valores máximos en niveles de cálculo	El sistema no permite valores superiores a 3 para el nivel de cálculo.	✓
Valor máximo en nivel de gingivitis	El sistema no permite valores superiores a 1 para el nivel de gingivitis.	✓

Tabla 22

Lista de chequeo de historia de usuario 10

Lista de Chequeo 10		
HU Relacionada: HU10		
Descripción: Como usuario odontólogo quiero administrar la información del odontograma para contar con información más detallada de las citas médicas		
Prueba	Detalles	Estado
Mostrar odontograma más reciente al crear una nueva cita médica	El sistema cargará los datos del odontograma creado en la última cita médica al crear una nueva.	✓

Prueba	Detalles	Estado
Permitir prótesis totales solo sobre piezas permanentes superiores e inferiores	El sistema permite la colocación de prótesis totales sólo sobre las piezas 17 a 27 o 47 a 37.	✓
Colocación correcta de detalles simples	El sistema agrega correctamente detalles simples (De una sola pieza).	✓
Colocación correcta de prótesis fija	El sistema permite agregar piezas a la prótesis que se está agregando.	✓
Restricción de colocación de prótesis	El sistema permite agregar a la prótesis solo piezas que se encuentran en la misma fila.	✓
Restricción de colocación de prótesis fija	Solo se permite agregar prótesis fijas en piezas que no correspondan a otra del mismo tipo.	✓
Conteo correcto de índices CPO y ceo	El sistema cuenta correctamente los índices CPO y ceo en base a los detalles colocados en el odontograma.	✓

Tabla 23*Lista de chequeo de historia de usuario 11*

Lista de Chequeo 11		
HU Relacionada: HU11		
Descripción: Como usuario odontólogo quiero administrar la información de antecedentes personales y familiares para contar con información más detallada de los pacientes		
Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición de antecedentes familiares o personales	El sistema valida los datos ingresados en el formulario y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o modificación.	✓

Tabla 24*Lista de chequeo de historia de usuario 12*

Lista de Chequeo 12		
HU Relacionada: HU12		
Descripción: Como dueño de centro médico quiero administrar los usuarios del sistema para permitir el acceso a otros usuarios odontólogos		

Prueba	Detalles	Estado
Validación de datos en formulario de creación/edición de usuarios	El sistema valida los datos ingresados en el formulario y muestra los respectivos mensajes de error en caso de ser erróneos. Si hay datos erróneos en el formulario el sistema no permite proceder con la creación o modificación.	✓
Validación de cédula	El sistema válida en el formulario de creación que la cédula del nuevo usuario no coincida con la de un usuario existente.	✓
Validación de datos de autenticación	El sistema mostrará un mensaje de error en el login en caso de que el usuario o contraseña sean incorrectos.	✓
Ingreso correcto al sistema	El sistema permite el acceso a la pantalla principal después de loguearse correctamente.	✓
Permitir el acceso a la gestión de usuarios únicamente a usuarios con rol "admin" u "owner"	La sección de gestión de usuarios solo es visible para usuarios "admin" y "owner".	✓

Tabla 25*Lista de chequeo de seguridad del sistema*

Lista de Chequeo 13		
Pruebas de seguridad de API		
Prueba	Detalles	Estado
Seguridad de endpoints	Los endpoints de gestión de datos son funcionales sólo cuando se envía un token de autenticación válido.	✓
Validación correcta de tokens	La API valida que el token enviado en cada petición es válido y no ha caducado.	✓
Caducidad de sesión de token	Los token de sesión caducan después de 12 horas desde que fueron generados.	✓
Bloqueo de edición de registros externos	La API no permite editar registros de centros odontológicos externos validando que el token pertenezca a una sesión del centro odontológico correspondiente así como el dominio.	✓
Bloque del puerto de acceso remoto a MySql	El servidor no permite el acceso remoto a la base de datos a través del puerto 3306	✓

En base a las pruebas realizadas mediante la técnica de listas de chequeo, se evidencia el cumplimiento de los requisitos previamente planteados como historias de usuario. De igual manera, esta técnica permitió verificar varios aspectos de seguridad que deben ser considerados para restringir el acceso no autorizado a los datos.

El sistema cumplió satisfactoriamente con todos los ítems planteados corroborando lo anteriormente mencionado.

Capítulo IV

4. Validación de la Propuesta

4.1. Organización de la recopilación y procesamiento de datos

Se eligió un análisis de resultados a través de encuestas, “la encuesta se puede definir como una técnica primaria de obtención de información sobre la base de un conjunto objetivo” (Tolaza, 2007), fueron aplicadas a los principales responsables los centros médicos los cuales tienen un mayor acercamiento al registro de historias clínicas, estas se aplicaron una previo a la implementación del sistema y la segunda después del uso del mismo. El objetivo de la aplicación de los cuestionarios es validar que se mejoró la administración de las historias clínicas odontológicas a través del sistema web, además de verificar el cumplimiento de los indicadores establecidos.

La encuesta buscó recabar información que nos permitiera medir el cumplimiento de los indicadores definidos en la investigación, la misma estuvo dividida en secciones que corresponden a los indicadores, los resultados fueron promediados por secciones para obtener las tablas de resultados obtenidos, esto fue posible gracias a que se usó una escala de Likert en cada pregunta.

4.2. Análisis de datos

Se utilizó el coeficiente de correlación entre los indicadores como se muestra en la Ecuación 1 que corresponde a la fórmula para el cálculo del coeficiente de correlación y la matriz de covarianzas para asegurar una relación entre los indicadores planteados y verificar que se haya cumplido con cada uno de ellos. Los coeficientes de correlación “son la expresión numérica que nos indica el grado de relación existente entre las 2 variables y en qué medida se relacionan” (Suarez, 2011).

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \quad (1)$$

4.2.1. Resultados de la primera encuesta

Para el análisis de los resultados obtenidos realizaremos cálculos de media con la fórmula definida en la Ecuación 2 que corresponde a la fórmula de la media y varianza para cada indicador.

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)/N \quad (2)$$

La varianza se define como la “media de las desviaciones cuadráticas de una variable aleatoria, referidas al valor medio de esta.” (Real Academia Española, s.f.). Para este cálculo de la varianza se usó la fórmula definida en la Ecuación 3.

$$S^2_x = \frac{(\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{x})^2)}{N-1} \quad (3)$$

Tabla 26

Datos recopilados de primera encuesta

No.	Estandarización	Accesibilidad	Velocidad	Integridad	Eficiencia
Odontólogo 1	3	3	1	2	2
Odontólogo 2	2	3	2	2	2
Odontólogo 3	2	2	2	3	3
Odontólogo 4	2	2	2	2	2
Odontólogo 5	2	2	2	2	2
Media	2,2	2,4	1,8	2,2	2,2
Varianza	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2

Tabla 27*Matriz de covarianzas de primera encuesta*

	<i>Estandarización</i>	<i>Accesibilidad</i>	<i>Velocidad</i>	<i>Integridad</i>	<i>Eficiencia</i>
Estandarización	0,2				
Accesibilidad	0,15	0,3			
Velocidad	-0,2	-0,15	0,2		
Integridad	-0,05	-0,1	0,05	0,2	
Eficiencia	-0,05	-0,1	0,05	0,2	0,2

Tabla 28*Matriz de coeficientes de correlación de primera encuesta*

	<i>Estandarización</i>	<i>Accesibilidad</i>	<i>Velocidad</i>	<i>Integridad</i>	<i>Eficiencia</i>
Estandarización	1				
Accesibilidad	0,612372436	1			
Velocidad	-1	-0,612372436	1		
Integridad	-0,25	-0,40824829	0,25	1	
Eficiencia	-0,25	-0,40824829	0,25	1	1

4.2.2. Resultados de la segunda encuesta

Tabla 29

Datos recopilados de segunda encuesta

<i>No.</i>	<i>Estandarización</i>	<i>Accesibilidad</i>	<i>Velocidad</i>	<i>Integridad</i>	<i>Eficiencia</i>
Odontólogo 1	5	5	4	4	4
Odontólogo 2	4	5	4	3	5
Odontólogo 3	5	4	5	4	5
Odontólogo 4	5	5	5	5	5
Odontólogo 5	4	5	5	4	5
Media	4,6	4,8	4,6	4	4,8
Varianza	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2

Tabla 30

Matriz de covarianzas de segunda encuesta

	<i>Estandarización</i>	<i>Accesibilidad</i>	<i>Velocidad</i>	<i>Integridad</i>	<i>Eficiencia</i>
Estandarización	0,3				
Accesibilidad	-0,1	0,2			
Velocidad	0,05	-0,1	0,3		
Integridad	0,25	0	0,25	0,5	
Eficiencia	-0,1	-0,05	0,15	0	0,2

Tabla 31*Matriz de coeficientes de correlación de segunda encuesta*

	<i>Estandarización</i>	<i>Accesibilidad</i>	<i>Velocidad</i>	<i>Integridad</i>	<i>Eficiencia</i>
Estandarización	1				
Accesibilidad	-0,40824829	1			
Velocidad	0,166666667	-0,40824829	1		
Integridad	0,645497224	0	0,645497224	1	
Eficiencia	-0,40824829	-0,25	0,612372436	0	1

4.3. Presentación de resultados

Para la interpretación de resultados se utilizó la prueba de chi cuadrado para cada indicador para verificar la aceptación de las hipótesis nulas.

4.4. Interpretación de resultados

Al haber obtenido los resultados de ambas encuestas, se procedió a realizar una comparación usando el estadístico chi cuadrado el cual nos permitirá comprobar la hipótesis general a través de la aceptación de las hipótesis nulas correspondientes a cada indicador.

Las tablas de frecuencias obtenidas se realizaron a través de lo obtenido en los resultados de ambas encuestas, en cuanto a la frecuencia esperada, se ha obtenido a través de la siguiente fórmula, este procedimiento se realiza para el análisis de chi cuadrado para cada indicador. Para calcular las frecuencias esperadas es necesario contar con el número de columnas definido como m y el número de filas definido como n , usando la Ecuación 4.

$$E_{i,j} = \frac{\sum_{i=1}^n O_{i,j} * \sum_{j=1}^n O_{i,j}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_{i,j}} \quad (4)$$

Para el cálculo de chi cuadrado en base a la tabla de frecuencias obtenidas y frecuencias esperadas se obtiene a través de la siguiente fórmula. Para obtener el valor de chi cuadrado es necesario contar con las frecuencias observada y esperada, además del número total de filas y columnas como está definido en la Ecuación 5.

$$x^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (O_{i,j} - E_{i,j})^2 / E_{i,j} \quad (5)$$

4.3.1.1. Cálculo de valor crítico

Grados de libertad

Para el cálculo de los grados de libertad se usa la fórmula

$gl = (\#columnas - 1) * (\#filas - 1)$, dato necesario para proceder con el cálculo de chi cuadrado, obteniendo $gl = (5 - 1)(5 - 1) = 4 * 4 = 16$

Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

Seleccionar valor crítico

Figura 49*Valores de distribución de chi cuadrado*

DF	P										
	0.995	0.975	0.2	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	.0004	.00016	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	9.55	10.828
2	0.01	0.0506	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.21	10.597	12.429	13.816
3	0.0717	0.216	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	14.796	16.266
4	0.207	0.484	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.86	16.924	18.467
5	0.412	0.831	7.289	9.236	11.07	12.833	13.388	15.086	16.75	18.907	20.515
6	0.676	1.237	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	20.791	22.458
7	0.989	1.69	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	22.601	24.322
8	1.344	2.18	11.03	13.362	15.507	17.535	18.168	20.09	21.955	24.352	26.124
9	1.735	2.7	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	26.056	27.877
10	2.156	3.247	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	27.722	29.588
11	2.603	3.816	14.631	17.275	19.675	21.92	22.618	24.725	26.757	29.354	31.264
12	3.074	4.404	15.812	18.549	21.026	23.337	24.054	26.217	28.3	30.957	32.909
13	3.565	5.009	16.985	19.812	22.362	24.736	25.472	27.688	29.819	32.535	34.528
14	4.075	5.629	18.151	21.064	23.685	26.119	26.873	29.141	31.319	34.091	36.123
15	4.601	6.262	19.311	22.307	24.996	27.488	28.259	30.578	32.801	35.628	37.697
16	5.142	6.908	20.465	23.542	26.296	28.845	29.633	32	34.267	37.146	39.252
17	5.697	7.564	21.615	24.769	27.587	30.191	30.995	33.409	35.718	38.648	40.79
18	6.265	8.231	22.76	25.989	28.869	31.526	32.346	34.805	37.156	40.136	42.312
19	6.844	8.907	23.9	27.204	30.144	32.852	33.687	36.191	38.582	41.61	43.82
20	7.434	9.591	25.038	28.412	31.41	34.17	35.02	37.566	39.997	43.072	45.315

Tabla 32*Parámetros de nivel de confianza*

Parámetros	Valores
Nivel de confianza	95%
Alfa	5%
Grados de libertad	4
Valor crítico	0,71072302

4.3.1.2. Validación de hipótesis para el indicador 1

Hipótesis nula y alternativa correspondiente al indicador estandarización.

- Hipótesis nula (h0): El uso del sistema permite estandarizar correctamente las historias clínicas odontológicas basado en el formulario 033 del MSP.
- Hipótesis nula (h1): El uso del sistema no permite estandarizar correctamente las historias clínicas odontológicas basado en el formulario 033 del MSP.

Tabla 33

Tabla de contingencia del indicador 1

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	3	2	2	2	2	11
Después	5	4	5	5	4	23
Total	8	6	7	7	6	34

Tabla 34

Tabla frecuencias esperadas del indicador 1

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	2,58823529	1,94117647	2,26470588	2,26470588	1,94117647	11
Después	5,41176471	4,05882353	4,73529412	4,73529412	4,05882353	23
Total	8	6	7	7	6	34

$$x^2 = 0,19358178$$

Se acepta la hipótesis nula (h0) al ser el resultado menor al valor crítico calculado, rechazando la hipótesis alternativa (h1).

4.3.1.3. Validación de hipótesis para el indicador 2

Hipótesis nula y alternativa correspondiente al indicador accesibilidad.

- Hipótesis nula (h0): El uso del sistema garantiza al usuario un acceso completo a los datos al momento de crear, modificar o consultar historias clínicas odontológicas.
- Hipótesis nula (h1): El uso del sistema no garantiza al usuario un acceso completo a los datos al momento de crear, modificar o consultar historias clínicas odontológicas.

Tabla 35

Tabla de contingencia del indicador 2

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	3	3	2	2	2	12
Después	5	5	4	5	5	24
Total	8	8	6	7	7	36

Tabla 36

Tabla frecuencias esperadas del indicador 2

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	2,58823529	2,58823529	1,94117647	2,26470588	2,26470588	11,6470588
Después	5,41176471	5,41176471	4,05882353	4,73529412	4,73529412	24,3529412
Total	8	8	6	7	7	36

$$\chi^2 = 0,28778468$$

Se acepta la hipótesis nula (h0) al ser el resultado menor al valor crítico calculado, rechazando vla hipótesis alternativa (h1).

4.3.1.4. Validación de hipótesis para el indicador 3

Hipótesis nula y alternativa correspondiente al indicador velocidad.

- Hipótesis nula (h0): El uso del sistema mejora el tiempo promedio de registro, edición, generación de reportes y acceso a datos de pacientes del centro odontológico.
- Hipótesis nula (h1): El uso del sistema no mejora el tiempo promedio de registro, edición, generación de reportes y acceso a datos de pacientes del centro odontológico.

Tabla 37

Tabla de contingencia del indicador 3

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	1	2	2	2	2	9
Después	4	4	5	5	5	23
Total	5	6	7	7	7	32

Tabla 38*Tabla frecuencias esperadas del indicador 3*

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	1,61764706	1,94117647	2,26470588	2,26470588	2,26470588	10,3529412
Después	3,38235294	4,05882353	4,73529412	4,73529412	4,73529412	21,6470588
Total	5	6	7	7	7	32

$$x^2 = 0,48846226$$

Se acepta la hipótesis nula (h0) al ser el resultado menor al valor crítico calculado, rechazando la hipótesis alternativa (h1).

4.3.1.5. Validación de hipótesis para el indicador 4

Hipótesis nula y alternativa correspondiente al indicador integridad.

- Hipótesis nula (h0): Los datos dentro del sistema que se deseen mantener privados se mantienen seguros de otros centros odontológicos.
- Hipótesis nula (h1): Los datos dentro del sistema que se deseen mantener privados no se mantienen seguros de otros centros odontológicos.

Tabla 39*Tabla de contingencia del indicador 4*

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	2	2	3	2	2	11
Después	4	3	4	5	4	20
Total	6	5	7	7	6	31

Tabla 40*Tabla frecuencias esperadas del indicador 4*

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	1,94117647	1,61764706	2,26470588	2,26470588	1,94117647	10,0294118
Después	4,05882353	3,38235294	4,73529412	4,73529412	4,05882353	20,9705882
Total	6	5	7	7	6	31

$$\chi^2 = 0,53751176$$

Se acepta la hipótesis nula (h0) al ser el resultado menor al valor crítico calculado, rechazando la hipótesis alternativa (h1).

4.3.1.6. Validación de hipótesis para el indicador 5

Hipótesis nula y alternativa correspondiente al indicador eficiencia.

- Hipótesis nula (h0): El sistema es eficiente al momento de administrar historias clínicas odontológicas.
- Hipótesis nula (h1): El sistema no es eficiente al momento de administrar historias clínicas odontológicas.

Tabla 41*Tabla de contingencia del indicador 5*

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	2	2	3	2	2	11
Después	4	5	5	5	5	24
Total	6	7	8	7	7	35

Tabla 42*Tabla frecuencias esperadas del indicador 5*

	<i>Od1</i>	<i>Od2</i>	<i>Od3</i>	<i>Od4</i>	<i>Od5</i>	
Antes	1,94117647	2,26470588	2,58823529	2,26470588	2,26470588	11,3235294
Después	4,05882353	4,73529412	5,41176471	4,73529412	4,73529412	23,6764706
Total	6	7	8	7	7	35

$$\chi^2 = 0,23668361$$

Se acepta la hipótesis nula (h0) al ser el resultado menor al valor crítico calculado, rechazando la hipótesis alternativa (h1).

4.5. Conclusiones del análisis de datos

El uso del sistema permitió estandarizar correctamente las historias clínicas odontológicas basado en el formulario 033 del MSP.

El uso del sistema garantizó al usuario un acceso completo a los datos al momento de crear, modificar o consultar historias clínicas odontológicas.

El uso del sistema mejoró el tiempo promedio de registro, edición, generación de reportes y acceso a datos de pacientes del centro odontológico.

Los datos dentro del sistema que se deseen mantener privados se mantienen seguros de otros centros odontológicos.

El sistema es eficiente al momento de administrar historias clínicas odontológicas.

Como se puede observar, se ha verificado el mejoramiento de los procesos dentro de los centros odontológicos al implantar el sistema web, optimizando la gestión de historias clínicas y disminuyendo el tiempo necesario de atención al cliente en lo que respecta a la recopilación de datos, con un nivel de confianza del 95% de los datos obtenidos.

Capítulo V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo de desarrollar un sistema web para optimizar la administración de historias clínicas basándose en los estándares médicos nacionales usando la arquitectura multitenant.
- El desarrollo del marco teórico permitió adquirir conocimientos sobre los estándares del MSP y de las técnicas, enfoques y herramientas recomendadas para el desarrollo de un sistema multitenant.
- El uso de la metodología S-Scrum permitió un desarrollo eficiente y seguro del sistema junto con el uso de herramientas de seguimiento y versionamiento como Jira, Github y Heroku permitiendo mostrar al usuario final el progreso del desarrollo del sistema así como entregas funcionales progresivas.
- El uso de la arquitectura multitenant con enfoque de bases de datos separadas permite simplificar el modelado de datos, mantener un máximo nivel de aislamiento de la información, fácil escalabilidad en caso de querer distribuir las bases de datos en distintos servidores y mantener una sola instancia de la aplicación pese a tener bases de datos independientes.
- El desarrollo del sistema satisfizo todas las necesidades de los usuarios en lo que corresponde a administración de historias clínicas en base al formulario 033 del MSP.
- Se determinó que el uso del sistema permitió a los odontólogos una administración más eficiente de los datos de pacientes, además de disminuir el tiempo de atención siendo la usabilidad un factor clave en la optimización de procesos.

- El uso de técnicas estadísticas como chi cuadrado para el análisis de resultados nos permitió corroborar que se han cumplido con los indicadores establecidos al inicio del proyecto.
- El uso de un sistema basado en una arquitectura multitenant en centros de salud públicos implicaría una disminución significativa de los recursos así como facilidades para compartir información y mayor seguridad ya que esto permitiría implementar una sola instancia del sistema manteniendo un centro de datos independiente en cada establecimiento de salud.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de la metodología Scrum o sus variantes para el desarrollo de sistemas puesto que permite que el usuario final del producto aporte ideas en las reuniones, se realice entregas continuas y por lo tanto el resultado es un sistema acorde a las necesidades del usuario.
- Se recomienda el uso de la metodología S-Scrum ya que permite hacer énfasis en la seguridad del sistema manteniendo las ventajas de Scrum como metodología ágil.
- Se recomienda el uso de la arquitectura multitenant ya que permite mantener una sola instancia de la aplicación y separar los datos de cada compañía en el nivel que se considere adecuado siendo el enfoque de bases de datos separadas el mayor nivel de aislamiento y el uso de base de datos compartida el enfoque de menor nivel.
- Es recomendable diseñar y levantar un sistema base con la arquitectura completamente funcional previo al desarrollo de los requerimientos del sistema ya que la implementación de esta arquitectura a posteriori puede tener una complejidad mayor.
- Se recomienda el uso de Spring para el desarrollo de backend por la facilidad con la que se desarrollan funcionalidades, permitiendo generar código de alto rendimiento además de la vasta documentación con la que cuenta.
- Se recomienda el uso de Angular para el desarrollo de frontend, debido a su modularidad, constante mantenimiento y amplia documentación.
- En futuras modificaciones del sistema se recomienda implementar funcionalidades adicionales como el seguimiento de tratamientos de ortodoncia, reserva de citas médicas, recordatorios de citas médicas vía mensaje, entre otros.

- Para futuras investigaciones se recomienda utilizar frameworks ampliamente documentados con el fin de comprender cuál sería la mejor manera de implementar una arquitectura multitenant, así como decidir el nivel de aislamiento más adecuado para cada caso en particular.

Bibliografía

Labrador Falero, D., Rodríguez Fuego, M., Tellería Prieto, M., Mato González, A., & Oliva Ordaz, L. (2020). Diseño del software de gestión "Medical Records Orthodont-Soft." Retrieved 25 August 2020, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-31942016000500007&script=sci_arttext&tIng=pt

Garcés Pérez, C. (2020). Software para la creación e implementación de una base de datos radiográfica que contribuya al mejoramiento del servicio de salud bucal que ofrece la unidad de atención odontológica Uniandes. Retrieved 26 August 2020, from <http://45.238.216.28/handle/123456789/7324>

Orrego, V. (2018). Terminología clínica: la base para la representación/categorización de la información en las historias clínicas electrónicos del paciente. *Informação Em Pauta*, 73-94. doi: 10.32810/2525-3468.ip.v3iespecial.2018.39715.73-94

Oña Rivera, B. (2020). Análisis y aplicación de la tecnología Wamp server como software libre: caso práctico: elaboración de un sistema informático para mejorar la administración de la información de la clínica odontológica punto dental en la ciudad de Latacunga. Retrieved 24 August 2020, from <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1302>

Peñaherrera Yambay, L., & Rendón Ortiz, J. (2020). Análisis y diseño de un prototipo administrativo para el centro odontológico laboratorio movident. Retrieved 24 August 2020, from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10736>

Pérez Ayala, D., Hernández Castro, Y., Álvarez Osorio, C., Álvarez Sánchez, Y., & Rodríguez Fuego, M. (2020). Software de gestión para la historia clínica de Estomatología General Integral. Retrieved 25 August 2020, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-31942016000600007&script=sci_arttext&tlng=en

Vega Fajardo, A. (2018). MEJORAR EL RENDIMIENTO DEL DESARROLLO DE APLICACIONES WEB BASADA EN MODELO BASE DE DATOS ORIENTADO A OBJETOS. *Revista Científica TECNIA*, 27(1), 29. doi: 10.21754/tecnia.v27i1.123

Wikman, P., Safont, P., Merino, J., Martínez Baltanás, A., Matarranz del Amo, M., & López Calleja, E. (2009). Intervención para la mejora de la calidad de las historias clínicas en un Servicio de Medicina Interna. *Revista Clínica Española*, 209(8), 391-395. doi: 10.1016/s0014-2565(09)72343-4

Arsaute, A., Zorzán, F., Daniele, M., González, A., y Frutos, M. (2018). Generación automática de API REST a partir de API Java, basada en transformación de Modelos (MDD). In *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/67777/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bata Médica. (2020). Historia Clínica. Bata médica. Recuperado el 14 de septiembre de 2020. <https://www.batamedica.com/historia-clinica/>

Box, D. y et al. (2000). Simple object access protocol (SOAP) 1.1. W3C NOTE. <https://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508/>

- Castillo Gutiérrez, M. A. (2018). Diseño e implementación de una estrategia de seguridad mediante políticas de autenticación y autorización para una empresa de seguros. (Tesis de masterado). Universidad de Chile, Chile. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151775/Dise%C3%B1o-e-implementacion-de-una-estrategia-de-seguridad-mediante-politicas-de-autenticacion-y.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chanchí, G., Campo, W., Amaya, J., y Arciniegas, J. (2011). Esquema de servicios para Televisión Digital Interactiva, basados en el protocolo REST-JSON. *Cadernos de Informática*, 6 (1), 233 - 240. <https://www.seer.ufrgs.br/cadernosdeinformatica/article/view/v6n1p233-240/11807>
- Doussoulin, A., Rivas, R., y Sabelle, C. (2016). Egresos hospitalarios por enfermedad cerebrovascular en el período 2001-2010 en el Servicio de Salud Araucanía Sur. *Revista médica de Chile*, 144 (5), 571 - 576. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v144n5/art03.pdf>
- Fernández, M., y Alfonso, I. (2005). Estado actual de la normalización y la estandarización en las bibliotecas sobre ciencias de la salud. *Acimed*, 13 (5), 1 - 1. <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v13n5/aci03505.pdf>
- González, R., y Cardentey, J. (2015). La historia clínica médica como documento médico legal. *RevMéd Electrón*, 37 (6), 648 - 53.
- Gonzalo, N. (2018). Desarrollo de una API para datos abiertos. (Tesis de grado). Universidad de La Laguna, España.

<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/7106/Desarrollo%20de%20una%20API%20para%20datos%20abiertos.pdf?sequence=1>

Guzmán, F., y Arias, C. (2012). La historia clínica: elemento fundamental del acto médico. *Revista colombiana de cirugía*, 27 (1), 15 – 24.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v27n1/v27n1a2.pdf>

Herriko, E. (2000). La Gestión del Conocimiento: retos y soluciones de los profesionales de la información. *IVII Jornadas Españolas de Documentación*. https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/25734/metadatos_mendez_FES_ABID2000_2000.pdf

Menchón, M. (2016). YART: Una herramienta interactiva para rehabilitación cognitiva. In *XIX Concurso de Trabajos Estudiantiles (EST 2016)-JAIIO 45* (Tres de Febrero, 2016).
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/58123/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MSP (2008) Manual de Uso del Formulario 033. HISTORIA CLÍNICA ÚNICA DE ODONTOLOGÍA. Ministerio de Salud Pública, Ecuador.
<https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/HISTORIA%20CL%3%8DNICA%20%3%9ANICA%20DE%20SALUD%20BUCAL.pdf>

Peña, N., Gonzalez, C., y Mendoza, M. (2015). Diagnóstico de estilos de aprendizaje para favorecer la personalización de materiales educativos mediante redes bayesianas: servicios web para Moodle™. *Revista Virtual*

Universidad Católica del Norte, (46), 4 - 20.
<https://www.redalyc.org/pdf/1942/194242285002.pdf>

Sabartés, R. (2013). Historia clínica electrónica en un departamento de obstetricia, ginecología y reproducción desarrollo e implementación, factores clave. (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, España.
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/117304/rsf1de1.pdf>

Salazar, L. (2014). Comercialización de S-PACS: sistema de almacenamiento, visualización y distribución de imágenes

médicas, CASO: SERQUIP CÍA. LTDA. GUAYAQUIL (Tesis de grado).
Universidad Espiritu Santo, Ecuador.
<http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/623/1/Trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n.%20Plan%20de%20Negocio.%20Priscila%20Salazar%20Pisco.pdf>

Sandoval, C., Alor, G., y Olmedo, J. (2004). Generación Dinámica de GUIs para la Invocación de Servicios Web publicados en nodos UDDI. Proceedings CORE.
<https://nlp.cic.ipn.mx/publications/2004/recientes%20avances%20en%20la%20ciencia%20de%20la%20computacion%20en%20mexico.pdf#page=77>

Santos, J. (2014). Desarrollo de una interfaz gráfica remota para un caracterizador de semiconductores y un analizador de redes (Tesis de grado). Universidad San Francisco de Quito.
<http://192.188.53.14/bitstream/23000/3227/1/000110583.pdf>

- Tafolla, H. (2000). Estandarización y Globalización. Revista: SEGMENTO, (6).
<http://segmento.itam.mx/Administrador/Uploader/material/Estandarizacion%20y%20Globalizacion.PDF>
- Maida, E. G., & Pacienza, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software.
- Rivas, C. I., Corona, V. P., Gutiérrez, J. F., & Hernández, L. (2015). Metodologías actuales de desarrollo de software. Revista de Tecnología e Innovación, 2(5), 980-986.
- Montero, B. M., Cevallos, H. V., & Cuesta, J. D. (2018). Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software. Espirales revista multidisciplinaria de investigación, 2(17).
- Anwar, M., Imran A., (2015). Access Control for Multi-tenancy in Cloud-Based Health Information Systems,. International Conference on Cyber Security and Cloud Computing
- Reynoso, C. B. (2004). Introducción a la Arquitectura de Software. Universidad de Buenos Aires, 33.
- Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (2003). Software architecture in practice. Addison-Wesley Professional.
- Durango, A. (2015). Diseño de software (2nd ed., pp. 41-43). IT Campus Academy.
- Sommerville, I. (2005). Ingeniería de software (7th ed., p. 26). Distrito Federal: Pearson Educación.
- Vance, W. (2020). Arquitectura limpia (1st ed., pp. 4-7).

- Oll Majin, L. F., Roa Valencia, J. D., & Robles Molina, R. D. (2021). Reestructuración de la arquitectura de software para la implementación de software como servicio (SaaS) en la empresa Gearsis SAS.
- Corzo Castañeda, C. F. (2014). SCLOUD-MT actualización y transformación del sistema SCLOUD hacia una versión con soporte para varias empresas (multitenant) sin restricciones.
- Polanco Peña, J. (2016). Despliegue y gestión multitenant de una aplicación web de control de solicitudes de actividades.
- Wang, Z. H., Guo, C. J., Gao, B., Sun, W., Zhang, Z., & An, W. H. (2008, October). A study and performance evaluation of the multi-tenant data tier design patterns for service oriented computing. In 2008 IEEE International Conference on e-Business Engineering (pp. 94-101). IEEE.
- Siega, E. L. (2015). Sistema para redes de clínicas odontológicas.
- Vaca Sierra, L. J. (2015). Desarrollo de un sistema informático basado en la historia clínica Odontológica única (MSP) para la aplicación y evaluación en consultorios privados de las parroquias el Sagrario y San Francisco del cantón Ibarra (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Dijkstra, E. W. (2001). Go to statement considered harmful. In *Pioneers and Their Contributions to Software Engineering* (pp. 297-300). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Perry, D. E., & Wolf, A. L. (1992). Foundations for the study of software architecture. *ACM SIGSOFT Software engineering notes*, 17(4), 40-52.

- Eickelmann, N. S., & Richardson, D. J. (1996, March). An evaluation of software test environment architectures. In Proceedings of IEEE 18th International Conference on Software Engineering (pp. 353-364). IEEE.
- Hilliard, R. (2000). Ieee-std-1471-2000 recommended practice for architectural description of software-intensive systems. IEEE, <http://standards.ieee.org>, 12(16-20), 2000.
- Fielding, R. T., & Taylor, R. N. (2002). Principled design of the modern web architecture. ACM Transactions on Internet Technology (TOIT), 2(2), 115-150.
- Deacon, J. (2009). Model-view-controller (mvc) architecture. Online][Citado em: 10 de março de 2006.] <http://www.jdl.co.uk/briefings/MVC.pdf>.
- Reinwald, B. (2010). Multitenancy. University of Washington and Microsoft Research Summer Institute.
- Harvey, C & Press, J. (1996) Databases in Historical Research: Theory, Methods, and Applications.
- La HCE en el país de la informática - Noticias médicas - IntraMed. (2009). Retrieved 20 June 2021, from <https://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoid=59495>
- Shortliffe, E. H. (1999). The evolution of electronic medical records. ACADEMIC MEDICINE-PHILADELPHIA-, 74, 414-419.
- Shortliffe, E. H. (1998). The evolution of health-care records in the era of the Internet. Medinfo, 98, 8-14.

Graneros, N. (2017). Evaluación de performance en bases de datos relacionales (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Hirsch, J. A., Nicola, G., McGinty, G., Liu, R. W., Barr, R. M., Chittle, M. D., & Manchikanti, L. (2016). ICD-10: history and context. *American Journal of Neuroradiology*, 37(4), 596-599.

RedHat. Qué es una API de REST. Recuperado 28 Junio 2021, de <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-is-a-rest-api>

Webber, J., Parastatidis, S., & Robinson, I. (2010). *REST in practice: Hypermedia and systems architecture*. " O'Reilly Media, Inc."

Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23a ed.).

Luna, D., Soriano, E., & de Quirós, F. G. B. (2007). Historia clínica electrónica. *Revista del Hospital Italiano de Buenos Aires*, 27(2).

Granda, W. X. B. (2017). Multitenancy. *INNOVA Research Journal*, 2(2), 72-83.

Guo, CJ, Sun, W., Huang, Y., Wang, ZH y Gao, B. (julio de 2007). Un marco para el desarrollo y la gestión de aplicaciones nativas de tenencia múltiple. En la novena conferencia internacional IEEE sobre tecnología de comercio electrónico y la cuarta conferencia internacional IEEE sobre informática empresarial, comercio electrónico y servicios electrónicos (CEC-EEE 2007) (págs. 551-558). IEEE.

Márquez, B. (2004). "Implementación de un reconocedor de voz gratuito al sistema de ayuda a invidentes Dos-Vox en español." Departamento de Ingeniería

en Sistemas Computacionales, Escuela de Ingeniería, from http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/navegacion/titulo.html.

Cruz Valencia, K. (2012). Historia del cloud computing. *Revista de Información, Tecnología y Sociedad*, 51.

Jones, B. E., & Ould, M. A. (1974). The patient medical record as a database. *The Computer Journal*, 17(4), 295-301.

Shimrat, O. (2009). Cloud computing and healthcare. *San Diego Physician. org*, 26-29.

Maenhaut, P. J., Moens, H., Ongenae, V., & De Turck, F. (2016). Migrating legacy software to the cloud: approach and verification by means of two medical software use cases. *Software: Practice and Experience*, 46(1), 31-54

Tolozá, S. M., & Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista iberoamericana de fisioterapia y kinesiología*, 10(1), 48-52.

Suárez Ibujés, M. O. (2011). Coeficiente de correlación de Karl Pearson.

Albarracín, R. (2018). Resultados de la implementación de registros médicos electrónicos (EMR) a nivel regional. *INGENIO*, 1(1), 5-14.

MSP, M. (2008). MANUAL DE USO DEL FORMULARIOS 033.

Ministerio de Salud Pública. (2008). Manual de Uso de los Formularios Básicos. Quito.

- Krebs, R., Momm, C., & Kounev, S. (2012). Architectural Concerns in Multi-tenant SaaS Applications. *Closer*, 12, 426-431.
- Planas, M., Rodríguez, T., & Lecha, M. (2004). La importancia de los datos. *Nutricion hospitalaria*, 19(1), 11-13.
- Mora Quiñones, B. L. (2018). Análisis comparativo del sistema de salud chileno y colombiano desde la funcionalidad de la APS y su impacto en la hospitalización evitable.
- Cano González, H. (2019). HERRAMIENTAS OFIMÁTICAS GENÉRICAS Y LA HOJA DE CÁLCULO.
- Salamea, C. G. G., & Molina, M. F. C. D. G. (2003). *La Informática Médica y los Sistemas de Información*. Santiago.
- Bezemer, C. P., & Zaidman, A. (2010, September). Multi-tenant SaaS applications: maintenance dream or nightmare?. In *Proceedings of the joint ercim workshop on software evolution (evol) and international workshop on principles of software evolution (iwps)* (pp. 88-92).
- Del Vecchio, J. F., Paternina, F. J., & Henríquez Miranda, C. (2015). La computación en la nube: un modelo para el desarrollo de las empresas. *Prospectiva*, 13(2), 81-87.
- Mejía O, A. (2011). *Computación en la nube*, 45-52.
- Medina Sarmiento, J. J., & Villamil Moreno, J. A. Desarrollo de sistema multiplataforma (web y móvil) para la gestión del noveno congreso Internacional De Computación Cicom 2019.

Chong, F., Carraro, G., & Wolter, R. (2006). Multi-tenant data architecture. MSDN Library, Microsoft Corporation, 14-30.

Santillán, L. A. C., Ginestà, M. G., & Mora, Ó. P. (2014). Bases de datos en MySQL. Universitat oberta de Catalunya.

González, G. M. (2016). Aprende a Desarrollar con Spring Framework: 2ª Edición. IT Campus Academy.

Node.JS. Retrieved 25 June 2021, from <https://nodejs.org/es/>

VueJS. Retrieved 26 June 2021, from <https://vuejs.org/v2/guide/>

Angular. Retrieved 26 June 2021, from <https://angular.io>

Subecz, Z. (2021). Web-Development with Laravel Framework. GRADUS, 8(1), 211-218.

Cáceres, P., Marcos, E., & Kybele, G. (2001). Procesos ágiles para el desarrollo de aplicaciones Web. Taller de Web Engineering de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos de, 2001.

Figueroa, R. G., Solís, C. J., & Cabrera, A. A. (2008). Metodologías tradicionales vs. metodologías ágiles. Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias de la Computación, 9, 1-10.

Maleki, N. G., & Ramsin, R. (2017, June). Agile Web development methodologies: a survey and evaluation. In International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications (pp. 1-25). Springer, Cham.

Anexos