



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY



INOT
INSTITUTO NACIONAL
DE ORTOPEdia
Y TRAUMATOLOGÍA

SIPOME

Sistema Informático de Patología Oncológica Músculo Esquelética

Memoria de un Proyecto de Informática Médica
presentada a la Facultad de Ingeniería

Nahuel Hourcade
Valentina Coggan
Estefanía Della Mea

Directores:

Prof. Ing. Franco Símini

Prof. Ing. Antonio López

Proyecto de Grado de Ingeniería en Computación
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

Montevideo – Uruguay

Abril de 2020

RESUMEN

En este proyecto de grado se presenta un modelo innovador que apunta a generar una mejor prestación integral de salud mediante la implementación de una herramienta informática que cumple con las necesidades tanto del Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología (INOT) como de los involucrados con la institución, ya sea pacientes, médicos, estudiantes, entre otros. El sistema propuesto, Sistema Informático de Patología Oncológica Músculo Esquelética (SIPOME), es un sistema de información que busca mejorar el registro y el acceso a los datos clínicos de los pacientes, con vistas a mejorar la toma de decisiones. Contempla entonces consultas médicas, exámenes, tratamientos, diagnósticos, entre otras variantes. SIPOME maneja un sistema de roles de usuario, que hace posible compartimentalizar las capacidades del sistema, cumpliendo así con las medidas de seguridad necesarias al trabajar con información sensible. Permite asimismo extraer métricas sobre dichos datos, que posteriormente pueden ser utilizadas para mejorar la atención de los pacientes, y del sistema de salud en general. SIPOME cumple con todos los estándares internacionales que garantizan su correcto funcionamiento en la Historia Clínica Electrónica Nacional (HCEN) y se alinea con las normativas estipuladas por el gobierno para la agenda digital.

Palabras claves:

oncología, oncología musculo-esquelética, traumatología, historia clínica electrónica, sistemas de información hospitalaria, HCE, CDA, XDS, CIE, HL7, DICOM.

ABSTRACT

This project presents an innovative model that allows to provide a better integral health service through the implementation of a computer system that meets the needs of both the National Institute of Orthopedics and Traumatology (INOT by its initials in spanish) and those involved with the institution, whether they are patients, doctors, students, among others. The proposed system, Oncological Muscle Pathology Computer System (SIPOME by its initials in spanish), is an information system that seeks to improve the registration and access to clinical data of patients, with the intention of helping with the decision making process. Therefore, it contemplates medical consultations, exams, treatments, diagnoses, among other variables. SIPOME handles a system of user roles, which makes it possible to compartmentalize the system's capabilities, thus complying with the necessary security measures when working with sensitive information. It also allows for the extraction of metrics on such data, which can later be used to improve patient care and the health system in general. SIPOME complies with all international standards that guarantee its proper functioning in the National Electronic Health Record (HCEN by its initials in spanish) and is aligned with the regulations stipulated by the local government for the digital agenda.

Keywords:

oncology, musculoskeletal oncology, traumatology, electronic medical record, hospital information system, EMR, CDA, XDS, CIE, HL7, DICOM.

Lista de figuras

2.1	Actores XDS [1]	18
3.1	Arquitectura de la HCEN, tomado de [2]	24
3.2	Componentes XDS v4.0, tomado de [3]	27
3.3	Casos de uso del XDS, tomado de [4]	28
3.4	Diagrama de secuencia: Provide and Register Document Set, tomado de [5]	29
3.5	Diagrama de secuencia: Registry Stored Query, tomado de [5] .	31
3.6	Diagrama de secuencia: Retrieve Document Set, tomado de [5] .	31
3.7	Diagrama UML de DICOM define relación entre pacientes e instancias de estudios, tomado de [6]	33
3.8	Estructura de Organización del Uruguay	34
5.1	El flujo normal que realizará el médico durante el acto asisten- cial, tomado de [7]	45
5.2	Diagrama de arquitectura de SIPOME	56
5.3	Modelo de dominio de SIPOME	58
5.4	Atributos de Registro clínico agrupados por concepto	60
5.5	Entidades de diagnóstico	61
5.6	Modelo de dominio de Examen	62
5.7	Modelo de dominio de Tratamiento	62
5.8	Modelo de dominio de entidades de trazabilidad	63
5.9	Diagrama de secuencia: Guardar un registro clínico en SIPOME	64
5.10	Diagrama de secuencia: Registro de CDA en XDS local	65
6.1	Documento de configuración del Sistema Informático de Pato- logía Oncológica Músculo Esquelética (SIPOME)	77
7.1	Inicio de la aplicación	83

7.2	Formulario para iniciar sesión	84
7.3	Formulario para ingresar un nuevo usuario	85
7.4	Menú superior de SIPOME	86
7.5	Vista de Administración	87
7.6	Editar usuario	88
7.7	Vista de Pacientes	89
7.8	Editar un paciente	90
7.9	Vista de Consultas	91
7.10	Formulario para ingresar datos principales de la consulta	92
7.11	Formulario para ingresar antecedentes del paciente	93
7.12	Formulario para ingresar la queja principal del paciente al momento de la consulta	93
7.13	Formulario para ingresar los síntomas del paciente	94
7.14	Formulario para ingresar datos del examen físico que se le realiza al paciente.	95
7.15	Formulario para agregar datos de ateneo	95
7.16	Vista de diagnósticos	96
7.17	Formulario para ingresar un nuevo sarcoma	97
7.18	Formulario para ingresar una nueva hemopatía maligna	97
7.19	Formulario para ingresar una nueva metástasis	98
7.20	Formulario para ingresar una nueva miscelánea	98
7.21	Vista de seguimientos	99
7.22	Formulario para ingresar el seguimiento	99
7.23	Vista de exámenes	100
7.24	Formulario para ingresar un examen	101
7.25	Imagen del visor de imágenes	101
7.26	Tabla con los tratamientos ingresados para el paciente	102
7.27	Formulario para ingresar el tratamiento	102
7.28	Formulario para envío de correo	103
7.29	Tabla de estadística	104
8.1	FDD: Casos principales, tomado de [8]	111
8.2	Porcentajes de horas por centro de costo	118
8.3	División de horas por mes	118
9.1	Etapas del testing de performance, tomado de [9]	127
9.2	Gráfica de pruebas de carga para creación usuarios	131

9.3	Tiempos de respuesta en pruebas de creación usuarios	132
9.4	Gráfica de pruebas de carga para login	133
9.5	Gráfica de pruebas de carga para consulta de pacientes	134
9.6	Gráfica de pruebas de carga para creación de paciente	134
9.7	Tiempos de respuesta en pruebas de creación de paciente	135
9.8	Gráfica de pruebas de carga para obtener consultas	136
9.9	Gráfica de pruebas de carga para crear consulta	136
9.10	Gráfica de pruebas de carga para obtener estadísticas	137
9.11	Combinación de escenarios	139
9.12	Ejemplos de diagramas de flujo para diferentes declaraciones, tomado de [10]	140
9.13	Efectos de cada sentencia en la complejidad ciclomática, tomado de [11]	140
9.14	Ranking Radon, tomado de [11]	141
2.1	Modelo de dominio completo	204
2.2	Modelo de dominio de trazabilidad completo	205
7.1	Poster de SIPOME hecho para Ingeniería de Muestra	262

Lista de tablas

3.1	OIDs a partir de la raíz nacional	34
5.1	Django vs Spring	67
5.2	Tabla comparativa entre Angular y React	68
9.1	Resultados de pruebas de aceptación	122
9.2	Misiones de testing exploratorio	125
9.3	Resultados de escenario usuarios	130
9.4	Resultados de escenario login	132
9.5	Resultados de escenario pacientes	133
9.7	Resultados de escenario consultas	135
9.9	Resultados de escenario estadísticas	137
9.10	Resultados de prueba de estabilidad	138
9.11	Puntajes de LCOM	142
10.1	Lecciones aprendidas	147

Lista de siglas

- ABM** Alta, Baja y Modificación [71](#), [72](#)
- AGESIC** Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento *Glosario:* [AGESIC](#), [20](#), [21](#), [26](#), [27](#), [34](#), [65](#), [115](#), [119](#), [150](#)
- ANSI** American National Standards Institute *Glosario:* [ANSI](#), [8](#)
- API** Application Programming Interface *Glosario:* [API](#), [32](#), [64](#), [71](#), [72](#), [73](#), [79](#)
- ASSE** Administración de los Servicios de Salud del Estado [36](#)
- CDA** Clinical Document Architecture *Glosario:* [CDA](#), [8](#), [13](#), [16](#), [18](#), [28](#), [29](#), [54](#), [56](#), [63](#), [64](#), [65](#), [66](#), [74](#), [76](#), [77](#), [79](#), [80](#), [154](#), [159](#)
- CHPR** Centro Hospitalario Pereira Rossell [36](#)
- CIE-10** Clasificación Internacional de Enfermedades 10^a edición *Glosario:* [CIE-10](#), [17](#)
- CIE-O** Clasificación Internacional de Enfermedades para Oncología *Glosario:* [CIE-O](#), [40](#), [41](#), [59](#), [60](#), [61](#), [80](#), [123](#), [155](#)
- CSRF** Cross Site Request Forgery *Glosario:* [CSRF](#), [73](#)
- DICOM** Digital Imaging and Communications in Medicine *Glosario:* [DI-COM](#), [7](#), [10](#), [12](#), [32](#), [33](#), [41](#), [42](#), [57](#), [61](#), [81](#), [100](#), [101](#)
- EMPI** Enterprise Master Patient Index [24](#), [153](#)
- ESB** Enterprise Service Bus *Glosario:* [ESB](#), [25](#)
- EUTM** Escuela Universitaria de la Tecnología Médica [2](#), [146](#)
- FDD** Feature Driven Development *Glosario:* [FDD](#), [110](#), [111](#), [112](#), [149](#)
- FIng** Facultad de Ingeniería [2](#), [146](#)
- FSN** Fully Specified Name [15](#)
- HCE** Historia Clínica Electrónica *Glosario:* [HCE](#), [7](#), [8](#), [22](#)
- HCEN** Historia Clínica Electrónica Nacional *Glosario:* [HCEN](#), [4](#), [18](#), [20](#), [21](#), [23](#), [25](#), [27](#), [42](#), [54](#), [56](#), [57](#), [65](#), [114](#), [115](#), [144](#), [145](#), [147](#), [149](#), [150](#), [151](#), [157](#),

203

- HCEO** Historia Clínica Electrónica Oncológica *Glosario:* [HCEO](#), 21, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 54, 55, 115, 149
- HIS** Hospital Information System 12, 26, 27
- HL7** Health Level Seven International *Glosario:* [HL7](#), 8, 13, 157
- HTTP** Hypertext Transfer Protocol *Glosario:* [HTTP](#)
- HTTPS** Secure Hypertext Transfer Protocol *Glosario:* [HTTPS](#), 73
- IHE** Integrating the Healthcare Enterprise 25, 29, 30, 31, 43
- IHTSDO** International Health Terminology Standards Development Organisation 13
- INOT** Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología 1, 2, 3, 5, 27, 36, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 74, 76, 112, 115, 119, 128, 144, 145, 146, 147, 148, 151, 152, 154, 156
- INUS** Índice Nacional de Usuarios de Salud *Glosario:* [INUS](#), 24, 65, 66, 153
- IOD** Information Object Definition *Glosario:* [IOD](#)
- ISO** International Organization for Standardization 17, 34
- JSON** JavaScript Object Notation *Glosario:* [JSON](#), 73, 142
- JWT** JSON Web Token 73
- LOINC** Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms *Glosario:* [LOINC](#), 8, 15, 16, 17
- MEF** Ministerio de Economía y Finanzas 20
- MSP** Ministerio de Salud Pública 20
- OID** Object Identifier *Glosario* [OID](#), 34, 35, 74, 75
- OpenEMPI** Open Enterprise Master Patient Index 153
- PACS** Picture Archiving and Communication System *Glosario:* [PACS](#), 7, 10, 11, 12, 57, 81
- PDI** Plataforma de interoperabilidad *Glosario:* [PDI](#), 25, 26, 65
- PHCEN** Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional 65
- REST** Representational State Transfer *Glosario:* [REST](#), 13, 32, 56, 64, 71, 81, 82, 121
- RIDI** Red Integrada de Diagnóstico por Imagen 21
- RIS** Radiology Information System 12
- RRMM** Registros Médicos 146, 147
- SIPOME** Sistema Informático de Patología Oncológica Músculo Esquelética

III, 2, 3, 4, 5, 23, 27, 38, 42, 43, 46, 47, 48, 50, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 66, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 86, 88, 89, 91, 122, 125, 127, 128, 129, 131, 137, 138, 139, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 151, 152, 153, 154, 157, 159

SNOMED Systematized Nomenclature of Medicine 8, 13

SNOMEDCT Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms *Glosario: SNOMED-CT, 13, 14, 15, 17*

SOAP Simple Object Access Protocol *Glosario: SOAP, 56, 57, 66, 74*

SPA Single-Page Application *Glosario: SPA, 82*

SQL Structured Query Language *Glosario: SQL, 73*

TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol *Glosario: TCP/IP, 10*

TICs Tecnologías de la Información y la Comunicación 6, 9, 21

UML Unified Modeling Language *Glosario: UML, 13, 59, 174*

UNAOID Unidad Nacional de Asignación de OID 34, 35, 74, 76

UdelaR Universidad de la República 3

XDS Cross-Enterprise Document Sharing *Glosario: XDS, 17, 18, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 54, 66, 76, 77*

XML eXtensible Markup Language *Glosario: XML, 8, 13, 74, 76, 142*

XSS Cross-site scripting *Glosario: XSS, 72*

Índice

Lista de figuras	III
Lista de tablas	VI
Lista de siglas	IX
1 Introducción	1
1.1 Problemática	1
1.2 Motivación	2
1.3 Antecedentes	2
1.4 Objetivos	3
1.5 Resultados esperados	4
1.6 Organización del Documento	4
2 Estado del arte	6
2.1 Historia clínica electrónica contra historia clínica tradicional . . .	6
2.2 Tecnología de la información y la historia clínica electrónica . . .	9
2.3 Estándar de manejo de imágenes DICOM	10
2.4 Sistema de almacenamiento de imágenes PACS	11
2.5 HL7	12
2.6 Terminología clínica integral SNOMED	13
2.7 Nomenclatura de observaciones y mediciones LOINC	15
2.8 Acrquitectura de documento clínico (CDA)	16
2.9 Perfil de interoperabilidad XDS	17
2.10 Marco legal en Uruguay	18
2.11 Programa Salud.uy	20
3 Contexto informático médico	23
3.1 Historia clínica electrónica nacional (HCEN)	23

<i>ÍNDICE</i>	XI
3.2 XDS	27
3.3 Servidor DICOM Orthanc	32
3.4 Estructura OID	34
4 Análisis y Diseño	36
4.1 Visión general	36
4.2 Actores	37
4.3 Requerimientos funcionales	37
4.4 Requerimientos no funcionales	43
5 Proyecto	44
5.1 Análisis sistemas similares en funcionamiento	44
5.2 Arquitectura	55
5.3 Modelo de dominio	58
5.4 Casos de uso	63
5.5 Lenguajes y tecnologías utilizadas	66
6 Implementación	71
6.1 SIPOME - Servidor	71
6.2 SIPOME - Sitio web	82
7 Manual de usuario	83
8 Gestión del proyecto	110
8.1 Metodología Feature Driven Development (FDD)	110
8.2 Metodología FDD en el proyecto	112
8.3 Etapas del proyecto	113
8.4 División de horas por centro de costo	118
8.5 Hitos del proyecto	119
9 Pruebas	120
9.1 Pruebas unitarias	121
9.2 Pruebas de aceptación	122
9.3 Testing exploratorio	124
9.4 Pruebas de performance	127
9.5 Pruebas no funcionales	139

10 Consideraciones finales	144
10.1 Migración de datos	144
10.2 Inconvenientes del proyecto	146
10.3 Lecciones aprendidas	147
10.4 Conclusiones	151
10.5 Trabajos a futuro	152
Referencias bibliográficas	160
Glosario	172
Anexos	173
Anexo 1 Casos de Uso.	174
Anexo 2 Modelo de dominio completo	204
Anexo 3 Resultado cobertura.	206
Anexo 4 Resultado completo de Radon	212
Anexo 5 Resultado completo de LCOM	232
Anexo 6 Testing exploratorio	238
Anexo 7 Poster Ingeniería de Muestra	262
Anexo 8 Documento Sipome	263

Capítulo 1

Introducción

1.1. Problemática

El Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología (INOT) almacena la documentación de la asistencia en traumatología en documentos de formato digital, que se crean y editan con editores de texto. A estos documentos se puede acceder por medio de una computadora que se encuentra en los distintos consultorios a los que los pacientes acuden para realizarse las consultas. Todos los empleados que cuenten con un usuario para ingresar a las computadoras tendrán la posibilidad de ver y editar dicho documento. Esto no obstante, presenta varios inconvenientes.

En primer lugar, dado que el documento está almacenado únicamente dentro de la computadora con la que fue creado y editado, es solo mediante esa computadora que se podrá acceder a esa información. Esto implica una importante limitación en el acceso a la información, ya que en el caso de que una de las consultas no se realice en la sala en donde se encuentra dicha computadora, o que el paciente sea trasladado a una ubicación distinta, la información no resultaría accesible. De esta manera, se vislumbra una dependencia total del documento originalmente creado, que no es sostenible para las exigencias y variaciones que un paciente puede llegar a tener. El resultado, entonces no solo implica no poder acceder a la información actualizada, sino que también puede darse que se utilice un documento antiguo, y esto se debe a que dentro de una institución puede haber una multiplicidad documental para el mismo paciente. Asimismo, la transferencia de la información implica que debe existir la disponibilidad de un individuo para que acceda a la computadora y que

comparta el documento con las otras instituciones (ya sea vía correo electrónico o telefónicamente), este no es siempre el caso y por lo tanto representa una gran desventaja para el sistema en general.

Por otro lado, otras de las desventajas que se perciben con este método es el respaldo documental, al no existir copias de los documentos y estando a disponibilidad de una gran cantidad de empleados, el margen de error se acrecienta. Implicando la pérdida de información valiosa e imposible de recuperar, el INOT ya ha tenido antecedentes de este tipo.

Adicionalmente es inviable en este momento obtener información estadística tanto de los pacientes como de su información clínica rápidamente y de manera sencilla. Así como tampoco es posible realizar búsquedas dentro de la información registrada a no ser que se acceda a ella individualmente.

1.2. Motivación

A la luz de lo expuesto, y en consideración con el marco normativo vigente que exige la obligatoriedad para todas las Instituciones de Salud Públicas y Privadas que posean las historias clínicas en formato electrónico, es que nace este proyecto. En este mismo sentido, hay que tener en cuenta también el planteo realizado por el médico del INOT, el Dr. Nicolás Casales que expone diversas complicaciones que presenta al día de hoy el manejo de la información de los registros médicos.

En base a estas necesidades y al estudio que se hizo de ellas, se define el SIPOME, proyecto que busca mejorar la calidad, confiabilidad, consistencia y el acceso a la información de la historia clínica de los pacientes. Alineándonos con los programas de salud nacionales, que buscan aprovechar al máximo los avances tecnológicos. SIPOME plantea un sistema integrado, seguro y menos permeable al error humano. Minimizando la posibilidad de pérdidas de información relevantes. SIPOME también facilita el acceso a la información para su posterior uso estadístico o para futuras investigaciones.

1.3. Antecedentes

Este proyecto surge de la docencia interdisciplinaria de la Escuela Universitaria de la Tecnología Médica (EUTM) y la Facultad de Ingeniería (FIng).

Un paso inicial fue un informe[12] escrito por las estudiantes de Internado de la Licenciatura en Registros Médicos. En el informe se identificó la necesidad de mejorar los registros de la Unidad de Patologías Músculo-Esqueléticas en el afán de a futuro disponer del apoyo interdisciplinario para lograr llevar a cabo los cambios.

En el proyecto inicial trabajaron tres estudiantes de la Licenciatura en Registros Médicos en conjunto con doctores del INOT. En el proyecto se analizaron los procedimientos de la institución, al igual que los métodos de registro y almacenamiento de la información, para esta patología en específico. Se concluyó en elaborar un programa informático que pudiera recabar esta información para su posterior uso, estando la misma completa y confiable. Esta idea tuvo lugar a partir de un exhausto análisis de la situación, con el que se logró crear un documento con los datos necesarios a registrar para mejorar la problemática planteada; pero que no fue suficiente.

Tres años más tarde se plantea un proyecto interdisciplinario entre la Universidad de la República (UdelaR) y la Escuela Universitaria de Tecnología Médica que busca llevar a cabo esa idea originalmente planteada.

1.4. Objetivos

El objetivo principal es diseñar e implementar una herramienta informática que se alíne con las tecnologías del momento, el marco legal de nuestro país y las necesidades de los médicos del INOT.

Para lograrlos se definieron los siguientes objetivos:

- Realizar el estudio del estado del arte para entender cómo funciona a nivel nacional el registro electrónico de datos clínicos para cumplir con los estándares.
- Involucrarse con los médicos del INOT para entender sus necesidades y poder lograr un mejor producto, que cumpla sus expectativas.
- Mejorar la calidad, la confiabilidad, la consistencia y el acceso a la información de la historia clínica de los pacientes.
- Resolver el acceso de SIPOME a los estudios complementarios de los pacientes.
- Incluir las normas de atención del INOT en el registro de información SIPOME.

- Incluir permisos y perfiles de usuario, para seguridad y confidencialidad.
- Obtención de información estadística de la especialidad.
- Compatibilidad con los servicios de SALUD.UY para asegurar la interoperabilidad con Historia Clínica Electrónica Nacional (HCEN)

1.5. Resultados esperados

Como principal resultado el proyecto apunta a la armonización de un sistema documental electrónico que permita brindar un servicio asistencial íntegro y estandarizado, que atienda las necesidades que los pacientes presentan en la actualidad. Esto implica por ende, que haya una actualización tecnológica que esté acompañada por una organización documental. Involucrando ambos sistemas, tanto este como la HCEN.

En cuanto a otros resultados, estos son diversos. En primer lugar, se espera poder realizar un seguimiento del flujo completo de las consultas, con los resultados de las mismas, y cualquier otro hecho médico relacionado con el paciente, como por ejemplo sus exámenes, tratamientos, entre otros. Asimismo, se busca tener una trazabilidad de los datos para llevar al detalle un control de cambios y por quien fueron realizados.

Otro resultado ventajoso para el sistema, es que la plataforma pretende obtener de manera rápida y eficaz estadísticas sobre los datos registrados, permitiendo de esta manera realizar investigaciones a futuro, o llevar a cabo análisis científicos, para así mejorar el sistema de salud en general. Finalmente, se espera generar un sistema que cumpla con los requerimientos especificados, que genere valor hacia los usuarios, tanto los pacientes como los médicos y la institución involucrada.

1.6. Organización del Documento

El presente documento se organiza en diez capítulos.

El capítulo 2 presenta un estudio del estado del arte de la HCEN y el desarrollo tecnológico involucrado con este proyecto. Se analiza el programa SALUD.UY, la normativa vigente en Uruguay y los estándares internacionales que se utilizarán en el SIPOME.

El capítulo 3 contiene un estudio del contexto informático médico en el

cual se desarrollará este proyecto.

El capítulo 4 describe el problema a resolver y la situación del INOT actualmente. Se hace un repaso de los requerimiento funcionales y no funcionales de los usuarios y los protocolos de atención del INOT.

El capítulo 5 presenta la solución propuesta, comenzando por el análisis de sistemas similares ya en funcionamiento. Luego, una descripción de la arquitectura, el modelo de dominio y los principales casos de uso con sus respectivos diagramas de secuencia. Finalizando con una explicación de los lenguajes utilizados para el desarrollo.

En el capítulo 6 se detalla la implementación de la solución y el funcionamiento de los principales componentes.

El capítulo 7 contiene el manual de usuario del SIPOME.

El capítulo 8 muestran detalles de la gestión del proyecto y la metodología que se decidió utilizar.

El capítulo 9 corresponde a las pruebas que fueron realizadas. Estas incluyen pruebas unitarias, pruebas exploratorias, pruebas de carga, pruebas de validación con los usuarios y métricas que cubren requerimientos no funcionales de calidad de código.

El capítulo 10 da un cierre al trabajo, presentando conclusiones generales, lecciones aprendidas y proponiendo mejoras futuras.

Capítulo 2

Estado del arte

En esta sección se analizará lo relacionado al desarrollo tecnológico e investigación referente al objeto de este proyecto. En primera instancia se realizará una búsqueda de la evolución de los temas vinculados a este proyecto, donde se presenta un breve resumen de los últimos avances en materia de servicios/sistemas informáticos aplicados a la historia clínica. Seguidamente, se detallarán algunos estándares utilizados para intercambiar información entre los sistemas de atención médica que han sido construidos de forma independiente por cada institución de salud. Desarrollados para crear y gestionar información en sistemas de información sanitaria, como la historia clínica electrónica, como resultado de los esfuerzos para informatizar la información de la salud. También se expondrá el marco legal en el Uruguay en lo que respecta a sistemas de información de registros médicos. Y se hará una breve descripción del programa SALUD.UY. Programa que es muy relevante en todo lo que refiere al uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la salud dentro del Uruguay.

2.1. Historia clínica electrónica contra historia clínica tradicional

La historia clínica es el eje de la información clínica del paciente y el soporte para la comunicación entre los diferentes profesionales que lo atienden. Es por tanto indispensable en la práctica diaria y constituye una condición necesaria para un correcto funcionamiento de la atención médica. La historia clínica es el conjunto de documentos que contienen los datos de la situación y la evolución

clínica de un paciente a lo largo del proceso asistencial, la historia clínica debe ser clara, precisa y detallada.

La historia clínica tradicional o en papel, plantea algunas dificultades [13]

- Falta de estandarización de los documentos.
- Cuestionable disponibilidad y por lo tanto dificultad de acceso a la información.
- Dificultad para compartir la información con otras instituciones.
- Dificultad para separar los datos de afiliación de los clínicos.
- Es necesario un gran espacio de almacenamiento físico.
- Posible pérdida total o parcial de la información debido al paso del tiempo, extravío, o accidentes como agua o fuego.
- Dificultad para discernir si ha sido alterada.

En contraposición, la Historia Clínica Electrónica (HCE) cuenta con normas internacionales cuyo cometido principal es mejorar, unificar datos y normalizar el registro, el intercambio y la seguridad de los datos clínicos de los pacientes. Dentro de los más importantes y algunas de las cuales entraremos en más detalle a lo largo de este documento se encuentran:

- **Norma ISO 18308: 2011** - Informática sanitaria: requisitos para una arquitectura electrónica de registros sanitarios. Define el conjunto de requisitos para la arquitectura de un sistema que procesa, gestiona y comunica información de registros de salud electrónicos. Los requisitos están formulados para garantizar que los registros sean fieles a las necesidades de atención médica, clínicamente válidos y confiables, éticamente sólidos, cumplan con los requisitos legales vigentes, respalden las buenas prácticas clínicas y faciliten el análisis de datos para una multitud de propósitos. La norma no especifica el conjunto completo de requisitos que debe cumplir un sistema que genere dichos registros para la atención directa del paciente o para otros casos de uso, pero establece los requisitos que contribuyen a la gobernanza de la información dentro de tales sistemas. [14]
- **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)**. Estándar de transmisión, visualización, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas. [15]
- **Picture Archiving and Communication System (PACS)**. Estándar de archivado y transición de imágenes médicas. [16]

- **Health Level Seven International (HL7)**. Fundada en 1987, HL7 es una organización de desarrollo de estándares sin fines de lucro, acreditada por American National Standards Institute (ANSI), dedicada a proporcionar un marco integral y estándares relacionados con el intercambio, la integración y la recuperación de información electrónica de salud.[17]
- **Clinical Document Architecture (CDA)**. Estándar basado en eXtensible Markup Language (XML) que pretende especificar la codificación, estructura y semántica de documentos clínicos para intercambio entre sistemas informáticos.[18]
- **Systematized Nomenclature of Medicine (SNOMED)**. Colección de términos médicos, que proporciona códigos, términos, sinónimos y definiciones que cubren anatomía, enfermedades, hallazgos, procedimientos, microorganismos, sustancias, etc. Permite una manera consistente de indexar, almacenar, recuperar y agregar datos médicos a través de especialidades y sitios de atención.[19]
- **Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms (LOINC)**. Base de datos de códigos universales e identificadores para terminología médica relacionada con la HCE. El propósito es facilitar el intercambio electrónico y registro de resultados de laboratorio clínicos. LOINC tiene dos partes principales: LOINC de laboratorio y LOINC Clínico. LOINC clínico contiene un subconjunto del "Document Ontology" que captura tipos de informes y documentos clínicos.[20]

La HCE permite accesibilidad en todo momento e instantáneamente desde cualquier parte del mundo. También tiene un mejor control sobre las modificaciones de los pacientes y quienes las hicieron, ya que permite llevar un monitoreo de quienes acceden a la información y/o la modifican. Otro beneficio que presenta es una mayor seguridad en el almacenamiento de datos clínicos. El riesgo de la pérdida de información se minimiza debido a que se pueden realizar muy fácilmente y a un costo relativamente bajo copias de seguridad automáticamente.

Facilita a su vez la recopilación de datos para su posterior uso para epidemiología y estudios clínicos. Además, los datos de un sistema electrónico se pueden usar de forma anónima para informes estadísticos en asuntos como la mejora de la calidad, la gestión de recursos y la vigilancia de enfermedades

transmisibles de salud pública[21]. Así como también, garantiza una mayor confidencialidad y seguridad de los datos.

Incluso, pensando en los avances tecnológicos de las ultimas décadas se anticipa que el modelado predictivo con datos de registros de salud electrónicos impulsará la medicina personalizada y mejorará la calidad de la atención médica. La construcción de modelos estadísticos predictivos generalmente requiere la extracción de variables predictoras seleccionadas a partir de datos normalizados, un proceso de trabajo intensivo que descarta la gran mayoría de la información en el registro de cada paciente. [22]

2.2. Tecnología de la información y la historia clínica electrónica

Las TICs son herramientas que favorecen la calidad, la seguridad y la continuidad de la atención de la salud. Habilitan a que se realicen controles y seguimientos más eficientes y certeros respecto de las patologías que padecen los pacientes y al mismo tiempo darle confianza a los allegados del estado del enfermo. Asimismo, aumenta la transparencia en general en términos de medicación y costos. En términos generales, brinda un sistema mas efectivo de prevención y seguimiento de enfermedades.

La incorporación de las TICs a los distintos procedimientos de salud, obedece a una decisión de política pública destinada a mejorar la efectividad y la eficiencia del sector. Los objetivos y métodos de gestión varían dependiendo de los distintos países que los aplican y de las patologías que surgen. Pero a modo de generalización podemos encontrar dos elementos clave, por un lado, una realidad social delimitada por las necesidades de su población, cuyas expectativas son cada vez mayores porque disponen de acceso a grandes cantidades de información. Esto significa que nuestra prioridad debe centrarse en mejorar el acceso de los pacientes con una salud más personalizada y de mejor calidad. El otro factor vinculante es la necesidad de garantizar la sostenibilidad de los sistemas de salud, puesta en riesgo tanto por la coyuntura económico-financiera y las restricciones presupuestarias, como por el incremento de los costes asistenciales asociados a la aparición de nuevas técnicas médicas. [23]

La aplicación de los sistemas informáticos puede ser diversa, variando desde la prevención, hasta el tratamiento junto con su correspondiente monitoriza-

ción. Es así que se permite tener un control mas exhaustivo de la gestión de los servicios y los sistemas de salud. A estos servicios hay que añadir varias necesidades básicas, como la infraestructura tecnológica sobre la que deben funcionar, la interoperabilidad que permite el intercambio de datos entre sistemas y las medidas de seguridad y protección de la información. [23]

2.3. Estándar de manejo de imágenes DICOM

El objetivo principal de este estándar internacional es transmitir, almacenar, recuperar, imprimir, procesar y mostrar información de imágenes médicas. DICOM define un protocolo de capa superior que se utiliza sobre Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) para la comunicación de mensajes, servicios u objetos de información. [24]

DICOM agrupa la información en data sets (conjuntos de datos). Esto significa que dentro de los archivos de imágenes médicas se incluye información del paciente para evitar que estas se separen por error.

Un objeto de datos DICOM consta de una serie de atributos, incluidos elementos como nombre, ID y también un atributo especial que contiene los datos de píxeles de la imagen. Un objeto DICOM puede corresponder únicamente con una sola imagen. Sin embargo, dicha imagen puede contener múltiples cuadros, lo que permite almacenar videos y otros datos de cuadros múltiples. Asimismo, se pueden guardar imágenes multidimensionales de múltiples cuadros.

Todas las aplicaciones que lo implementan utilizan el mismo formato estándar de mensajería así como también igual formato de archivo. No obstante, para poder identificar de qué institución proviene se agrega en cada caso un encabezado con los datos claves de la aplicación que lo escribió.

El protocolo DICOM dispone de diferentes funcionalidades (o servicios), entre ellos:

- **Servicio de Almacenamiento o Archivo (Storage):** se utiliza para enviar imágenes u otros objetos persistentes a un sistema de archivo y comunicación de imágenes PACS o estación de trabajo.
- **Servicio de Consulta y Recuperación (Query/Retrieve):** permite encontrar listas de imágenes u otros objetos similares y luego recuperarlos de un sistema de archivo y comunicación de imágenes.
- **Servicio de Impresión (Print Management):** se utiliza para enviar

imágenes a una impresora DICOM. Existe una calibración estándar para ayudar a garantizar la coherencia entre varios dispositivos de visualización.

- **Servicio de gestión de Lista de Trabajo (Basic Worklist Management):** proporciona una lista de imágenes que un dispositivo de adquisición de imágenes ha programado para realizar. Los elementos en la lista de trabajo incluyen detalles relevantes sobre el procedimiento (identificación del paciente, nombre, sexo y edad), el tipo de procedimiento (tipo de equipo, descripción del procedimiento, código del procedimiento) y la orden (médico de referencia, número de acceso, motivo del examen).

2.4. Sistema de almacenamiento de imágenes PACS

PACS es un sistema de manejo de imágenes médicas, que es usado para adquirir, almacenar, transmitir, archivar y acceder a imágenes médicas electrónicamente. Almacena todo el historial de exámenes e informes de los pacientes de manera digital y facilita la comunicación entre los diferentes sectores de una institución de salud, permitiendo que esa información esté segura y puedan ser distribuida y visualizada por medio de esta herramienta.

Un sistema PACS ideal debe atender todo el flujo de imagen, desde la adquisición del examen, hasta el diagnóstico, proceso de informe y monitoreo. Estos se componen de partes software y hardware, que directamente se comunican con modalidades y obtienen las imágenes de éstas. Las imágenes son transferidas a una estación de trabajo (workstation) para su visualización y emisión de informes. El visor PACS es un software que se instala en la estación de trabajo que utiliza el médico imagenólogo para recibir y mostrar las imágenes. Las imágenes son archivadas entonces en el servidor PACS para su descarga posterior hacia las estaciones de trabajo. Utilizando soluciones multimedia, PACS puede integrar datos de salud en diferentes formas como grabaciones de video, texto, voz, registros médicos e imágenes de ondas.

Beneficios de utilizar PACS[25]:

- Al no ser necesario utilizar placas, permite reducir los costos de material, el espacio de almacenamiento físico y el trabajo manual de la placa

tradicional en radiología. Además de la facilidad para el paciente, que anteriormente tenía que cargar con su placa.

- Como sistema informático de imágenes médicas ha mejorado la práctica radiológica al mejorar el flujo de trabajo, la eficiencia y la productividad, así como el ahorro de tiempo, lo que lleva a una mayor eficiencia en la prestación de atención médica. Además de la radiología, PACS también ha mejorado la productividad y la eficiencia de los médicos en otras disciplinas clínicas dado que disponen de los exámenes en una plataforma electrónica, facilitando su búsqueda.
- Mejora en la calidad del diagnóstico, una vez que las imágenes quedan en alta resolución, implicando directamente en la facilidad y rapidez con que el médico logra interpretar una posible enfermedad.

Los componentes básicos de un sistema PACS son:

- Servidor Central PACS: Se compone del hardware principal del sistema
- Estación de trabajo PACS: Permite a los radiólogos la visualización y análisis de las imágenes digitales
- Sistema de Base de Datos: Se encarga de gestionar el almacén de toda la información e imágenes del sistema PACS
- Servidor DICOM: Responsable de toda la comunicación DICOM con las modalidades de imagen (como por ejemplo Tac o Resonancia Magnética), otros servidores PACS y estaciones de trabajo DICOM.
- Sistema de almacenamiento: Es el soporte físico requerido para almacenar las imágenes DICOM del sistema PACS.
- Interfaces a Radiology Information System (RIS)/Hospital Information System (HIS): Consolida toda la información del paciente desde diferentes fuentes, lo que permite un flujo de trabajo idóneo.
- Servidor Web para Acceso Remoto: Imprescindible para telerradiología. Mediante el acceso Web, las imágenes e información almacenadas en el servidor PACS pueden ser accedidas mediante un navegador web.

2.5. HL7

Health Level Seven (HL7) es un conjunto de estándares utilizado en el nivel de aplicación, para facilitar el intercambio electrónico de información referente

al cuidado de la salud. Fue creado por HL7 International, una organización sin fines de lucro que promueve y define estándares para el ámbito de la salud. Utiliza una notación formal del lenguaje unificado de modelado Unified Modeling Language (UML) y un metalenguaje extensible de marcado con etiquetas XML.[26]

Los estándares más utilizados en el ámbito sanitario son:

- HL7 v.2: se lo conoce normalmente como mensajería HL7, al estar basado en mensajes.[27]
- HL7 v.3: es un conjunto de especificaciones basadas en el Modelo de Información de Referencia (RIM) de HL7.[28]
- CDA R2: es el estándar de marcado de documentos que especifica la estructura y la semántica de documentos clínicos.[18]
- C-CDA R2: la guía de implementación CDA Consolidado (C-CDA) contiene una biblioteca de plantillas de CDA, que armoniza el trabajo previo de organizaciones como HL7, IHE y HITSP.[29]
- HL7 FHIR: es un estándar de interoperabilidad creado para facilitar el intercambio de información clínica, y que combina las características de HL7 v2, HL7 v3 y CDA basándose en tecnología Representational State Transfer (REST).[17]
- CCOW: Context Management Specification es un estándar tanto de programación interna de aplicaciones como para la infraestructura del entorno de tiempo de ejecución, que busca la integración a nivel de uso.[30]

Con el desarrollo de la tecnología de información médica, especialmente la popularización y la aplicación del estándar HL7, la integración de los sistemas de información médica ha mejorado mucho. Así como la conexión entre sistemas heterogéneos y el intercambio de información.[31]

2.6. Terminología clínica integral SNOMED

SNOMED es un estándar internacional distribuido por la International Health Terminology Standards Development Organisation (IHTSDO), organización de la que Uruguay es miembro. Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms (SNOMED CT) es una terminología clínica en evolución que abarca una amplia gama de conceptos relacionados con el ámbito de la salud

desde especialidades, hallazgos clínicos hasta procedimientos. Puede usarse para codificar, recuperar, comunicar y analizar datos clínicos permitiendo a los profesionales de la salud representar la información de forma adecuada, precisa e inequívoca. Permite agregar sinonimia, adaptarse a las preferencias locales y agregar nuevos conceptos que no se encuentran en la edición internacional. Esta terminología clínica permite el registro de información clínica en los sistemas de forma estandarizada y asociada a códigos, con niveles apropiados de detalle mediante la utilización de conceptos clínicos relevantes. Tiene nuevos lanzamientos cada seis meses en enero y en julio que incluyen modificaciones a la estructura de algunos de los conceptos existentes, adición de nuevos conceptos y eliminación de algunos conceptos que ya no son necesarios. La naturaleza integral y en constante evolución hace que el aseguramiento de la calidad de SNOMED CT sea una tarea difícil, ya que puede haber inconsistencias en el modelado de conceptos.[32]

Durante la última década, el uso de SNOMED CT ha ganado un gran impulso y hay mucha investigación en curso sobre varios aspectos de SNOMED CT. Una búsqueda rápida en PubMed Central con el término de búsqueda “SNOMED CT” muestra más de 1000 artículos que se han publicado en los últimos cinco años. Estos artículos discuten sobre una serie de temas que incluyen la estructura, la cobertura y la evolución de SNOMED CT, los casos de uso y las aplicaciones de SNOMED CT, las técnicas de garantía de calidad de SNOMED CT y las revisiones de literatura.[33]

El propósito principal de SNOMED CT es codificar los significados que se utilizan en la información de la salud y apoyar el registro clínico efectivo de datos con el objetivo de mejorar la atención al paciente. SNOMED CT consta de tres componentes principales:

- Conceptos
- Descripciones
- Relaciones

Se hace referencia a cada componente con un identificador numérico único y legible por máquina, sin embargo, en lugar de descripciones y relaciones, el identificador de concepto tiene un papel específico como el código utilizado para representar el significado en registros clínicos, documentos, mensajes y datos. Para cada concepto, hay un conjunto de descripciones textuales adjuntas. Se utilizan dos tipos de descripción para representar cada concepto:

Nombre completamente especificado, en inglés Fully Specified Name (FSN) y Sinónimo. Cada concepto tiene un FSN y una cantidad de cero a múltiples sinónimos. Una relación representa una asociación entre dos conceptos. Las relaciones se utilizan para definir lógicamente el significado de un concepto de manera que pueda ser procesado por una computadora. Hay diferentes tipos de relaciones disponibles dentro de SNOMED CT. Excepto los 19 conceptos de nivel superior, cada concepto tiene al menos una relación “es un” para indicar cuál es el padre de ese concepto. Los navegadores actuales ampliamente utilizados de SNOMED CT se basan en algoritmos de búsqueda tradicionales para la búsqueda de texto, como: modelo booleano, modelo de espacio vectorial y modo de recuperación probabilística.[34]

Uruguay es uno de los pocos países que tiene una versión propia de estandar. En concordancia con las reglas editoriales de SNOMED CT, cada 6 meses Uruguay libera una nueva versión de la extensión uruguaya.[35]

2.7. Nomenclatura de observaciones y mediciones LOINC

LOINC es una nomenclatura internacional para observaciones y mediciones médicas. Su objetivo es una identificación universal y unívoca de análisis médicos y contenido descriptivo, independiente del lenguaje, del sistema y de la institución, que permita el procesamiento automatizado de datos asistido por computadora. Originalmente LOINC fue desarrollado para la identificación de parámetros de laboratorio. Aunque el uso de LOINC ahora se extiende mucho más allá de esta área. El catálogo de códigos LOINC ha estado disponible públicamente y en el dominio público desde 1995. Es compilado y mantenido por el LOINC Comité en el Regenstrief Institute, una organización de investigación privada sin fines de lucro en la Facultad de Medicina de la Universidad de Indiana (IUSM) en Indianápolis, Estados Unidos, con el apoyo de representantes de la investigación, la industria y el gobierno de los Estados Unidos.[20]

Al igual que SNOMED CT cada término LOINC tiene un nombre completamente especificado FSN que contiene 6 ejes principales: componente, propiedad, aspecto de tiempo, sistema, tipo de escala y tipo de método. Los ejes producen nombres lo suficientemente detallados como para distinguir entre

observaciones similares.[36]

En el contexto de LOINC, puede pensarse a la prueba o test de laboratorio, medición u observación como una “pregunta”, y al resultado de estas como la “respuesta” a dicha pregunta. LOINC se utiliza para codificar la pregunta y SNOMED para la respuesta.

2.8. Acrquitectura de documento clínico (CDA)

Un documento CDA es un objeto de información, definido y completo que puede incluir texto, imágenes, sonidos, y otro contenido multimedia. CDA como documento clínico, es la “documentación” de las observaciones generadas en un acto clínico o evento de salud y pueden ser compartidos o intercambiados entre las instituciones. Tiene las siguientes características:

- **Persistencia:** Un documento clínico debe continuar existiendo en estado inalterado, por un período de tiempo definido por requerimientos regulatorios locales.
- **Administración:** Un documento clínico es mantenido por una organización que está involucrada con su custodia.
- **Potencial de autenticación:** Un documento clínico es un conjunto de información que debe ser autenticada legalmente.
- **Plenitud:** La autenticación de un documento clínico aplica para todo el documento y no aplica para porciones del documento sin el contexto completo del documento.
- **Legibilidad humana:** Un documento clínico es legible para un humano.
- **Contexto:** Un documento clínico establece el contexto por defecto para su contenido.

Un CDA está conformado por un cabezal y un cuerpo. Dentro del cabezal, se tiene la información referente al contexto del encuentro médico (tipo de reporte, fecha, autor, paciente, entre otros), además de proveer la metadata que describe el documento clínico. El cuerpo o body del CDA corresponde a la observación clínica propiamente dicha, la cual puede estar estructurada y codificada de diferentes maneras, dependiendo de las necesidades de interoperabilidad y las definiciones que se establezcan. Esto establece diferentes niveles,

cada nivel le agrega un grado de interoperabilidad semántica al intercambio de los documentos clínicos. Existen tres niveles:

- Nivel 1: El cuerpo del documento es una sección no estructurada, la cual puede contener contenido en texto, html, pdf, documentos, imágenes, o cualquier otro tipo de archivo. Únicamente se incluye codificación en los elementos del cabezal.
- Nivel 2: El cuerpo del documento está compuesto por bloques de texto libre, donde a cada uno de estos bloques se les llama secciones y las cuales deben poseer un código identificador, el cual puede ser, por ejemplo, un código LOINC o SNOMED CT.
- Nivel 3: Agrega secciones y entradas, donde estas últimas corresponden a entradas codificadas de acuerdo a algún vocabulario terminológico, como, por ejemplo, SNOMED CT, LOINC, Clasificación Internacional de Enfermedades 10ª edición (CIE-10), etc. Hay distintos tipos de entradas para la representación de diagnósticos, procedimientos, medicamentos, entre otros.

2.9. Perfil de interoperabilidad XDS

El Cross-Enterprise Document Sharing (XDS) es un sistema de estándares que se utiliza para catalogar y compartir registros de pacientes en todas las instituciones de salud. La metadata del perfil XDS se describe utilizando el estándar ebRIM, que fue adoptado por la International Organization for Standardization (ISO) como estándar ISO 15000-3: ebXML Registry Information Model[37].

Entre los estándares que define se encuentra la información necesaria para compartir los registros de los pacientes entre diferentes instituciones que se explican a continuación:

- Document Consumer: Realiza las consultas sobre el Document Registry para encontrar determinados documentos y los obtiene desde el Document Repository
- Document Source: Produce y publica documentos. Es responsable de enviar los documentos al Document Repository
- Document Repository: Se responsabiliza de almacenar cada documento, así como también registrar la metadata asociada al documento en el

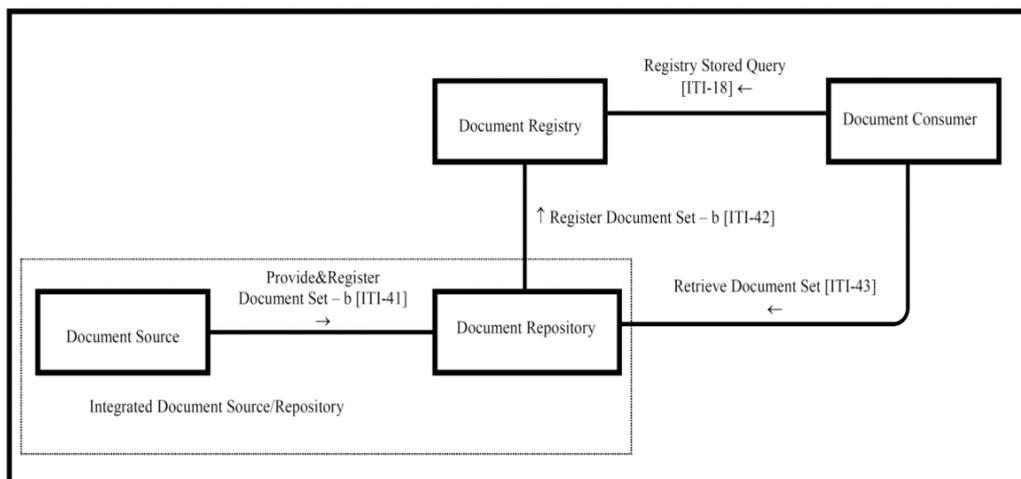


Figura 2.1: Actores XDS [1]

Document Registry.

- Document Registry: Almacena la metadata correspondiente a cada documento registrado.
- Integrated Document Source/Repository: engloba la interacción entre el Document Source y el Document Repository. Este actor puede sustituir al actor Document Repository en relación a las transacciones de Retrieve/Register hacia el Document Registry.

Entre los servicios que se exponen está el de Provide and Register Document Set, que es el servicio utilizado para registrar los documentos clínicos CDA desde la institución hacia el repositorio donde se almacenan. Cuando se llama a este servicio, se registra el CDA y se genera y publica la metadata para luego poder recuperar el documento original. Luego se encuentra el servicio Registry Stored Query, que devuelve una lista de los registros que tiene una persona en las instituciones. Para que luego, el servicio Retrieve Document Set, devuelva el CDA deseado. La metadata que describe a cada CDA es la que define el perfil XDS.

2.10. Marco legal en Uruguay

En Uruguay existe actualmente un marco legal que regula y promueve la HCEN. La normativa estipula en el artículo 466 de la Ley N° 19.355 del 19 de diciembre de 2015[38] que el Poder Ejecutivo determina los mecanismos de

intercambio de información clínica con fines asistenciales, a través del Sistema de Historia Clínica Electrónica Nacional. Con el fin de garantizar el derecho a la protección de la salud de los habitantes y el acceso a las redes integradas de servicios de salud, el intercambio de información clínica se asegurará la confidencialidad de la información en concordancia con la Ley N° 18.331, de 11 de agosto de 2008 (Ley de Protección de Datos Personales).

Entre los objetivos y metas establecidos en la Agenda Digital Uruguay se encuentra la creación de redes avanzadas para la salud e Historia Clínica Electrónica integrada a nivel nacional, en el entendido que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones tienen un gran potencial para la mejora de la gestión de los servicios de salud.

En el decreto N° 242/017[39] promulgado el 31 de agosto de 2017 de consideran las siguientes definiciones:

- Historia Clínica Electrónica: es el conjunto integral de datos clínicos, sociales y económicos, referidos a la salud de una persona, desde su nacimiento hasta su muerte, procesados a través de medios electrónicos, siendo el equivalente funcional de la historia clínica papel.
- Documento Clínico Electrónico: es la representación digital de un evento clínico o asistencial suscrito por un trabajador de la salud.
- Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional: es la infraestructura tecnológica y de servicios que permite la conectividad de los diferentes sistemas de información del conjunto de Instituciones con competencias legales en materia de salud, públicas y privadas, con el objetivo de intercambiar información clínica.
- RED SALUD: es una red privada para la conexión de Instituciones con competencias legales en materia de salud, públicas y privadas, a través de la Plataforma Historia Clínica Electrónica Nacional, que permite el intercambio seguro de información de los usuarios del sistema de salud.

Asimismo, se propone como objetivo a alcanzar en la Agenda Digital 2015-2020: “Alcanzar al 100 % de los prestadores integrales de salud con la Historia Clínica Electrónica Nacional incorporada en al menos 3 áreas (emergencia, ambulatorio, internación, quirúrgico u otras), el 100 % de los servicios oncológicos públicos y privados con historia clínica electrónica oncológica implementada y disponer de los instrumentos normativos y técnicos que habiliten la prescripción médica electrónica”. [40]

En el página oficial de la Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento (AGESIC) se presentan los avances en la ordenanza del plan de adopción para la HCEN[41]. El plan se separa en 4 etapas:

- Etapa 1: Estar conectada a RED SALUD. Enviar sobre los ambientes de producción mensaje de identificación y datos demográficos de los usuarios de salud al Registro de Personas.
- Etapa 2: Generar y guardar documentos clínicos electrónicos de algún servicio de la organización.
- Etapa 3: Registrar los eventos de sus usuarios en el Registro de Eventos de la plataforma de HCEN.
 - Subetapa A: 31 de Marzo 2019: 60 % de usuarios de su padrón en el Registro de Eventos de la plataforma de HCEN. 40 % de documentos clínicos registrados en el Registro de Eventos de la plataforma de HCEN.
 - Subetapa B: 31 de Diciembre 2019: 60 % de documentos clínicos registrados en el Registro de Eventos de la plataforma de HCEN.
 - Subetapa C: 31 de Diciembre 2020: 90 % de documentos clínicos registrados en el Registro de Eventos de la plataforma de HCEN.
- Etapa 4: Tener su historia clínica electrónica con capacidad de consultar y permitir ver el Registro de Eventos de la plataforma de HCEN, al equipo de salud. Tener su historia clínica electrónica con capacidad de acceder y permitir ver el/los documentos clínicos seleccionados por el equipo de salud, independientemente del lugar donde éstos residan.

En los últimos datos publicados el 20 de agosto de 2019 por AGESIC se muestra que están completas las Etapas 1 y 2, cumplidas por todos los prestadores. En la Etapa 3 está completas las Subetapas A y B. De la Subetapa C no figura el porcentaje completado hasta el momento.[42]

2.11. Programa Salud.uy

SALUD.UY es una iniciativa de Presidencia de la República, el Ministerio de Salud Pública (MSP), el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y la

AGESIC, cuyo objetivo principal es promover el uso intensivo de las TICs en el sector de la salud para mejorar la calidad y continuidad asistencial.

El programa ha definido estándares y lineamientos de informática médica así como ha establecido el contexto técnico y regulatorio habilitante para hacer posible y segura la HCEN. Esto permite que el equipo de salud pueda acceder a la información que necesitan de cada paciente en tiempo real, desde cualquier punto del país, garantizando una atención más precisa y de mejor calidad.

Desde su origen en 2012, SALUD.UY reúne a los actores del sistema de salud en torno a las definiciones estratégicas en el área de la informática médica con un enfoque centrado en el usuario. Con este fin, ha instalado diversos ámbitos de intercambio y cooperación técnica y organizacional que contribuyen a conformar y consolidar una comunidad interdisciplinaria entre todos los actores públicos y privados, articulada con las políticas nacionales de salud.

Dentro del marco de este programa se desarrollaron hasta el momento dos aplicaciones:

- Historia Clínica Electrónica Oncológica (HCEO): sistema de registro clínico electrónico que genera una visión integral del paciente oncológico y contribuye a mejorar su atención médica.
- Red Integrada de Diagnóstico por Imagen (RIDI): módulo especializado con el fin de agilizar el proceso de complementación de servicios, permitiendo la realización de informes de estudios imagenológicos de forma remota, disminuyendo así los tiempos de espera y costos de traslado, mejorando la seguridad en el almacenamiento y transferencia de datos asociados a la información clínica del paciente.

Además se ofrecen las siguientes librerías que facilitan la implementación técnica de productos de HCEN:

- Firma de CDA: posibilita la firma electrónica avanzada de los documentos clínicos electrónicos generados por el prestador.
- External Object: facilita que las organizaciones que utilizan el lenguaje Genexus en sus informáticos, se integren con el XDS de SALUD.UY.
- Generación de CDA: posibilita la generación de documentos clínicos electrónicos por parte de los prestadores.

Asimismo, SALUD.UY ofrece, de forma gratuita, el acceso al servidor terminológico para las instituciones de salud que deseen hacer uso de él. También ha

desarrollado un componente encargado de publicar los servicios de plataforma para el consumo por parte de los prestadores de salud. Como característica principal se destaca que su despliegue es realizado en cada uno de los distintos prestadores que interoperan con el sistema. Cuenta con tres ambientes: Test, Preproducción y Producción. De igual manera, SALUD.UY pone a disposición el componente de software que implementa el perfil XDS, que facilita el registro, la distribución y el acceso de los prestadores y/o instituciones a la HCE del usuario.

Capítulo 3

Contexto informático médico

Al momento de desarrollar SIPOME fue importante tener en cuenta que no es un sistema aislado. SIPOME es un módulo informático que se integra a un ecosistema al que se debe acoplar de la forma más armoniosa posible. Teniendo esto presente se incluye este capítulo sobre el contexto informático médico para ofrecer un claro panorama en el cual se desarrollará el proyecto. Se describirán las principales tecnologías con las cuales deberá interactuar SIPOME, destacando los detalles más relevantes para el proyecto.

3.1. Historia clínica electrónica nacional (HCEN)

La estrategia de la HCEN para la integración de información clínica se basa en un sistema federado, basado en los estándares internacionales para el intercambio de información clínica. El sistema federado se compone en una plataforma central, Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional, que permite intercambiar en tiempo real y de manera segura los datos clínicos que permanecen guardados en cada institución que los generó. Para lograr este tipo de sistema federado la HCEN define una arquitectura, como se puede ver en la figura 3.1, que permite interconectar distintos componentes para lograr el funcionamiento de la plataforma a la vez que permite la conexión con los distintos proveedores de servicios de salud.

La Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional provee componentes de infraestructura que brindan soporte al funcionamiento de los Servicios HCEN así como a otros servicios y aplicaciones. Los principales componentes

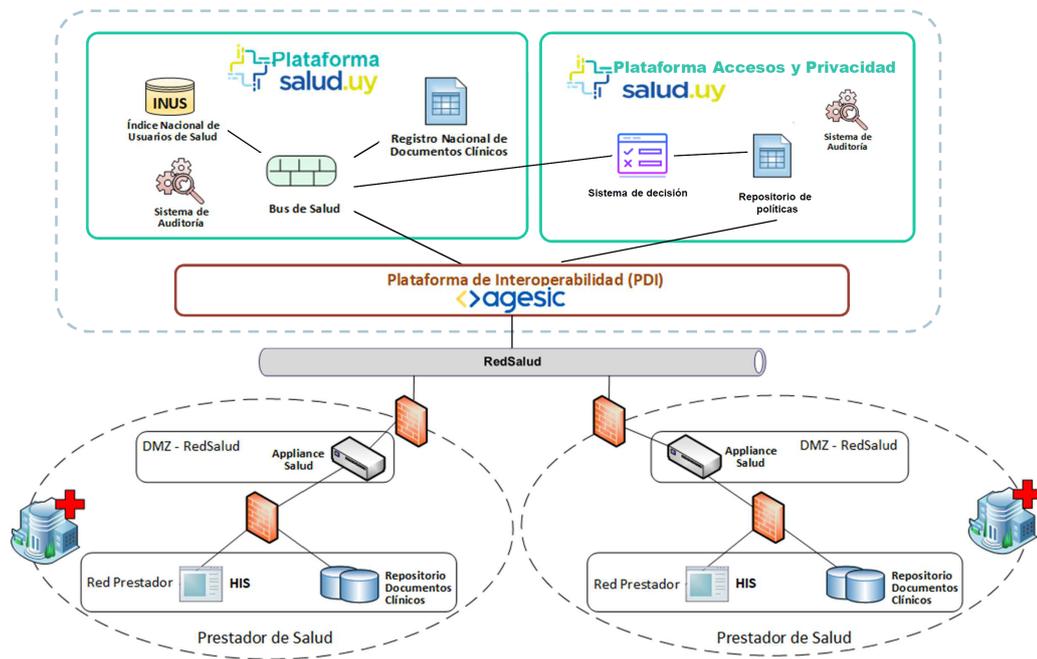


Figura 3.1: Arquitectura de la HCEN, tomado de [2]

de infraestructura de la plataforma son el Índice Nacional de Usuarios de Salud (INUS), el Registro Nacional de Documentos Clínicos (XDS nacional), el Bus de Salud y el Sistema de Auditoría.

INUS

El Índice INUS es un Enterprise Master Patient Index (EMPI) que gestiona los datos patronímicos de los pacientes y tiene como finalidad identificarlos unívocamente dentro de la plataforma. Utiliza un identificador global de paciente y gestiona además su correspondencia con los identificadores locales que maneja cada actor.

Este componente cuenta además con capacidades para:

- Vincular pacientes: unificar en un paciente los datos de dos pacientes que hasta el momento se consideraban distintos.
- Desvincular pacientes: separar en dos pacientes los datos de un paciente que hasta el momento se consideraba uno.

El INUS soporta dos modalidades para dar de alta pacientes. Una de ellas es a través de un servicio web en el que se puede dar de alta de a un paciente a la vez. La otra opción es por lotes a través de un archivo en una aplicación web.

Registro Nacional de Documentos Clínicos

El Registro Nacional de Documentos Clínicos, también llamado Registro XDS, es el índice de los documentos clínicos electrónicos generados y almacenados en los distintos prestadores integrados a la Plataforma de HCEN. Este registro permite conocer en qué prestador se encuentra cada documento clínico que conforma la historia clínica de un Usuario de Salud.

Bus de Salud

El Bus de Salud es un componente de tipo Enterprise Service Bus (ESB) y tiene la responsabilidad de ser el único punto de acceso a la Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional. Este componente centraliza la comunicación hacia y desde los demás componentes que forman parte de la plataforma. Está especializado además en resolver problemáticas de integración específicas al área de la salud, teniendo la capacidad de realizar mediaciones y adaptaciones para tratar heterogeneidades que se dan al utilizar protocolos de comunicación y estándares específicos de esta área.

Sistema de Auditoría

El Sistema de Auditoría es responsable de brindar mecanismos para posibilitar auditorías en la plataforma tanto en relación a aspectos técnicos como de negocio. En particular, el sistema se ajusta a lo definido por el Perfil ATNA[43] de la Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) [44].

Plataforma de interoperabilidad (PDI)

La Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional tiene como objetivo general facilitar y promover la implementación de servicios de Gobierno Electrónico en Uruguay. Para esto, la Plataforma de interoperabilidad (PDI) brinda mecanismos que apuntan a simplificar la integración entre los organismos del Estado y a posibilitar un mejor aprovechamiento de sus activos. Los servicios de negocio provistos por la Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional se exponen a través de la PDI de forma de hacer uso de los mecanismos de seguridad (autenticación, autorización y auditoría) que la plataforma brinda.

La PDI puede ser utilizada por los organismos de diferentes formas, por ejemplo, consumiendo servicios de otros organismos, publicando servicios propios, o participando en servicios multi-organizacionales. Los servicios son provistos a través de la tecnología de Web Services, los cuales generalmente están alojados en los servidores de los propios organismos. AGESIC plantea estándares, recomendaciones y procedimientos para que las instituciones utilicen la PDI, y avancen en la informatización de sus servicios en forma compatible e interoperable con otras organizaciones públicas y privadas.

RED SALUD

La RED SALUD es una red privada para la conexión de Instituciones, públicas y privadas, con competencias legales en materia de salud que permite que se realice el intercambio seguro de información de los Usuarios de Salud a través de la Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional.

Prestador de salud

Dentro de los prestadores de salud existen dos partes principales, el APPLIANCE Salud, y luego el HIS con su respectivo repositorio de documentos clínicos.

APPLIANCE Salud

El APPLIANCE Salud es un componente de hardware/software que se aloja en cada Prestador de Salud y expone un conjunto de servicios web que ofician de intermediarios entre los sistemas del prestador y los servicios de la Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional. Los servicios que el APPLIANCE Salud expone hacia los prestadores resuelven temas de integración con la plataforma asociados a seguridad (autenticación con la PDI) y disponibilidad (mecanismos de reintentos), entre otros. Por otro lado, el APPLIANCE Salud también expone servicios que pueden ser invocados por la Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional al momento de que otra institución de salud quiera recuperar un documento clínico custodiado por el prestador.

Hospital Information System (HIS)

El HIS consiste en un programa o programas informáticos de en un hospital que permite una gestión integrada de todos los factores que inciden en el sistema sanitario. En particular a la gestión de información clínica como registros clínicos electrónicos. SIPOME es el sistema que viene cumplir con esta función para la unidad que atiende las patologías oncológicas músculo esqueléticas dentro del INOT (prestador de salud).

Registro Local de Documentos Clínicos (XDS Local)

Registro donde se guardan localmente los documentos y la metadata correspondiente a los registros clínicos de los pacientes. Estos repositorios locales se sincronizan a través del APPLIANCE Salud con el Registro Nacional de Documentos Clínicos (XDS Nacional).

3.2. XDS

Para lograr la interoperabilidad con la HCEN, se utilizó un componente de software proporcionado por AGESIC que implementa el XDS local, que es un perfil de interoperabilidad que mediante especificaciones basadas en estándares, facilita el registro, la distribución y el acceso de los prestadores y/o instituciones a los documentos clínicos electrónicos del usuario. Dicho componente se encuentra dentro de cada prestador de salud fuera de la RED SALUD nacional y se conecta a ella a través del APPLIANCE Salud. Se conforma de 3 componentes que son los responsables de exponer los web services como se puede ver en la figura 3.2.

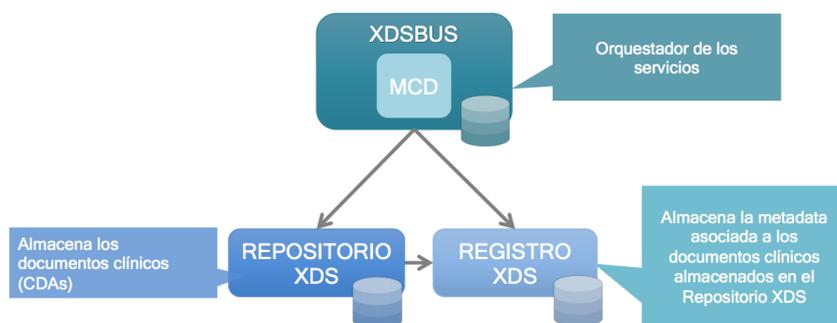


Figura 3.2: Componentes XDS v4.0, tomado de [3]

El componente XDSBUS es el orquestador de servicios. Expone los web service para la consulta y escritura del XDS local de cada institución y en el Registro XDS Nacional, a través del APPLIANCEPS. En caso de que la institución trabaje con más de un repositorio, este componente es el responsable de redirigir la escritura al Repositorio XDS correspondiente. Cuenta con una cola de reenvíos en donde se almacenan las solicitudes que hayan fallado, en particular por problemas de comunicación con el APPLIANCE Salud.

Repositorio XDS es el componente que expone los web services requeridos para guardar y recuperar CDAs. Se comunica con el componente REGISTRO XDS Servicios para guardar la metadata asociada a los CDA.

Registro XDS es el componente que expone los web services necesarios para la consulta y escritura de metadata XDS y la lógica necesaria para hacer las consultas. Contiene información a nivel de metadata de cada evento asistencial.

El XDSBUS expone los 5 servicios principales como se muestra en la figura 3.3. Donde se puede ver cuales son para utilizar por los proveedores de CDAs y cuales para los consumidores.

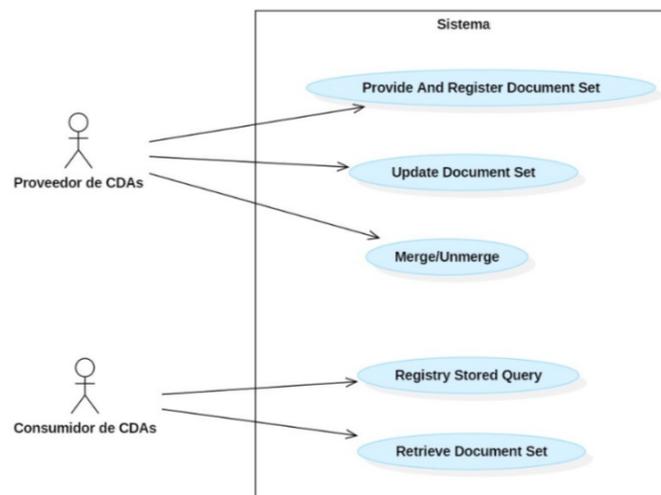


Figura 3.3: Casos de uso del XDS, tomado de [4]

Provide and Register Document Set

Es un servicio que permite almacenar un conjunto de documentos CDAs en el Repositorio XDS y registrar la metadata asociada tanto en el Registro XDS como en el XDS Nacional. Se corresponde con la transacción estándar ITI-41 definida por la IHE [45]. En la figura 3.4 se muestra el diagrama de secuencia del caso de uso.

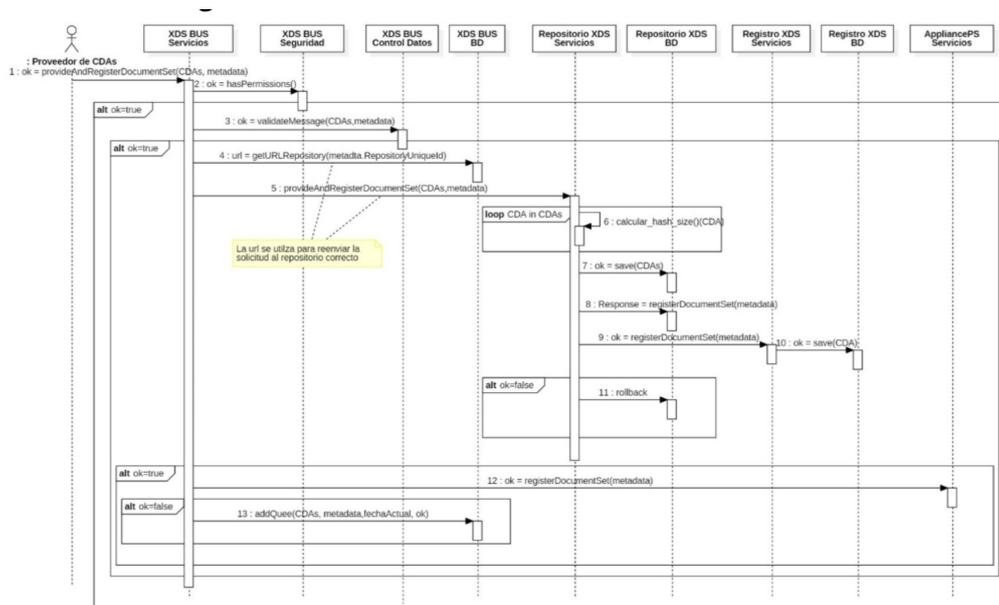


Figura 3.4: Diagrama de secuencia: Provide and Register Document Set, tomado de [5]

El prestador de salud que genera el documento o los documentos los encapsula en un Submission Set. Dentro del BUS XDS se verifica que se cuente con los permisos necesarios para realizar la acción, se valida el formato de mensaje enviado y luego se proporciona el conjunto de documentos al Repositorio XDS. Una vez en el repositorio se guardan en la base de datos todos los CDA que recibe y posteriormente registra la metadata de los documentos en el Registro XDS. En caso de existir algún error no se guardan ninguno de los CDAs enviados.

Una vez terminada esta etapa el proveedor de los documentos los tiene guardados localmente y debe entonces conectarse con la red de salud nacional a través del APPLIANCE Salud. Para lograr que estos documentos sean accesibles desde otras instituciones se envía la metadata de los CDAs al XDS Nacional.

Update Document Set

Permite modificar el estado de un documento registrado en el Registro XDS. Se corresponde con la transacción estándar ITI-57 definida por la IHE [45]. Es comunmente utilizada para deprecar un documento sin remplazarlo.

Merge/Unmerge

Permite modificar la metadata almacenada en el Registro XDS para vincular/desvincular documentos registrados de un par de pacientes dados.

Registry Stored Query

Permite realizar consultas sobre los metadatos de uno o mas eventos asistenciales del Registro XDS local. Se obtienen los identificadores (OID documento y repositorio) para recuperar los documentos. Esta transacción es la transacción estándar ITI-18 definida por la IHE [45]. En la figura 3.6 se puede ver el diagrama de secuencia que se corresponde con el caso de uso.

Las consultas soportadas por el Registro XDS son las siguientes:

- Find Documents: dado un id de paciente y un conjunto de criterios/parámetros de consulta, se retornan los metadatos que cumplen con los criterios de consulta.
- Get Documents: dado un entryUUID o un uniqueId, se retornan los metadatos asociados.
- Get Related Documents: dado un entryUUID o un uniqueId, se retornan los metadatos de los documentos relacionados al identificador.

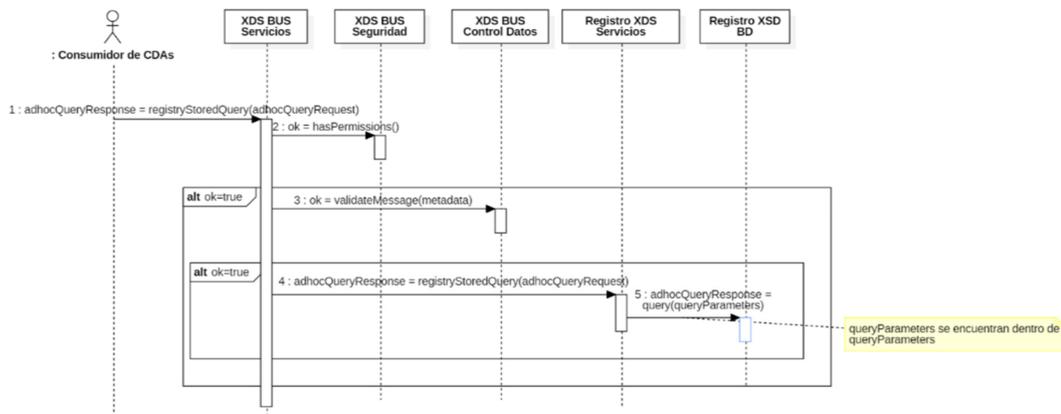


Figura 3.5: Diagrama de secuencia: Registry Stored Query, tomado de [5]

Al igual que en el caso anterior, el BUS XDS verifica que se cuente con los permisos necesarios para realizar la acción y valida el formato del mensaje enviado. En caso de que todas las validaciones sean correctas la consulta se hace en el Registro XDS.

Retrieve Document Set

Permite recuperar documentos (CDAs) desde el Repositorio XDS, es identificada por la IHE como la transacción estándar ITI-43 [45].

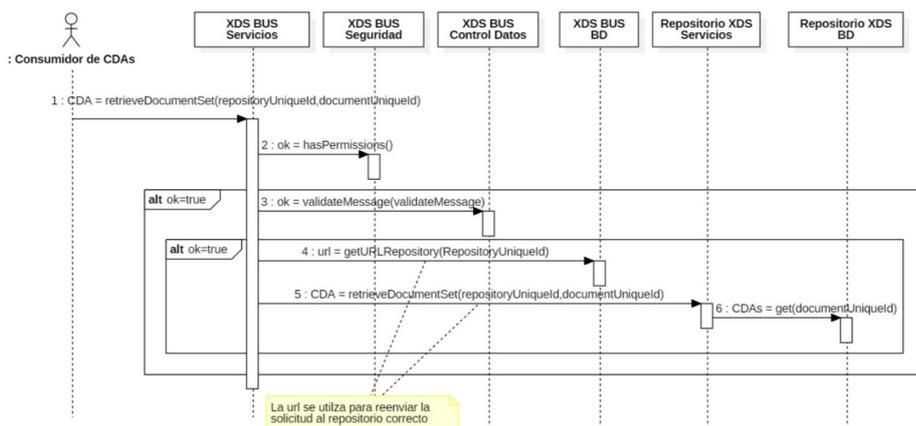


Figura 3.6: Diagrama de secuencia: Retrieve Document Set, tomado de [5]

Obteniendo los identificadores del documento a recuperar utilizando la transacción explicada anteriormente. Se consulta al BUS XDS que luego de las validaciones pertinentes envía la consulta al Repositorio XDS.

3.3. Servidor DICOM Orthanc

Orthanc es un software gratuito y de código abierto en beneficio de la comunidad mundial de imágenes médicas. Puede recibir/almacenar/enviar cualquier tipo de archivos DICOM estándar. Tiene como objetivo proporcionar un servidor DICOM independiente, simple pero potente. Está diseñado para mejorar los flujos DICOM en los hospitales y para apoyar la investigación sobre el análisis automatizado de imágenes médicas. Orthanc permite a sus usuarios centrarse en el contenido de los archivos DICOM, ocultando la complejidad del formato DICOM y del protocolo DICOM[46]. Existen diferentes recursos disponibles, el que utilizamos en este caso se conforma a grandes rasgos de 4 partes:

- Un servidor DICOM embebido que utiliza una Application Programming Interface (API) REST.
- Orthanc Explorer: interfaz de usuario permite a los usuarios de Orthanc navegar e interactuar con el contenido DICOM, desde cualquier computadora cliente dentro de la red del hospital mediante el navegador web predeterminado.
- Una base de datos (por defecto SQLite, pero se pueden conectar tanto a bases POSTGRESQL como MySQL).
- Orthanc Web Viewer: visor web de imágenes médicas.

Utilización de DICOM en Orthanc

Como se mencionó anteriormente el protocolo DICOM consta de varias partes, pudiendo ser dividido en dos partes principales:

- La parte que especifica el formato de archivo DICOM.
- La parte que especifica el protocolo de red DICOM.

Formato de archivo DICOM

Orthanc utiliza un modelo DICOM del mundo real simplificado:

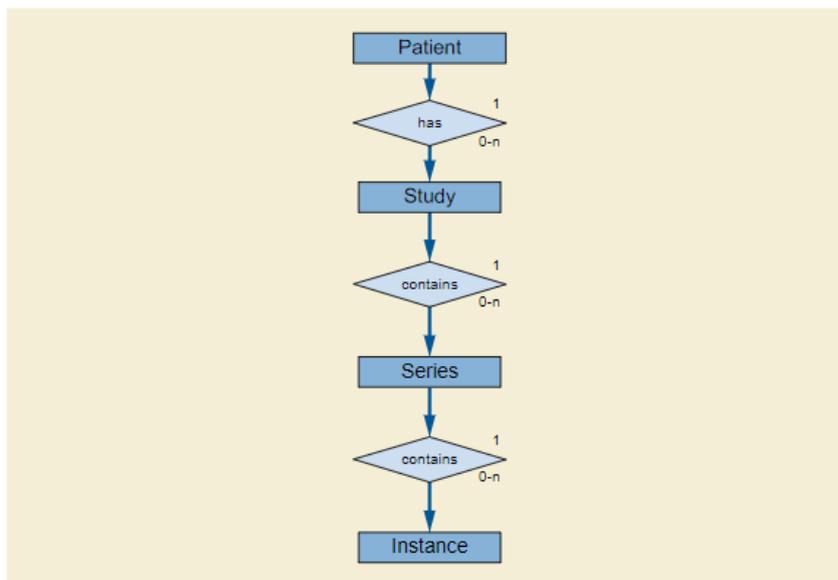


Figura 3.7: Diagrama UML de DICOM define relación entre pacientes e instancias de estudios, tomado de [6]

La figure 3.7 muestra que un paciente dado se vincula con un conjunto de estudios de imágenes médicas. Cada estudio está hecho de un conjunto de series. Cada serie es a su vez un conjunto de instancias, la última es sinónimo de un solo archivo DICOM. En el vocabulario de Orthanc, un recurso DICOM es un término general para hablar sobre un paciente, un estudio, una serie o una instancia. Para cada uno de estos 4 tipos de recursos DICOM, el estándar DICOM especifica un módulo como un conjunto de etiquetas DICOM que describen estos recursos. Por ejemplo, la etiqueta DICOM PatientName es parte del módulo del paciente, mientras que SeriesDescription es parte del módulo de la serie. Según el estándar:

- Los pacientes se indexan con PatientID (0x0010, 0x0020).
- Los estudios se indexan con StudyInstanceUID (0x0020, 0x000d)
- Las series se indexan con SeriesInstanceUID (0x0020, 0x000e)
- Las instancias se indexan con SOPInstanceUID (0x0008, 0x0018)

El estándar DICOM ordena que StudyInstanceUID, SeriesInstanceUID y SOPInstanceUID sean globalmente únicos. En otras palabras, es obligatorio que dos dispositivos de imágenes diferentes nunca generen los mismos identificadores, incluso si son fabricados por diferentes proveedores. Orthanc explota esta regla para derivar sus propios identificadores únicos.[6]

3.4. Estructura OID

Un Object Identifier (OID) es una representación numérica universal y única que permite la identificación inequívoca de objetos. En Uruguay son administrados por la Unidad Nacional de Asignación de OID (UNAOID)[47], gestionada por AGESIC . La ISO y la ITU-T asignaron a la UNAOID la raíz “2.16.858”. Cuyo identificador 858 corresponde a Uruguay. Esto significa que todos los OIDs generados por la UNAOID tendrán ese prefijo. A estos OIDs se le concatenarán otros identificadores separados por “.” que se definen de acuerdo a una asignación jerárquica. La UNAOID a partir de la raíz nacional 2.16.858 define las siguientes ramas como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: OIDs a partir de la raíz nacional

Comienzo OID	Descripción
2.16.858.0	Identifica organizaciones
2.16.858.1	Identifica personas
2.16.858.2	Identifica objetos en general

El comienzo del árbol que estructura a la rama de las organizaciones se puede ver en la figura 3.8.



Figura 3.8: Estructura de Organización del Uruguay

Para continuar viendo la estructura dentro de las ramas de organización, ingresar en <http://unaoid.gub.uy/Organizacion.aspx>

A partir de la rama 2.16.858.1 se identifican personas, esta identificación está asociada a un documento personal que la identifique y el OID resultante es por lo tanto una conjunción de varios identificadores. Es así que se conforma un OID con la siguiente estructura:

2.16.858.1.[ID país].[Tipo de Documento].[ID persona].

- ID país: país que emite el documento de identificación personal.
- Tipo de Documento: determina el tipo de documento.
- ID persona: documento referido

A partir de la rama 2.16.858.2 se identifican objetos en general. Los objetos se clasifican por grupos o familias según codificación del Catálogo de Compras y Contrataciones Estatales. Cada institución u organización es libre de asignarle a un objeto un identificador numérico específico. La estructura general de un OID para identificar objetos es la siguiente:

2.16.858.2.[Id organización].[Nro. Ítem].[ID específico del objeto]

- Id organización: número autogenerated asignado automáticamente por la UNAOID a una organización o a una estructura organizativa interna a ella.
- Nro. ítem: número autogenerated que asigna Compras y Contrataciones Estatales a una familia de objetos. Para obtener la descripción de estos números ir a <http://unaoid.gub.uy/BusquedaObjeto.aspx>
- Id específico del objeto: identificador numérico de uso libre por la organización para identificar sus objetos.

Capítulo 4

Análisis y Diseño

4.1. Visión general

El Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología (INOT) es el hospital de referencia en Traumatología de la Administración de los Servicios de Salud del Estado (ASSE) en todo el territorio nacional. Se compone, entre otras unidades, de la de Unidad de Patologías Oncológicas Músculo-Esquelética. Esta se encarga de realizar el diagnóstico y tratamiento de los usuarios adultos, específicamente los mayores de 15 años, con tumores en el sistema músculo esquelético. En esta unidad se atiende un promedio de 15 consultas por día, aunque no se atienden todos los días de la semana. Por lo general son algo más extensas que consultas habituales de traumatología. La frecuencia de las consultas por paciente puede variar según la situación del paciente. Puede ser una única consulta, o tener un control semanal cuando el paciente es recién operado, o controles semestrales o anuales como seguimiento del paciente. Aunque el INOT atiende particularmente a pacientes que tienen más de 15 años de edad, los profesionales de la unidad trabajan en conjunto con el Centro Hospitalario Pereira Rossell (CHPR) que sí trabaja con pacientes por debajo de esta edad. Al ser un centro de referencia nacional atiende a personas que proceden de todas partes del país. La unidad está conformada en su núcleo por: 2 cirujanos, 2 pasantes y 2 residentes que cambian cada 6 meses. Además intervienen fisioterapeutas y profesionales de otras especialidades.

Según lo relevado en el informe [12], actualmente a cada paciente oncológico se le crea un formulario electrónico con variables predeterminadas que se archiva en una computadora del consultorio. Este formulario es un documento

de texto que se crea utilizando el nombre y apellido del paciente como nombre del formulario. El médico completará los datos del formulario en las sucesivas consultas que tenga con el paciente.

4.2. Actores

En referencia a los actores que se verían involucrados en este sistema se determinó que serían diversos grupos los que utilizarían la plataforma y por consiguiente tendrían distintas exigencias. Es así, que se decidió implementar un modelo de roles, dentro de los cuales se identificaron:

- **Administrador:** personas encargada de gestionar los usuarios de sistema y además de habilitar los diferentes permisos para la visualización, modificación y eliminación de los diferentes elementos.
- **Médico:** personas encargadas de la creación, modificación y eliminación de los pacientes y sus datos clínicos registrados.
- **Estudiante:** personas que pueden ver la información de los pacientes y sus historias clínicas pero no pueden modificarlas.

Para cumplir con las reglamentaciones legales vigentes en lo referente a la confidencialidad de la información, es necesario que se realice esta división de roles, independientemente de que un usuario podría cumplir mas de un rol dentro del sistema.

4.3. Requerimientos funcionales

Trabajando en conjunto con el doctor Nicolás Casales se recabaron los requerimientos que se detallan a continuación. Para llegar a ellos se trabajó durante varios meses tomando en cuenta las necesidades del lugar y dialogando para conseguir un trabajo colectivo teniendo presente la interacción de las disciplinas. Se repasaron los procedimientos, así como también los datos que se recababan para entender para qué y por qué se registraban. Asimismo se plantearon mejoras en la formas de atención, nuevos datos y/o nuevas formas de anotar la información. Se trabajó sobre los conceptos y que significaban cada uno de ellos, ya que al provenir de disciplinas diferentes muchas veces a pesar de que se utilizaban las mismas palabras el significado y el contexto en el que se utilizaban era distinto.

Usuarios

A los efectos de poder resaltar las medidas de control en el sistema, se dispone que solo podrán acceder aquellos que posean usuarios en SIPOME y tengan los permisos correspondientes. De esta forma, se limita el acceso a la información, y se puede precisar quienes son los concededores de los datos del paciente.

Registrar usuarios

Una vez que se registren usuarios al sistema, se les solicitara su correo electrónico y una contraseña con la que se ingresará posteriormente.

Autenticación

El usuario podrá autenticarse en el sistema, luego dependiendo de los permisos que este posea podrá acceder a diferentes vistas. Es decir, que de acuerdo a las habilitaciones que el usuario disponga, son las posibilidades de ingreso que tiene dentro de la plataforma.

Listar usuarios

Se muestra un lista de todos los usuarios registrados en el sistema. Dicha lista se puede filtrar por username, nombre o correo electrónico. Todos los usuarios tiene acceso a esta lista, esto no obstante, no significa que todos puedan modificar los datos. El administrador, es quien puede alterar los datos de cualquier usuario.

Modificar datos del usuario

Un usuario podrá cambiar su información (nombre, apellido, cédula, numero de la caja profesional, correo electrónico).

Eliminar usuario

En el caso de que se dejara de pertenecer a la institución, el usuario se podrá dar de baja al sistema y por tanto no tendrá mas acceso.

Asignar permisos

El administrador será el encargado de administrar y asignar los permisos a los usuarios. Inicialmente cuando un usuario se registra no podrá acceder a ninguna vista hasta que el administrador le asigne los permisos adecuados.

Pacientes

Listar pacientes

Los pacientes se muestran por medio de un listado que se registra en el sistema. Dentro de este listado, se puede identificar o distinguir a los mismos por cédula,

nombre del paciente y por diagnóstico. Solo los usuarios con roles de Médico y Estudiante tienen acceso a esta vista.

Crear paciente

A los usuarios que se les haya asignado el rol de Médico podrán registrar la información de los nuevos pacientes en el sistema. En cuanto a los datos a ingresar, se registrarán los patronímicos, es decir, cédula de identidad, nombre, apellido, sexo, dirección, teléfonos, fecha de nacimiento. También se permite agregar una fotografía del paciente. En caso de fallecimiento la plataforma admite el registro de la fecha y causa del fallecimiento.

Modificar paciente

Al igual que en el caso anterior, los Médicos serán los únicos habilitados para modificar la información de los pacientes que ya fueron creados. Los estudiantes pueden ver la información pero no cambiarla.

Eliminar paciente

Los pacientes podrán ser eliminados exclusivamente por los médicos y solo en el caso de que estos no tengan asociado una consulta. Este borrado es un borrado físico.

Consulta

Cada Consulta estará vinculado con un paciente dentro del sistema. En él, se registrarán datos generales del paciente, como por ejemplo: desde donde fueron derivados y por que médico, sus antecedentes, quejas, síntomas, examen físico y los datos del ateneo de ser necesarios. Además quedan relacionados los diagnósticos, los seguimientos, los exámenes y los tratamientos del paciente.

Crear Consulta

Tomando el mismo criterio que en los casos anteriores el encargado de la creación de las Consultas serán los usuarios con los roles de Médico. La Consulta se documentará en la primera cita del paciente. Al momento de creación, los datos que se podrán cargar serán únicamente lo relacionado a aspectos generales del paciente. Dado que el paciente al presentarse en el primer encuentro todavía no estuvo en contacto con el médico. Luego aún no se le asignó ningún tratamiento, diagnósticos ni exámenes. En encuentros posteriores surgen los seguimientos, que se realizarán en la misma Consulta. Por tanto, dicha Consulta es fundamental para el paciente, porque se lo vinculará con él, y será el que establezca los datos del enfermo. Como por ejemplo: desde donde fue

derivado y por que médico, sus antecedentes, quejas, síntomas, examen físico y los datos del ateneo de ser necesarios. En fin, será parte de su historia clínica.

Modificar Consulta

Los usuarios con el rol de Médico serán los encargados, a medida de que los pacientes vuelvan por una nueva consulta, de modificar los datos de la Consulta creada, de manera de registrar este evento. Se podrán cambiar los datos generales relacionados con el paciente, así como también agregar la información que se relacione con los diagnósticos, los seguimientos, los exámenes y los tratamientos del paciente. Los usuarios que cuenten con el rol de Estudiante podrán ver la información pero no podrán registrar ni modificar ningún dato.

Eliminar Consulta

Los médicos podrán eliminar una Consulta si lo desean. Este es un borrado lógico, una vez que se efectuó no se podrán modificar los datos hasta que el registro se vuelva a habilitar y no serán tomados en cuenta en las estadísticas durante el tiempo que estén anulados.

Diagnostico

Dentro de la especificación del diagnostico existen cinco partes principales. La primera es un código que se corresponderá con la Clasificación Internacional de Enfermedades para Oncología (CIE-O). Luego se identifican cuatro grupos de diagnósticos que son los más comunes en el tipo de patologías estudiada (patología oncológica músculo-esquelética) de los que se busca registrar información específica en cada caso. Podría ocurrir que un mismo paciente tenga mas de un diagnóstico del mismo tipo e incluso diagnósticos de distinto tipo. Los usuarios de Estudiante para todos estos tipos podrán ver la información pero no modificarla.

Registro de diagnostico CIE-O

Los usuarios Médicos registrarán el diagnostico dentro de la morfología de la CIE-O. Para que este sea estándar y reconocido mundialmente.

ABM Sarcoma

Los usuarios Médicos registrarán la información del SARCOMA (tumoración, bordes, adherencia, dolor al palpar) y su localización. La localización será elegida dentro de topografía de la CIE-O y luego tendrá un espacio para especificarla de ser necesario.

ABM Hemopatía maligna

Los usuarios Médicos registrarán la información de la HEMOPATÍA MALIGNA (tipo de lesión, inminencia de fractura o fractura, score de Mirels).

ABM Metástasis

Los usuarios Médicos registrarán la información de la METÁSTASIS (tipo de lesión, inminencia de fractura o fractura, score de Mirels) y su localización. La localización será elegida dentro de topografía de la CIE-O y luego tendrá un espacio para especificarla de ser necesario.

ABM Misceláneas

Los usuarios Médicos registrarán la información del diagnóstico de misceláneas (osteopatías metabólicas, infecciones, fracturas por estrés o otras que en dicho caso se especificará cuáles).

Seguimiento

Luego de la cita inicial en la que se crea la Consulta los siguientes encuentros se registrarán en la parte de seguimiento.

ABM seguimientos

Los usuarios Médico registrarán la fecha en la que se realiza el encuentro de seguimiento y el texto explicativo de lo sucedido entre la última visita y la actual.

Exámenes

ABM exámenes

Los usuarios Médicos serán los encargados de registrar la información extra de los estudios médicos que el paciente se realizó. Se registrarán datos de cinco tipos de exámenes diferentes (rayos x, centellograma, tomografía computada, resonancia magnética y biopsia) ya que estos son los más comunes dentro de la patología estudiada. De todos los exámenes se registrará la fecha en la cual el estudio fue pedido, realizado y entregado. Además se podrá guardar y ver el estudio utilizando el estándar DICOM.

Tratamiento

ABM tratamientos

En el caso de que se le haya recetado al paciente algún tratamiento, el Médico deberá dejarlo registrado. Se identificaron 3 tipos de tratamientos que son los utilizados principalmente en este tipo de patologías y de los cuales es de especial

interés registrar datos. Estos son: quirúrgicos, radioterapia y quimioterapia. Se permite ingresar el tipo "Otros" para agregar información de otros tratamientos.

Estadísticas

Obtener estadísticas

Los usuarios que cuenten con el rol de Médico o Estudiante podrán obtener estadísticas de la información del sistema con respecto a los pacientes y sus registros clínicos.

Integración con la HCEN

Creación y envío de CDAs

El usuario que cumpla el rol de Médico será el encargado una vez finalizada la consulta de guardar la información registrada para que luego el sistema la envíe a la HCEN.

Otros

Internacionalización

Una funcionalidad para cambiar la presentación de la aplicación y que se muestre la información según el idioma que elija el usuario. Este cambio puede ocurrir en cualquier momento del uso de la aplicación y no debe afectar el flujo de los casos de uso. Esto ayuda a la comunicación y el posible uso de SIPOME en otros países.

Exportación a Excel

El usuario podrá descargar la información del sistema a Excel.

Descarga del registro clínico en PDF

Tanto el usuario Médico como el del Estudiante podrá descargar la información del registro clínico de un paciente a PDF.

Envío de la información del registro clínico vía correo electrónico

Se podrá enviar el registro clínico de un paciente por correo electrónico al propio paciente, a algún médico de los registrados en el sistema o a cualquier otro correo electrónico que se ingrese manualmente.

Guardado y visualización de imágenes DICOM

Como se comentó anteriormente, se podrá guardar y ver mediante el estándar DICOM los estudios que los pacientes traigan a la institución.

Trazabilidad

Quedará un registro de los datos modificados en el sistema y del usuario que realizó dichos cambios, con la finalidad de tener un mayor control sobre la información.

4.4. Requerimientos no funcionales

SIPOME debe contemplar los siguientes atributos de calidad:

- Interoperabilidad: es la capacidad del sistema de poder interactuar con sistemas externos desarrollados por terceros. SIPOME debe seguir los lineamientos definidos por SALUD.UY en cuanto al uso de estándares de interoperabilidad y perfiles IHE.
- Escalabilidad: es la capacidad del sistema de manejar grandes cargas de trabajo sin impactar en su performance y de poder fácilmente ampliarla. SIPOME debe tener la capacidad de ampliar la capacidad de trabajo mediante la incorporación de hardware, sin necesidad de cambios en el software.
- Extensibilidad: SIPOME debe permitir la incorporación de nuevas funcionalidades o cambios en las mismas con un impacto mínimo.
- Seguridad: es la capacidad de SIPOME de prevenir actividades maliciosas o accidentales que están por fuera del uso para el cual fue diseñado que involucren la pérdida o divulgación de información sensible. SIPOME debe contemplar autenticación de usuarios, autenticación de conexiones y trazabilidad.
- Usabilidad: es la capacidad de SIPOME de ser intuitivo, sencillo de utilizar y brindar una buena experiencia de uso al usuario.

Capítulo 5

Proyecto

5.1. Análisis sistemas similares en funcionamiento

En el 2013 en el marco del programa SALUD.UY se comienza a desarrollar la HCEO. Como objetivo se propuso diseñar un sistema de información que contribuya a mejorar la atención médica del paciente, integrando la información clínica de todas las instituciones que participen en el proceso asistencial, independientemente de su localización geográfica e Institución de atención, con una visión integral del paciente. Esto facilita que los equipos interdisciplinarios aborden con una visión integral su diagnóstico y tratamiento.

La HCEO es un sistema de información en salud, diseñado para la atención de pacientes oncológicos de todo el Uruguay. El sistema interopera con los sistemas de información de cada institución de salud en la que se ha implantado hasta el momento, utilizando mensajería que cumple con los estándares internacionales en la materia, además de un repositorio de documentos clínicos electrónicos como componente para permitir el intercambio de documentos entre instituciones y sistemas.

El alcance de este aplicativo es el ámbito ambulatorio de la atención oncológica brindada por los especialistas en esta patología, y hospital de día. Mejora la accesibilidad, la continuidad del proceso asistencial y la calidad de asistencia de todos los pacientes oncológicos en el Sistema Nacional Integrado de Salud. Sin embargo, solo cubre los casos de cáncer más comunes en el país, dentro de los cuales no se encuentran las patologías a analizar en este proyecto.

Inicialmente se realizó un análisis a fondo de las funcionalidades que ofrece

la HCEO con la intención de generar una extensión, un módulo que incluya el manejo para la patología oncológica músculo esquelética. Para esto se identificaron tres grupos principales en los que se pueden dividir las funcionalidades, los que denominamos: Generales, Historia Clínica y Módulos específicos según el tipo de cáncer.

El flujo normal que realizará el médico durante el acto asistencial en la HCEO es el siguiente:

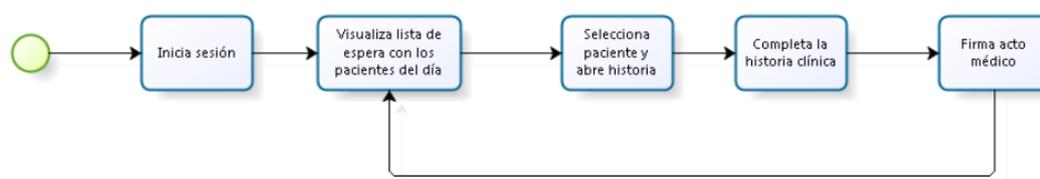


Figura 5.1: El flujo normal que realizará el médico durante el acto asistencial, tomado de [7]

Funcionalidades generales

Login

Ingreso a la aplicación mediante un usuario y una contraseña. Se maneja un sistema de roles que es el que permite la visualización de las funcionalidades, así como también habilita el uso que el usuario tiene sobre ellas (sólo lectura de datos, lectura y modificación de datos)

¿Serviría para SIPOME?

Se pensaba en una funcionalidad muy similar para acceder a la información, con usuarios para los funcionarios. Como se relevaron distintos tipos de funcionarios que usarían la aplicación con diferentes finalidades se pensaba trabajar con un sistema de roles para controlar el acceso a las diferentes vistas. Por lo tanto, esta funcionalidad podría ser reutilizada analizando bien los roles ya existentes o en el peor de los casos creando nuevos que cumplan con las especificaciones necesarias para la nueva extensión.

Consulta de pacientes

En la aplicación de HCEO se cuenta con un buscador de pacientes en el que a partir de datos básicos (nombre, apellido, número de socio y número de historia) se puede acceder a los datos patronímicos completos del paciente. En el caso de que más de un paciente cumpla con los filtros especificados, se muestran todas las coincidencias ordenados alfabéticamente y al hacer click en cada uno de ellos se accede a la información.

¿Serviría para SIPOME?

Para el caso de SIPOME esta funcionalidad se podría reutilizar casi sin necesidad de hacer ninguna modificación, ya que los datos que se modelan del pacientes, es decir los datos patronímicos, son estándar y los relevados coinciden con los que se encuentran en la HCEO. Sin embargo en el caso de que los filtros se buscaran hacer por alguna de la información registrada en las consultas, tratamientos o algún otro dato que no este en los datos del paciente esto no sería posible.

Lista de espera (consulta de consultas médicas)

Cuando el profesional ingresa a HCEO, la primera pantalla que visualiza es la lista de espera. Aquí es donde el profesional puede ver la lista de pacientes agendados para ese día. Se muestran ordenados por hora y al hacer seleccionar cada uno de ellos, se entrará en la historia clínica. Cuando aún no se atendió el paciente, la cita se muestra en estado “Reservado”, cuando se ingresa pero aún no se firmó en estado “Pendiente de firmar” y cuando efectivamente se finalizó y firmó se muestra en estado “Firmado”.

¿Serviría para SIPOME?

Actualmente en el INOT se manejan la agenda en otro sistema por lo que se tendría que evaluar la posibilidad de generar una interfaz que genere la comunicación inicial para las consultas del día. Luego si se pasaría a utilizar el resto de la funcionalidad.

Pendientes de segunda firma

Consultas médicas hechas por internos pendientes de una segunda firma por un doctor. Se cuenta con una búsqueda para encontrar las consultas en la que se puede filtrar por: paciente (apellido, nombre, ci), fecha desde, fecha hasta y firmadas? (si, no)

¿Serviría para SIPOME?

Esta funcionalidad se podría reutilizar para el SIPOME

FNR (Fondo Nacional de Recursos)

Formulario donde se registran los datos correspondientes a la patología del paciente por la que el fondo lo beneficiará.

¿Serviría para SIPOME?

No se pretende implementar en esta instancia en el SIPOME.

Estadísticas HCEO

Se visualizan las estadísticas operacionales de la aplicación pero únicamente del usuario logueado:

- Cantidad de consultas por mes
- Cantidad de pacientes con diagnóstico (discrimina pacientes atendidos y aquellos con diagnóstico)
- Cantidad de pacientes por rango etario
- Cantidad de pacientes según sexo
- Las 10 patologías más diagnosticadas

¿Serviría para SIPOME?

Si bien estas estadísticas podrían ser interesantes para SIPOME, el hecho de que solo existan estas estadísticas limita mucho a los usuarios. Principalmente porque se cuenta con una gran cantidad de información que aún no está siendo tomada en cuenta con las estadísticas establecidas. Esta funcionalidad se tendría que desarrollar nuevamente para que los indicadores y estadísticas puedan ser creados por los mismos usuarios de la aplicación con la finalidad de utilizar

mejor la información que se recauda. Además hasta el momento en la HCEO las estadísticas registradas son únicamente sobre los casos vinculados al usuario logueado y no sobre el total de datos del sistema.

Funcionalidades de historia clínica

Datos patronímicos

Cuando se ingresa en la historia clínica de un paciente, lo primero que se visualiza es, en el sector superior, se despliega el cabezal que contiene los datos patronímicos del paciente. Algunos de éstos Se pueden modificar o agregar nuevos datos. Esta sección se muestra visible mientras se navega en la historia, con el fin de tener siempre identificado el paciente al que pertenece la historia.

¿Serviría para SIPOME?

Para el caso de SIPOME esta funcionalidad se podría reutilizar sin necesidad de hacer ninguna modificación, ya que los datos que se modelan del pacientes, es decir los datos patronímicos, son estándar y los relevados coinciden con los que se encuentran en la HCEO.

Vista 360 (Resumen)

Resumen de la información más importante que se tiene de cada paciente dividida según las diferentes áreas definidas dentro de la aplicación de la HCEO. Estas son:

- **Diagnósticos:** Se muestran los diagnósticos que el paciente tiene o “Sin especificar” en caso de no tener algún dato ingresado.
- **Datos relevantes:** Se muestran datos o fechas relevantes del paciente.
- **Tratamientos sistémicos:** Se listan los tratamientos sistémicos activos que posee el paciente. Se muestra la topografía y el protocolo indicado en caso que lo tenga.
- **Tratamientos radioterápicos:** Este cuadrante es similar al de tratamientos sistémicos, mostrando la técnica del o los tratamientos activos.
- **Antecedentes:** Se muestran los antecedentes que el paciente tiene ingresados.

- **Alertas:** Solo se muestra si tiene alguna alerta ingresada en el sistema. En caso de tener alertas, muestra la fecha de ingreso y una descripción.

¿Serviría para SIPOME?

La idea de la funcionalidad se podría reutilizar en el nuevo sistema. Habría que validar si todas las áreas son necesarias y brindan valor a los usuario o si sería necesario modificar la información que se visualiza. Según relevado en el INOT se realizan además otro tipo de tratamientos como los quirúrgicos por ejemplo. Además sería de especial interés poder ver los exámenes de los pacientes.

Página principal (Ver historia (consulta sobre las entradas de la HCEO))

Al inicio, lo que se muestra es el histórico del paciente. Aquí se muestran todas las consultas, eventos como internaciones o consultas a emergencias, así como resultados de estudios que el paciente se haya realizado. Estos se muestran ordenados cronológicamente en forma descendente.

¿Serviría para SIPOME?

Para el caso de SIPOME esta funcionalidad se podría reutilizar.

Primera consulta

Existen distintos tipos de primeras consultas, la general contiene los siguientes campos:

- Motivo de consulta (Consulta 1 vez, Trae resultados, Control, Indicar tratamiento)
- Enfermedad actual
- Conducta

Además de esta se pueden identificar primeras consultas según el tipo específico de cáncer que tenga el paciente.

¿Serviría para SIPOME?

En el caso de SIPOME y por como se manejan normalmente en el INOT se discutió con los usuarios afectados, que si bien diferenciar la consulta inicial de las siguientes podía resultar productivo se buscaba poder ver todos los datos del las consultas del paciente en un registro. Es decir que a medida de que éste se fuera atendiendo en las diferentes citas se irían completando los diferentes datos pero siempre editando una misma consulta.

Diagnóstico

Funcionalidad donde el Médico tendrá la opción de ingresar en el sistema el diagnóstico médico del paciente. Para el ingreso del diagnóstico el médico puede especificar: topografía, histología, lateralidad, fecha de incidencia, sincronidad y estadíos. Si al momento de la consulta aún no se tienen los datos suficientes para completar todos los campos, se pueden ingresar solamente los conocidos y en una consulta posterior completar los demás datos o adjuntar las paraclínicas que confirman el diagnóstico.

El diagnóstico puede ser “diagnóstico definitivo” y/o “diagnóstico presuntivo”, pudiéndose transformar en definitivo. El sistema es multi-diagnóstico, lo que permite al médico pueda ingresar uno o más diagnósticos.

El diagnóstico presuntivo es el diagnóstico con el que el paciente es referido a la consulta de oncológica, se basa en la sospecha clínica, pudiendo venir acompañado de la paraclínica/s correspondientes.

¿Serviría para SIPOME?

El mayor inconveniente que se le encuentra a la HCEO en cuanto a esta funcionalidad es el hecho de que el ingreso de los diagnósticos son campos de texto y no se utiliza ningún estándar. Por ende si se quisiera compartir dicha información con otro países de habla no hispana sería dificultoso de interpretar. De igual manera sucede al momento de calcular las estadísticas, al no estar codificado resulta trabajoso el agrupamiento

Evolución

El Registro de Evoluciones es donde el Médico “cierra” la consulta, es decir luego de realizar los procesos que entiende necesarios (Paraclínicas, Medicamentos, Examen físico) para el paciente. El médico puede ir al registro de evoluciones para ingresar en un campo de texto libre la evolución de la consulta

¿Serviría para SIPOME?

La funcionalidad se podría aprovechar en el nuevo sistema. Sin embargo, al comentar y mostrar el procedimiento a los médicos del INOT estos sienten que el funcionamiento en general de la consulta es diferente al que implementan hoy en día en el INOT. Si bien la idea es buena, la complejidad que presenta cambiar las normas de atención llevaría un cambio institucional en la institución y todo lo que esto representa.

Tratamiento Sistémicos

Para la indicación de tratamientos sistémicos se implementaron diversas funcionalidades que permiten la indicación, administración y control del tratamiento 100 % a través del sistema.

La **primer etapa** es la “Indicación”. En ella el médico puede seleccionar: criterios (curativo, adyuvante, neoadyuvante, paliativo) y protocolo y detallar la forma de administración. La HCEO permite que cada institución cargue los protocolos terapéuticos, actualmente se utilizan los de la Cátedra de Oncología, pero permite que cada institución utilice los propios.

En el detalle de la administración el médico tiene la posibilidad de ingresar: pre-medicación, post medicación e indicación de los medicamentos del tratamiento. Los datos que vienen desde el Protocolo se cargan automáticamente como por ejemplo la dosis, los ciclos, etc., el médico siempre tiene la posibilidad de modificarlos.

La **segunda etapa** corresponde a la administración es hospital de día. Aquí se visualiza todo lo ingresado por el médico y se procede a administrar. Se permite que el personal de enfermería pueda registrar: serie, fecha indicación, controles, pre-medicaciones, medicación y el resultado de la administración, post medicaciones, valoración de enfermería e indicar si ocurrió algún inconveniente.

La **tercera etapa** es cuando el paciente concurre a control luego de administrada la serie del tratamiento. El médico accede a toda la información registrada en el Hospital de día y puede indicar una nueva serie. En el sistema por defecto viene la información ingresada en la última indicación, teniendo la opción de modificarla.

¿Serviría para SIPOME?

Esta funcionalidad se podría reutilizar en el SIPOME siempre y cuando no comprometa la usabilidad del sistema y por lo tanto, como se explico anteriormente, contribuya a que los médicos no la utilicen como es debido.

Radioterapia

Permite el profesional indicar objetivo, estrategia Terapéutica a seguir y el plan de tratamiento.

Para la planificación de tratamientos se selecciona la técnica a emplear y se registran todos los datos asociados a dicha técnica. Por ejemplo: criterios, datos de radioterapia, días y observaciones. Además, en función de los días de administración y dosis, el sistema calcula automáticamente el total de fracciones y fecha estimada de fin.

¿Serviría para SIPOME?

En el INOT se realizan este tipo de tratamientos por lo tanto, la funcionalidad tendría sentido en el SIPOME.

Antecedentes

Esta funcionalidad permite identificar si el paciente o alguno de sus familiares cuentan con ciertas características previamente definidas. Al comienzo se divisa un resumen de antecedentes con aquellos antecedentes identificados hasta el momento y sus especificaciones. Luego se muestra una parte de modificación. Donde, para cada opción el médico puede seleccionar entre “Tiene” y “No tiene”.

En caso de ser positivo se despliegan paneles independientes para cada opción con información que es relevante especificar según el caso. Resultan de gran ayuda ya que apoyan al médico y evitan que este olvide preguntar cierta información crucial.

¿Serviría para SIPOME?

La funcionalidad se podría replicar en el nuevo sistema agregando algunos antecedentes específicos de la patología estudiada que se quieren registrar, como por ejemplo: Síndrome de Maffucci, enfermedad de Pagets, entre otros. Principalmente para ser utilizados luego al momento de obtener estadísticas sobre los datos.

Examen físico

Permite registrar los datos generales del examen físico que se realiza en la consulta. Estos son: peso, talla, IMC (auto-calculado), estado general, performance status y resumen del examen físico.

¿Serviría para SIPOME?

Se tendría que realizar una ampliación sobre esta funcionalidad para poder registrar datos específicos sobre la patología oncológica músculo esquelética, como por ejemplo el dolor de los pacientes, si tienen imposibilidad de marcha, detalles sobre las cicatrices post cirugías, entre otros.

Impresión de consultas

Una vez finalizada la consulta esta funcionalidad permite la impresión de la hoja de consulta con todos sus datos. Generalmente es utilizada por el personal de registros médicos para adjuntar a la historia del paciente.

¿Serviría para SIPOME?

Se podría reutilizar la funcionalidad

Ingresar Documentos

Esta funcionalidad permite ingresar documentos relevantes escaneados que aún no haya sido digitalizados y por lo tanto no se encuentran en la HCE. Para el ingreso de un nuevo documento se cuenta con los siguientes campos: Tipo de estudio, Tipo de registro, Documento PDF, Fecha del documento, Título (opcional), Comentarios (opcional)

¿Serviría para SIPOME?

Se podría reutilizar la funcionalidad.

Funcionalidades de módulos específicos según el tipo de cáncer

Para algunos tipos de cáncer específicos, se brindan funcionalidades para poder registrar más detalle de los mismos. En una primera instancia, los módulos a integrar en HCEO serán los de los cánceres con mayor incidencia y mortalidad en el país, como lo son el cáncer de mama, colon, recto y pulmón.

Conclusión del análisis

Si bien la HCEO tiene la mayoría de las funcionalidades que se relevaron para SIPOME algunas de ellas deberían ser modificadas significativamente para adaptarse a nuestras necesidades. Para hacer esto no bastaba sólo con desarrollar un nuevo módulo y adjuntarlo con la aplicación ya existente, sino que se debía cambiar elementos fundamentales como por ejemplo algunos de los elementos del modelo de datos que significarían una reingeniería de la HCEO en sí.

Debido a esto se decidió que SIPOME no es una extensión de la HCEO sino una aplicación independiente que se nutre de la información en caso de ser necesario de la HCEO de la misma manera que hace del resto de la HCEN. Esto nos da una mayor independencia a la hora de definir nuestro modelo de datos, es decir los elementos que lo conforman y la forma en las que estos se relacionan. Lo único que se pierde es la conexión ya existente con la HCEN. Si bien luego de finalizar la consulta nos veríamos beneficiados ya que la HCEO cuenta con la comunicación con la HCEN y genera el CDA mínimo con su correspondiente XDS para ser almacenado, consideramos que a futuro es más enriquecedor que SIPOME tenga control sobre los CDA que produce.

Asimismo, un gran problema que se encontró al analizar la HCEO con los médicos especializados del INOT es que la forma en la que está diseñada la aplicación resulta tediosa de completar para las prácticas que implementa hoy en día el INOT. Por lo tanto, crea el temor de que los médicos no se apeguen a la metodología planteada en la HCEO y por lo tanto se pierdan de registrar datos importantes. Por eso se optó por realizar un desarrollo más a medida de las necesidades de la institución.

5.2. Arquitectura

La arquitectura planteada sigue el esquema de desarrollo en capas, la principal ventaja de este tipo de programación es que las distintas lógicas se separan y tienen una estructura bien definida. Las principales capas que suelen conformar esta arquitectura son:

- Capa de presentación: Es la que ve el usuario, le comunica la información y captura la información del usuario. Debe tener la característica de ser “amigable” (entendible y fácil de usar) para el usuario. Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio.
- Capa de negocio: Es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Se denomina así porque es aquí donde se establecen todas las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para solicitar al gestor de base de datos almacenar o recuperar datos de él.
- Capa de datos: Es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

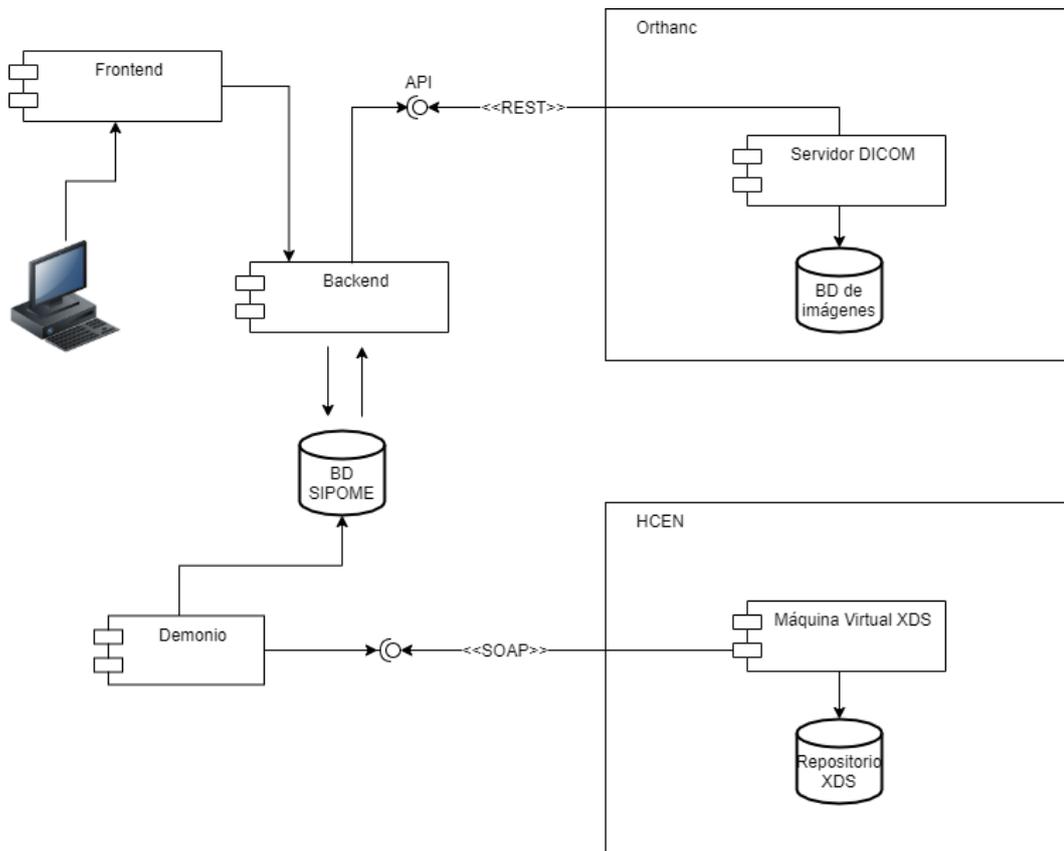


Figura 5.2: Diagrama de arquitectura de SIPOME

La arquitectura de SIPOME es en esencia de la forma cliente/servidor. En la capa de presentación tiene una aplicación web (FRONTEND) que funciona como interfaz para interactuar y presentar la información solicitada al usuario a través de su navegador web. Se comunica con el BACKEND mediante servicios REST para solicitar información o la ejecución de determinadas acciones. En la capa de lógica se encuentra el servidor (BACKEND) junto con un DEMONIO. En estos componentes se define la lógica de negocio y se interactúa con la capa de datos para almacenar y recuperar información. También en esta capa se maneja la interacción con sistemas externos. Estos son Orthanc y HCEN a través de mensajes REST y Simple Object Access Protocol (SOAP) respectivamente. En la capa de datos se encuentra una base de datos relacional que almacena todos los datos de la aplicación, así como la trazabilidad y otros datos de control.

En el diagrama de arquitectura se muestra un DEMONIO que se comunica con la base de datos y la HCEN. Es el encargado de verificar qué documentos clínicos no han sido registrados en el XDS local. Luego se encarga de generar el CDA con los datos necesarios y enviar la información mediante servicios

SOAP al XDS local para guardar la metadata y posteriormente publicarla en la HCEN.

Otro aspecto importante de la arquitectura es la herramienta Orthanc. Como se ve en la imagen 5.2 esta se conecta con el BACKEND mediante servicios REST. El servidor maneja el estándar DICOM para la transmisión de imágenes médicas. La base de datos que implementa el sistema de archivado de imágenes es PACS.

Señales

Con la intención de que SIPOME sea fácilmente extensible se implementaron señales que son emitidas frente a determinados eventos. Señales se denomina en este contexto a mensajes que se disparan dentro del sistema frente a determinados eventos. Cualquier módulo (incluso módulos futuros) pueden escuchar estos mensajes para enterarse de estos eventos y poder efectuar una acción si corresponde. Estas señales además llevan consigo un conjunto de parámetros que ayuda a determinar el tipo de evento, quien lo provocó y en que momento se efectuó. Se emiten eventos en todas las acciones que provoquen cambios sobre los modelos de registro médico, usuario y paciente. También se emiten en intentos de login (fallido y exitoso) y logout. Para cada señal se define el tipo de señal y los parámetros que se incluirán en la misma. En SIPOME se definieron dos tipos de señales: señales de modelo y señales de acciones. Las señales de modelo son las que se emiten frente a cambios en los modelos que se mencionaron anteriormente. Las señales de acciones se emiten solo frente a determinados eventos. Las de login y logout son de este tipo. Para poder “escuchar” estas señales simplemente es necesario que un módulo se registre al tipo de señal correspondiente. Si alguien deseara agregar un módulo nuevo podría registrar una función para que escuche un evento y la función será invocada cada vez que se emita una señal a la vez que recibe los parámetros correspondientes. Esto permite agregar fácilmente algunas funcionalidades sin necesidad de conocer el funcionamiento interno del resto del proyecto.

5.3. Modelo de dominio

En la figura 5.3 se muestra el modelo de dominio de SIPOME comprimiendo las entidades (sin mostrar los atributos) para mayor legibilidad, el modelo de dominio completo se encuentra en el anexo 2.1.

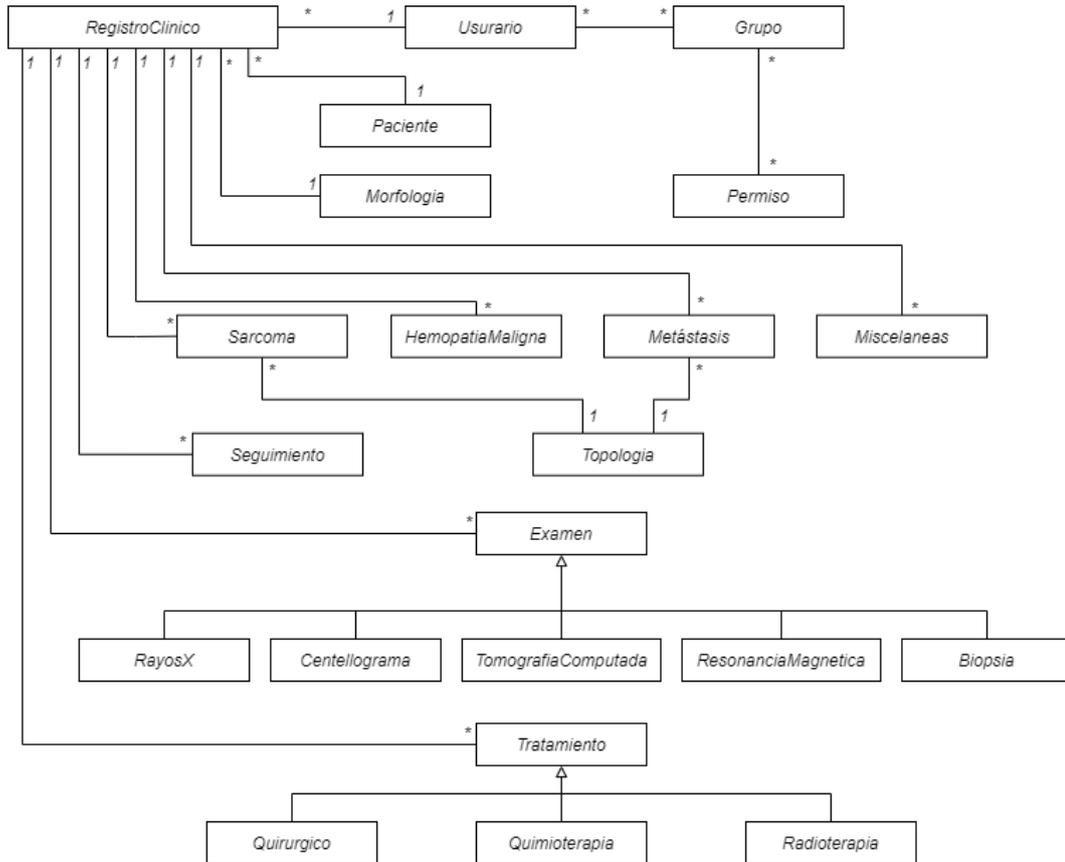


Figura 5.3: Modelo de dominio de SIPOME

Como se observa en la figura 5.3 y tomando en cuenta los requerimientos, el sistema de roles que maneja el SIPOME es modelado de la siguiente manera, cada usuario puede tener relación con ningún, uno o más grupos. Estos a su vez tienen asignados un conjunto de permisos que son los que habilitan a realizar las diferentes acciones dentro del sistema. Al ser modelado de esta manera, brinda la posibilidad de que si en un futuro se quisieran definir otros grupos de usuario no presentaría una mayor complejidad.

Además de usuarios y considerando que el objetivo principal de SIPOME es el registro de la información de los pacientes y sus consultas médicas, se puede apreciar en la imagen 5.3 tres entidades importantes: paciente, registro clínico y usuario.

Se decidió modelar la consulta que se genera por el registro de los datos médicos en la reiteradas citas que tiene el paciente como la entidad “registro médico”. Por lo tanto, se define el registro clínico como la entidad que abarca todo lo relacionado con la información clínica del paciente. Cada registro contiene información de las consultas que tiene el paciente con el médico. Los datos incluyen la descripción principal de la consulta, el médico, el paciente, si tiene diagnóstico previo, si fue derivado y por quién, etc.

Cada consulta solo puede tener un paciente y un médico. Un paciente puede tener varias consultas, al igual que el médico que puede participar de varias consultas. También se incluyen: los antecedentes, la queja principal, síntomas que presenta el paciente, datos del examen físico que realiza el médico, datos de ateneo y diagnóstico.

En particular el atributo *diagnostico* es completado con el código de morfología de la CIE-O que corresponda al diagnóstico. En la figura 5.4 se muestran todos los atributos del registro clínico. Se aclara que el diagrama no es estrictamente UML ya que todos los atributos pertenecen a la misma entidad, pero se decidió agruparlos por concepto para facilitar su lectura.

Otro detalle relevante es que no se permitirá el borrado físico de estas entidades, se permite en cambio el borrado lógico. Esto permite asegurar la integridad de los datos evitando borrados accidentales y a la vez excluir estos datos al momento de análisis estadístico. Esto se indica con el atributo *activo* del registro médico. Si está en falso se considera el registro borrado, se puede deshacer la acción de borrado cambiando el valor del atributo a verdadero.

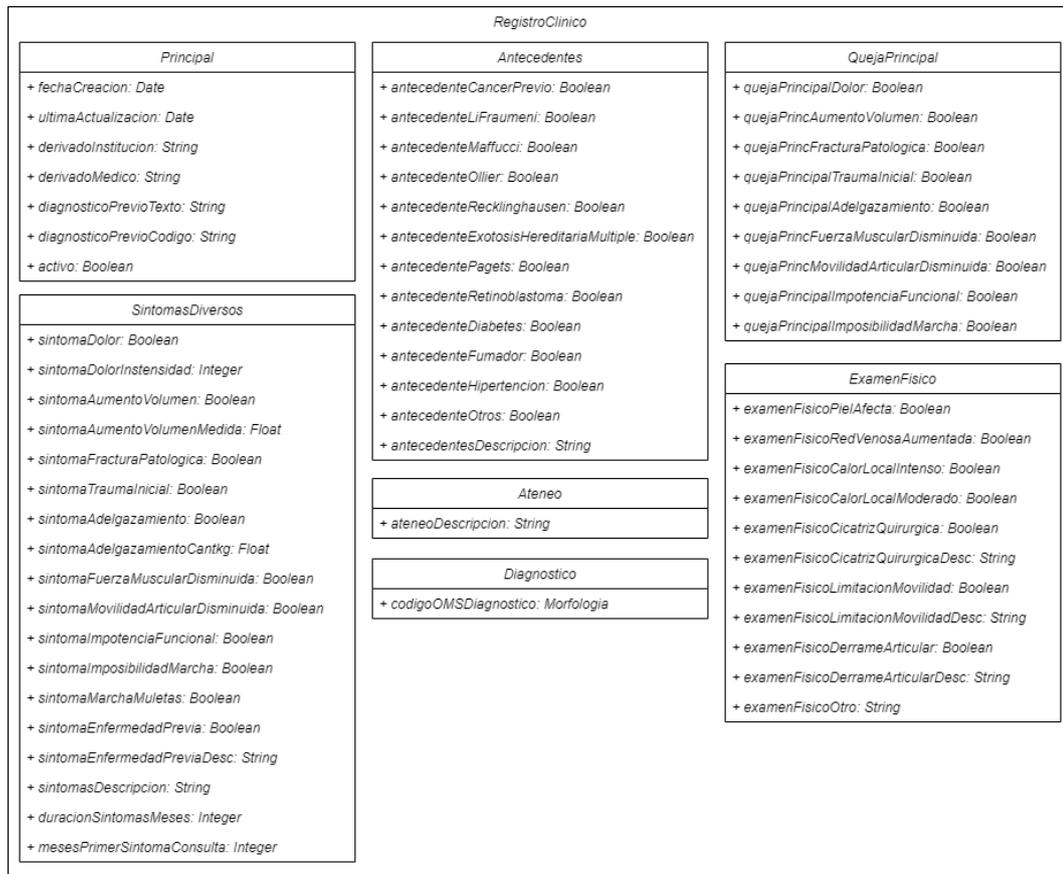


Figura 5.4: Atributos de Registro clínico agrupados por concepto

En diagnóstico se extiende la información para los tumores de tipo SARCOMA, HEMOPATÍA MALIGNA, METÁSTASIS y para otras patologías que no son oncológicas unificadas bajo el término Misceláneas. Para cada uno de estos diagnósticos hay información específica y relevante en relación al tipo de tumor. En la figura 5.5 se muestran las entidades que se corresponden con los tipos de diagnósticos. En los casos de SARCOMA y METÁSTASIS se especifica la ubicación del tumor. Locación tiene el atributo *codigo* que se corresponde con el código de localización anatómica de la clasificación CIE-O. Como esta descripción no es lo suficiente precisa se agrega un campo *especificacionLocalizacion* para que el médico pueda agregar la información que le parezca pertinente.

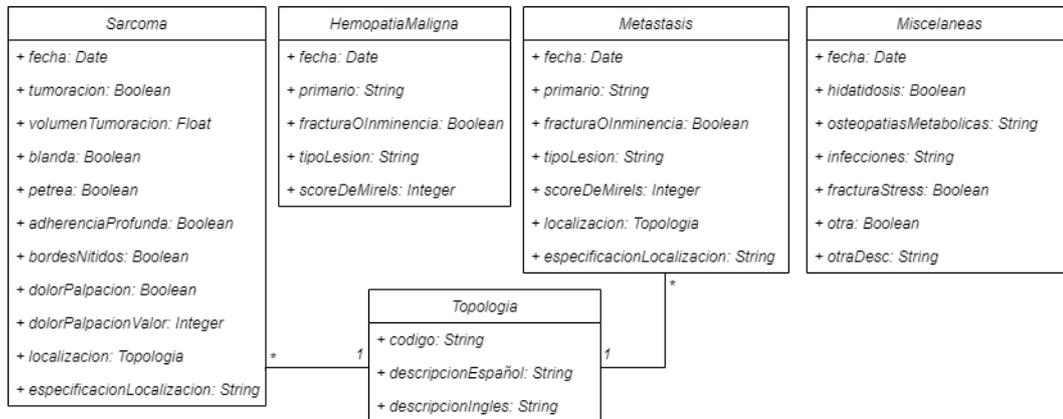


Figura 5.5: Entidades de diagnóstico

Cada consulta puede contener varios seguimientos, distintos tipos de exámenes y tratamientos. Los exámenes posibles son: rayos x, centellograma, tomografía computada, biopsia y resonancia magnética. Como se muestra en el diagrama de dominio en la figura 5.6, los exámenes comparten un conjunto de atributos que está presente en todas las instancias, como las fechas del examen y los atributos de una imagen DICOM. A cada examen se le puede asociar una imagen DICOM, esto se explica más en detalle en el capítulo 6. Cada tipo de examen tiene atributos específicos que son pertinentes para los médicos. La mayoría es información que obtiene el médico de la imagen DICOM. En el caso de los tratamientos se permite el ingreso de los tipos: quirúrgico, quimioterapia, radioterapia y otros. Al igual que en el caso anterior algunos atributos básicos los comparten todos los tratamientos como ser la *fecha* y la *descripcion*. Y otros son particulares de cada tipo. El caso particular de tipo *otro* solo consta de los atributos básicos donde el médico agrega toda la información en el campo *descripcion*. El diagrama de modelo de dominio de tratamientos se puede ver en la figura 5.7. El registro clínico además puede contener un conjunto de Seguimientos. Estos constan simplemente de una fecha y un campo de texto abierto donde el médico puede agregar y mantener las notas sobre el seguimiento del paciente.

Las entidades *Morfología* y *Topología* son diccionarios que contienen códigos de la CIE-O. *Topología* representa la localización anatómica y *Morfología* representa la histología.

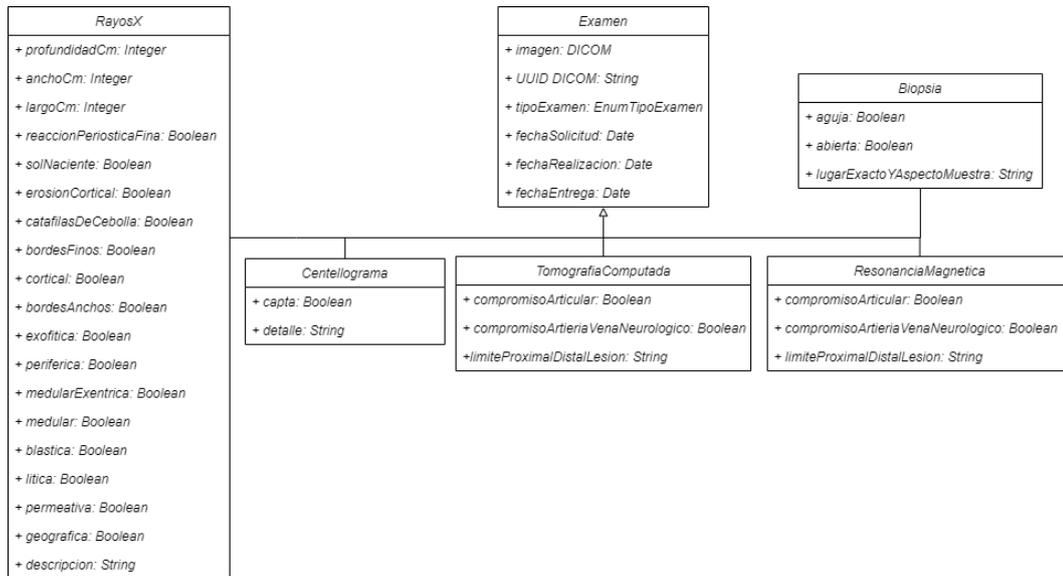


Figura 5.6: Modelo de dominio de Examen

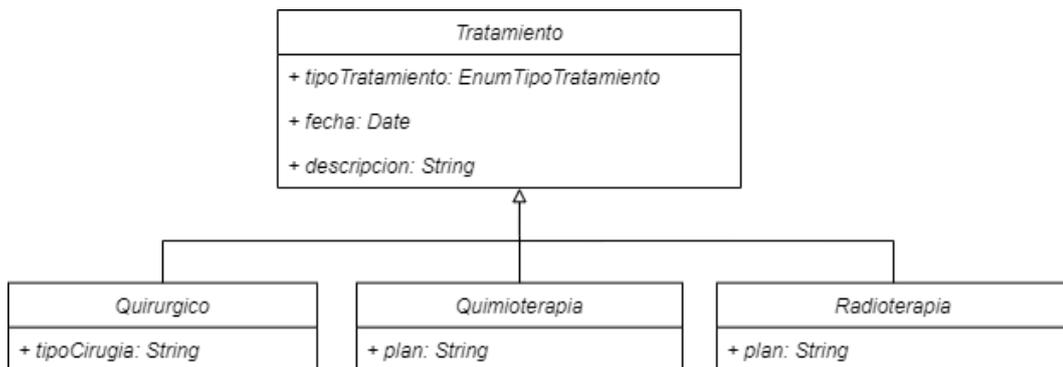


Figura 5.7: Modelo de dominio de Tratamiento

Como todo sistema que manipula registros clínicos es necesario implementar un sistema de trazabilidad para mantener un registro completo de los documentos, sus cambios, cuando y por quien fueron realizados[48]. Para lograr la trazabilidad en SIPOME se duplicaron las entidades de registro clínico. Esto incluye: la entidad de *RegistroClinico* las de diagnóstico, seguimiento, exámenes y tratamientos. Estas nuevas entidades a las cuales se le agregó el sufijo “Tr” por trazabilidad se desacoplaron de las entidades externas al registro médico. También se le agregaron los atributos para referenciar al registro original, el número de versión, el usuario que realizó los cambios y el momento en que fueron realizados. La trazabilidad es completa. Desde la creación del registro clínico hasta los últimos cambios realizados por los médicos quedarán registra-

dos completamente. Se puede ver el modelo de dominio de trazabilidad en la figura 5.8. Al igual que en el modelo de dominio de SIPOME, se resumen las entidades (no se muestran los atributos). El diagrama completo se encuentra en el anexo 2.2.

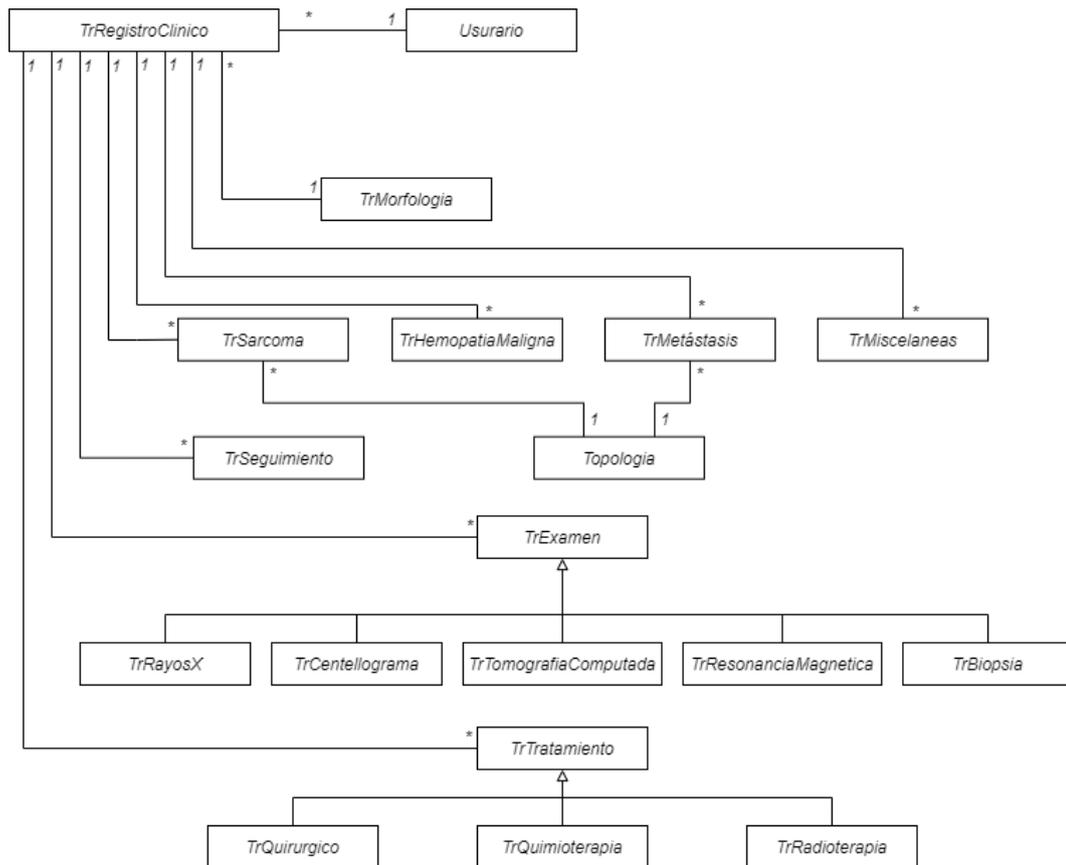


Figura 5.8: Modelo de dominio de entidades de trazabilidad

5.4. Casos de uso

Se expone a continuación los casos de uso *Guardar registro médico* y *Registro de CDA*. Consideramos que estos son los casos más relevantes de la aplicación por eso se ilustran en este capítulo y se describen detalladamente. El listado completo de los casos de uso con sus especificaciones se encuentra en el anexo 1.

Caso de uso: Guardar registro clínico

El diagrama de secuencia se muestra en la figura 5.9. Este caso de uso ocurre cada vez que el usuario desea salvar los cambios realizados sobre un registro clínico. Como se ve en el diagrama hay algunas acciones extras que se realizan al momento de guardar. Es de interés entender como funciona este caso de uso en conjunto con el siguiente caso, Registrar CDA 5.4.

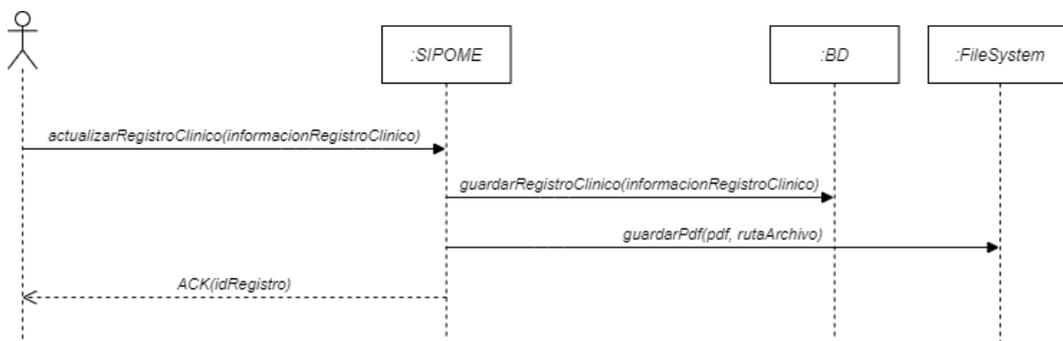


Figura 5.9: Diagrama de secuencia: Guardar un registro clínico en SIPOME

El usuario inicia el caso de uso luego de haber completado los datos del registro clínico y deseando salvar los cambios. Invoca la acción *actualizarRegistroClinico* a través de la interfaz web. A través de un mensaje REST se consume la API de registros clínicos para solicitar si ingreso o modificación. Se guarda en la base de datos de SIPOME el registro nuevo o modificado que se recibe en el mensaje REST. Se crea una copia del registro y se le agrega el identificador del registro clínico original, el número de versión, y el identificador de la persona responsable de la creación o modificación. Se persisten estos datos en las tablas de trazabilidad (*TrRegistroClinico*). De esta manera se crea un historial completo de todos los registros clínicos, almacenando todos los cambios y el usuario responsable. Todas estas acciones contra la base se tratan en su conjunto como una transacción atómica. Esto significa que si ocurre algún fallo, la base de datos volverá al estado anterior a la invocación de guardar. Se genera un pdf con la información de la consulta cada vez que el médico guarda la consulta y se almacena en una carpeta en un disco local o en un disco de red.

Caso de uso: Registro de CDA

En la figura 5.10 se muestra el diagrama de secuencia del registro del CDA y la metadata correspondiente al registro clínico en el XDS local y Registro Nacional de XDS.

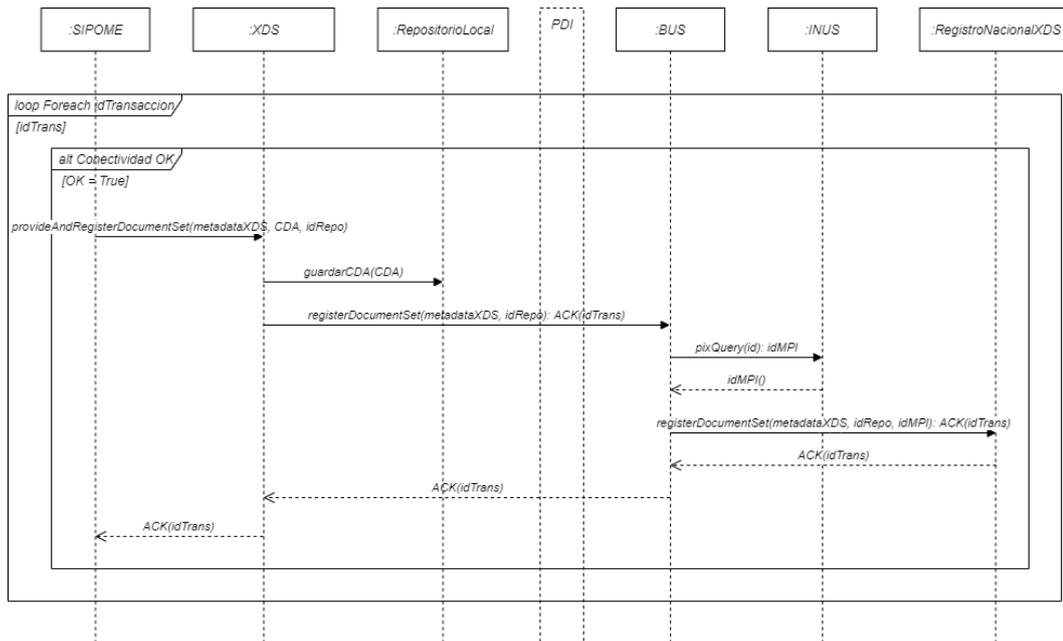


Figura 5.10: Diagrama de secuencia: Registro de CDA en XDS local

Primero se van a comentar los diferentes actores del diagrama que participan en este caso de uso:

- PDI: Es un nodo que se corresponde con los equipos virtuales asociados a la Plataforma de Interoperabilidad de AGESIC.
- BUS: Este nodo es el encargado de identificar el destino correcto de las llamadas y de redireccionarlas a quién corresponda. Es el puente entre la PDI y los servicios brindados por la Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional (PHCEN).
- INUS: El componente INUS es el encargado de la gestión de los pacientes, en lo que refiere a su identificación en HCEN y el resto de las instituciones médicas. Asimismo, tendrá los datos patronímicos de cada paciente.
- Registro Nacional de XDS: Es el índice de los documentos clínicos electrónicos generados y almacenados en los distintos actores integrados a la Plataforma de Historia Clínica Electrónica Nacional (PHCEN).

Este registro permite conocer en qué actor se encuentra cada documento clínico que conforma la historia clínica de una persona.

El inicio de este caso de uso se da por un DEMONIO que busca periódicamente registros clínicos nuevos o modificados para registrar su CDA correspondiente, esto lo hace consultando el registro local de CDAs. Este proceso no está sincronizado con el guardado de registro clínico en SIPOME, el caso expuesto anteriormente, por eso se presenta en un caso de uso a parte.

El DEMONIO identifica un registro clínico sin registrar, luego obtiene el pdf que le corresponde del repositorio local de pdfs. Con este archivo construye el CDA de nivel 1 que se mandará a registrar. Como se explicó en la sección 3.2 el XDS expone servicios SOAP para consumir desde el sistema SIPOME. En este caso para registrar un nuevo documento es necesario consumir el servicio *ProvideAndRegisterDocumentSet*. Para esto es necesario generar un mensaje SOAP de tipo request que contiene la metadata del documento y el contenido del CDA. Este servicio lo que hace es guardar el CDA en el repositorio local y la metadata del documento en el XDS local, que está del lado de la institución. Luego el XDS intentará propagar la información de la metadata del documento hacia al Registro Nacional de XDS. Lo primero que debe hacer es una transacción *registerDocumentSet* hacia el BUS, el BUS hace la llamada al INUS para obtener el identificador nacional del paciente. En caso de que el paciente no se encuentre registrado en el INUS se solicitará como obligatorio en la metadata del XDS el dato *SourcePatientInfo* y se intentará dar de alta el paciente en el INUS. El INUS devolverá el índice del paciente, el cual se usará para guardar el documento en el Registro Nacional de XDS.

5.5. Lenguajes y tecnologías utilizadas

PYTHON + DJANGO

Para la implementación del BACKEND se analizaron fundamentalmente dos tecnologías, PYTHON y Java. Estas se eligieron porque eran las mas dominadas por el equipo de desarrollo, se ajustaban a las necesidades del proyecto y son utilizadas en el mercado para este tipo de sistemas.

DJANGO es un PYTHON Web framework de alto nivel que fomenta el desarrollo rápido y el diseño limpio y pragmático. Spring es un framework para

el desarrollo de aplicaciones y contenedor de inversión de control, de código abierto para la plataforma Java.

A continuación se muestra un cuadro mostrando las fortalezas y debilidades de las dos tecnologías:

Tabla 5.1: Django vs Spring

Lenguaje	Fortalezas	Debilidades
PYTHON/DJANGO	<ul style="list-style-type: none"> ● Lenguaje flexible, multi-paradigma. ● Enfocado principalmente a la facilidad de uso y la productividad. ● Permite escribir código conciso y explícito, por lo que el tiempo de desarrollo tiende a ser menor. ● Fuerte comunidad y una amplia gama de librerías. ● Catalogado en las posición 3 de TIOBE Index de Abril 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lenguaje interpretado y de tipado dinámico, por lo que la velocidad de ejecución no es su punto fuerte.
Java/Spring	<ul style="list-style-type: none"> ● Modular y liviano, multi-lenguaje. ● Las dependencias de la aplicación son satisfechas por el propio framework en tiempo de ejecución. ● Permiten enfocarse en la lógica de negocios. ● Catalogado en las posición 1 de TIOBE Index de Abril 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lenguaje interpretado por lo que la velocidad de ejecución no es su punto fuerte. ● Comunidad más reducida que la de DJANGO, aunque aun importante.

El la información del catálogo TIOBE se obtuvo del sitio web www.tiobe.com/tiobe-index/.

Comparándolas entre si, PYTHON es es más rápido y ligero que Java y por lo tanto reiniciar un servidor localmente toma menor tiempo. Por otra parte DJANGO cuenta con un administrador que permita acceder y manipular la base de datos de manera sencilla. Finalmente, DJANGO es utilizado en mas de

95.000 sitios web mientras que Spring es usado en 2.800 [49]. Debido a todo lo anteriormente mencionado y que DJANGO es una tecnología que muestra un crecimiento de adopción mayor a Spring es que se decidió utilizar dicha tecnología.

Durante la implementación se utilizó PyCharm, un entorno de desarrollo integrado específicamente para el lenguaje PYTHON. Éste proporciona un analizador de código, un depurador gráfico, una unidad de test integrada, integración con sistemas de control de versiones y admite el desarrollo web con DJANGO.

REACT

Para el desarrollo del FRONTEND se consideraron dos tecnologías, REACT.js y Angular. Se descartó la idea de utilizar únicamente HTML + javascript porque era un desarrollo extenso y se prefirió usar alguna herramienta para garantizar un desarrollo más ordenado y de menor extensión en cuanto a código. Esto beneficia el desarrollo, la mantenibilidad y facilita la lectura del código.

Tabla 5.2: Tabla comparativa entre Angular y React

Tecnología	Angular	REACT.js
Tipo	Framework completamente desarrollado: ofrece una fuerte opinión sobre cómo debe estructurarse la aplicación y tiene muchas bibliotecas pequeñas integradas que lo ayudan a crear aplicaciones complejas.	Es una biblioteca que necesita de otras para lograr la funcionalidad de un framework, pero brinda más libertad de la forma en que se organiza el código.
Data binding	Data binding bidireccional, lo que significa que si cambiamos la entrada en la interfaz de usuario, cambiará el estado del modelo y viceversa.	Data binding unidireccional, lo que significa que un elemento de la interfaz de usuario no puede cambiar el estado de un componente.

Lenguaje	TypeScript: superconjunto de JavaScript y lenguaje estáticamente escrito.	JavaScript XML (JSX): se puede escribir en TypeScript, aunque no se incluye de forma nativa.
Estrellas en GitHub	40.963	111.927
Contribullentes en GitHub	732	1.242
Reportes de errores en GitHub	2.162	287
Conocimiento del equipo de desarrollo	Ninguno	Poco

El hecho de que la curva de aprendizaje de Angular es más empinada impacta directamente esta evaluación ya que ninguno de los integrantes del equipo tienen un vasto dominio en estas tecnologías. Ya que al utilizar TypeScript los componentes, módulos y sintaxis que usa tienen un aspecto bastante diferente de la sintaxis de JavaScript a la que el equipo está acostumbrado. Aunque Angular es típicamente un marco rápido, también tiene un gran tamaño. Esto ayuda a Angular a tener un rendimiento más rápido que REACT.js cuando se usa con aplicaciones grandes, mientras que REACT.js brilla en aplicaciones más pequeñas[50]. Si bien ambas comunidades son vastas una es un poco mayor que la otra. Debido a todo lo mencionado se decidió utilizar la librería REACT.js.

POSTGRESQL

Para la base de datos se utilizó POSTGRESQL, ya que es independiente del lenguaje de programación que se utilice y también está disponible para casi cualquier sistema operativo, esto lo hace un sistema de base de datos muy potente. Es fácil de usar y tiene una amplia comunidad que lo respalda, por lo que se encuentran respuestas a dudas con facilidad. Además es gratis, open source y ya se contaba con experiencia trabajado con esta herramienta por lo que el equipo se siente cómodo usando este motor de base de datos.

GIT

Se utilizó GIT como repositorio del proyecto, éste es un software que permite que varios desarrolladores trabajen al mismo tiempo y en paralelo en un proyecto con un acceso compartido. Así como también identificar qué usuario y cuándo ha realizado cada modificación. Además, cada desarrollador cuenta con una copia local de todo el proyecto y de los cambios generados. Esta tecnología permite comparar, fusionar o restaurar versiones de una aplicación y contar con una copia del código fuente para volver atrás ante imprevistos. Otra de las ventajas es que es software libre, open source y es multiplataforma por lo que se puede utilizar en todos los sistemas operativos.

Capítulo 6

Implementación

6.1. SIPOME - Servidor

Servicios REST

Para lograr una interconexión entre el servidor y la aplicación web se usaron servicios de tipo REST, también denominados API REST. Para esto se usó la tecnología DJANGO Rest Framework. Este framework permite desarrollar servicios REST con relativa facilidad, requiere poca codificación evitando lo que se llama código boiler-plate (código repetitivo) y ofrece un marco flexible y a la vez robusto para desarrollar nuestras aplicaciones. Entre las principales características se distinguen: que es fácil crear una API REST a partir de modelos definidos en DJANGO enfocados sobre las acciones de Alta, Baja y Modificación (ABM), que cubre la mayoría de nuestros casos; ofrece por defecto métodos de autenticación y autorización fácilmente configurables; y ofrece herramientas que facilitan las pruebas de estas APIs. Las principales APIs que se implementaron son las siguientes:

- Login
- Logout
- ABM Usuario
- ABM Paciente
- ABM Consulta
- Obtener datos estadísticos

Cada uno de estos servicios se relaciona con los principales casos de uso. Login,

Logout para el manejo de autenticación de usuario y administración sesiones. ABM de usuario, paciente y consulta se emparejan con los casos correspondientes de consulta y edición de cada entidad. La API Obtener datos estadísticos se utiliza en el caso de uso de estadística. Otras APIs auxiliares se implementaron para obtener listados de códigos o valores que se despliegan luego en los formularios, como también para descargas de archivos y envíos de mails.

Roles

Para el manejo de roles se usó un mecanismo que trae incorporado DJANGO. DJANGO genera un conjunto de permisos para cada modelo en base a las acciones que se pueden realizar (alta, baja, modificación, consulta) y permite agrupar a los permisos en grupos. Estos grupos son los que se asignan a los usuarios, que según el o los grupos que tengan asociados, y por el ende los permisos que tengan, se decidirá si se autoriza al usuario realizar determinada acción. Teniendo esto en cuenta se definieron los siguientes grupos:

- Estudiante: solo puede ver datos de paciente, registros médicos y datos estadísticos
- Médico: puede editar datos de pacientes y registros médicos y ver datos estadísticos
- Administrador: puede administrar datos de usuarios (ej: asignar roles)

Cada rol se puede asignar a un usuario y un usuario puede tener más de un rol, acumulando así los permisos que estos contienen. Además cada usuario puede editar sus propios datos sin necesidad de tener el rol de administrador. El control de permisos se realiza en el BACKEND al momento de invocar una API. Se chequea que el usuario tenga los permisos necesarios para poder realizar la acción solicitada. En base a esto se determina si la solicitud se aceptada o es rechazada.

Seguridad

DJANGO cuenta con protección contra ataques Cross-site scripting (XSS), que consisten en que el atacante inyecte scripts maliciosos en el cliente por medio del sitio web, lo que genera que se ejecuten dichos scripts en el navegador del cliente. Esto generalmente sucede cuando se almacenan scripts maliciosos

en la base de datos que pueden ser vistos por otros usuarios. También tiene protección contra ataques del tipo Cross Site Request Forgery (CSRF) que consiste en realizar ciertas acciones utilizando las credenciales de otro usuario sin su permiso. Otras funcionalidades relacionadas a la seguridad son protección contra la ejecución de código Structured Query Language (SQL) (que como su nombre describe permite que el atacante ejecute código SQL, pudiendo modificar la información de la base de datos), protección contra “CLICKJACKING”, que consiste en desplegar un sitio web legítimo, pero capturar las credenciales del usuario, el uso de Secure Hypertext Transfer Protocol (HTTPS) para mantener una comunicación encriptada entre el Cliente y el Servidor, validación del “Header” para que usuarios no autorizados no puedan acceder a ciertas funcionalidades simplemente modificando la URL, y muchas otras funcionalidades.

Además el proyecto SIPOME gestiona la autenticación de usuario con el estándar JSON Web Token (JWT), autenticación basada en token. Esto permite asignarle al usuario un token generado aleatoriamente para identificar su sesión. Posteriormente cada solicitud que se haga al servidor deberá agregar el token para identificar correctamente al usuario, de lo contrario se negará la solicitud.

Validación BACKEND

Para cada modelo se definió un *serializer* (serializador), clase que sirve para transformar un objeto PYTHON en JavaScript Object Notation (JSON) y viceversa. Estos *serializer* están fuertemente acoplados con las APIs definidas con DJANGO Rest Framework. Por esto son el lugar más conveniente para definir validaciones sobre los datos que entran a la API y generar los mensajes correspondientes para advertir al usuario cuáles fueron los errores de validación que se encontraron. Cada modelo puede tener más de un *serializer*, pudiendo usar distintos validadores para distintos tipos de acción. Por ejemplo, pueden ser distintas las validaciones al momento de crear un objeto que al actualizarlo.

Generador de CDA

Para el manejo y generación de archivos XML se utilizó *lxml*, una librería que permite la manipulación de archivos XML con código PYTHON. Esto facilita la construcción de estos archivos. También se utilizó *zeep*, una librería que permite el consumo de servicios web SOAP en PYTHON. Utilizando el wsdl publicado se puede generar un cliente que puede consumir los servicios definidos en el archivo. Uno de los principales servicios que publica el XDS local es el que permite registrar los nuevos documentos creados por el SIPOME, *Provide and Register Document Set*.

Registro de documento en XDS

Para registrar el CDA generado en SIPOME es necesario consumir el servicio *adocumentrepository_services* publicado por el XDS local. En el mensaje SOAP que se envía para consumir este servicio es necesario agregar la metadata del XDS. A continuación se describen los atributos más relevantes y qué datos se agregan en cada uno.

- **oid_documento**: es un identificador único global utilizado para identificar el documento. Este identificador se obtiene concatenando los siguientes valores:
 - 2.16.858.2: es el prefijo que identifica todos los objetos de Uruguay.
 - id_estructura: es un número fijo para cada institución que asigna la UNAOID. El del INOT es 10005791.
 - 67430: OID de documento de historia clínica electrónica.
 - creation_time: es la fecha de creación del documento.
 - consecutivo_interno: es un ordinal incremental que identifica cada CDA generado en SIPOME.
 - id_documento: es el identificador interno de SIPOME del registro clínico.
- **service_start_time**: fecha y hora de inicio de la consulta.
- **service_stop_time**: fecha y hora de fin de la consulta.
- Hay datos relativos al paciente que se sacarán todos de los datos ingresados del paciente en la aplicación. Estos son:
 - Identificador del paciente en la institución

- Documento del paciente
 - Primer apellido
 - Primer nombre
 - Segundo nombre
 - Fecha de nacimiento
 - Sexo
- Hay datos relativos al autor del documento, que en este caso es el médico y también se sacarán de los datos ingresados en la aplicación. Estos son:
 - Institución a la cual pertenece el autor del documento. Se utilizó el valor “INOT” y se puede modificar en el archivo de configuración de SIPOME.
 - Documento
 - Apellido
 - Nombre
 - Otros nombres
 - RepositoryUniqueId: es un identificador único global del repositorio donde se almacena el documento. Se forma concatenando los siguientes valores:
 - 2.16.858.2: es el prefijo que identifica todos los objetos de Uruguay.
 - id_estructura: identificador de la institución.
 - 71867: OID de repositorio de documentos electrónicos.
 - 1: es un ordinal que enumera los repositorios.
 - ClassCode: especifica el tipo de documento a alto nivel. Es un valor que se toma de la tabla de codificación LOINC, para esto SALUD.UY brinda una ontología de documentos en donde en el eje 1 se especifican los códigos que corresponden a este atributo. Se utilizó el valor fijo: “hoja de consulta no urgente” cuyo identificador es 34108-1.
 - ConfidentialityCode: especifica el nivel de seguridad y privacidad asociado al documento. Se fijó el valor “Normal” para este campo.
 - FormatCode: define el formato técnico específico del documento que se está generando. Se utilizó el valor “PDF embedded in CDA per XDS-SD profile” fijo.
 - PracticeSettingCode: especifica la especialidad clínica realizada donde se generó el documento. Es un valor que se toma de la tabla de codificación

SNOMED-CT, para esto SALUD.UY brinda una ontología de documentos en donde en el eje 3 se especifican los códigos que corresponden a este atributo. Se fijó el valor “servicio de traumatología” cuyo identificador es 4101000179107.

- TypeCode: especifica el tipo preciso de documento generando. Es un valor que se toma de la tabla de codificación SNOMED-CT, para esto SALUD.UY brinda una ontología de documentos en donde en el eje 2 se especifican los códigos que corresponden a este atributo. Se utilizó el valor fijo “hoja de consulta no urgente centralizada – policlínica” cuyo identificador es 6821000179104.
- oid.institucion: es un identificador único global para cada institución que lo dá la UNAOID. El identificador del INOT es 2.16.858.0.0.2.1.1.5980102024126002068. Se puede modificar en el archivo de configuración de SIPOME

Construcción del CDA

Para construir el CDA se genera un XML al que se le agrega el pdf con los datos de la consulta codificado en base64. Se implementan solo CDAs de nivel 1, con datos no estructurados. Todos los atributos definidos para la metadata del XDS coinciden con los que se usan en la construcción del CDA.

Configuración

Varios datos que necesita el sistema son parametrizables, por esto es que en lugar de dejarlos “fijos” en el código optamos por agregar un archivo de configuración *sipome/config.py* donde se definan estas variables. Por defecto están configurados con valores para ser usado por el INOT. Pero pueden ser modificados para ser usado por otra institución, como por ejemplo en el Pereira Rossell. También tiene algunas variables pertinentes al momento de configurar una instalación como la ip del servicio XDS y la ruta donde generará el repositorio de pdfs.

```

1  # Las configuraciones que se definan en este archivo deben tener su nombre de variable en mayúscula
2
3  SIGNAL_LOG_CONSOLE = False
4
5  PDF_LOCAL_REPOSITORY = "/sipome"
6
7  HCEN_SERVICE_IP = "192.168.56.101"
8
9  # id estructura:
10 ID_ESTRUCTURA = "10005791"
11
12 # nombre de la institución
13 REPRESENTED_ORG = "INOT"
14
15 # oid institución:
16 OID_INSTITUCION = "2.16.858.0.0.2.1.1.5980102024126002068"
17
18 # Institución que custodia el CDA:
19 REPRESENTED_CUSTODIAN_ORG = "INOT"

```

Figura 6.1: Documento de configuración del SIPOME

Se explican a continuación las variables de la imagen 6.1 en el documento de configuración:

- PDF_LOCAL_REPOSITORY: ruta al repositorio en el que se guardaran los PDF de las consultas que luego se envían dentro del CDA
- HCEN_SERVICE_IP: ip del servidor en el que se encuentra el XDS local
- ID_ESTRUCTURA: es un número fijo para cada institución que asigna la UNAOID que se envía en el XDS, forma parte del oid_documento.
- REPRESENTED_ORG: institución a la cual pertenece el autor del documento CDA
- OID_INSTITUCION: identificador único dado por la UNAOID para la institución que genera el XDS
- REPRESENTED_CUSTODIAN_ORG: institución encargada de conservar el CDA

Envío de correo electrónico

Se implementó el envío de correos para que los registros médicos puedan ser enviados al propio paciente si así lo desea, o tal vez para enviarlos a otro colega médico. Para esto se utilizó la librería *email* para la generación de los correos y la librería *smtplib* para el envío. Esta funcionalidad permite al médico agregar un texto que se incorporará al cuerpo del correo y agrega como archivo adjunto un pdf generado con todos los datos del registro médico. Durante el

desarrollo se utilizó un correo de *gmail* para probar esta funcionalidad pero se puede configurar cualquier servidor de correos agregando la configuración del mismo en el archivo de configuración del proyecto.

Trazabilidad

Como en todo sistema de registros de salud es imprescindible poder tener trazabilidad de todos los cambios que se realizan sobre los registros. Para lograr esto en SIPOME se crearon tablas similares a las que almacenan los datos de los registros médicos para acumular todas las versiones generadas y registrar el momento y el autor de las mismas. En este caso se asume que la identidad del usuario logueado es la que se corresponde con la persona que está modificando el documento. Al momento de guardar un registro médico siempre se genera una tupla nueva en estas tablas que se identifica con: el identificador único del registro y un número de versión. Este número va incrementando por cada versión nueva que se vaya generando. De la solicitud de modificación se identificará el usuario que solicita el cambio y junto con la fecha y hora del momento se agregarán como datos a esa nueva versión creada.

LOG

Se agregó un sistema de loggeo para registrar todas las acciones relevantes que se realizan mediante SIPOME. En el LOG se marcarán todas las acciones de cambios de datos de cualquier modelo, así como también todos los intentos de login y logout de cada usuario. Este permite tener un registro sencillo de qué acciones fueron hechas, por quien y en qué momento. Aportando así a la trazabilidad de los cambios, y permitiendo también así realizar auditorías sobre SIPOME. En particular se agregaron intentos de login fallidos que puede ayudar a detectar intentos de intrusión. Pudiendo ser una herramienta de monitoreo que permita mejorar la seguridad del sistema.

DEMONIO

Para la implementación del DEMONIO se definió un comando DJANGO. Esto permite que sea accesible desde el exterior de SIPOME y pueda ser invocado. En este caso particular para levantar o dar de baja el DEMONIO. Estos comandos ejecutan lógica que comparte el contexto del resto del proyecto, conexión

a la base de datos, definición de modelos, etc. Esto nos permite de una manera sencilla generar un DEMONIO que corre en paralelo al servidor de DJANGO, permitiéndonos tener lógica que se ejecuta periódicamente. Optamos por esta forma de implementación porque es relativamente sencilla y evita la incorporación de librerías que por lo general son mucho más complejas y requieren bastante configuración para lograr una funcionalidad similar.

La implementación es esencialmente un loop infinito que se repite cada una determinada cantidad de segundos. Por defecto se espera 10 minutos entre cada loop pero puede ser configurado a cualquier otro valor. En cada iteración el DEMONIO busca registros clínicos que aún no hayan sido registrados en el XDS local. Si encuentra alguno obtiene el pdf correspondiente del repositorio local de pdfs, genera el CDA con los datos del registro, paciente y médico, e intenta registrar el documento. Si es exitoso marca el registro médico como registrado y continúa con el siguiente registro pendiente si es que tiene. Cada intento de registro, sea exitoso o fallido, queda registrado en el LOG de SIPOME. En caso de error se agrega un mensaje que brinda información sobre el problema ocurrido.

Exportación a excel

La exportación a excel aplica solo para los datos de registro médicos y para los datos de estadística. Se implementó la función de exportación de registros médicos en una API que está vinculada con la de consulta de registros médicos. Esto permite reutilizar mucha de la funcionalidad que tiene la API de consulta, como son los filtros definidos en ella. De esta manera el usuario puede ver qué es lo que va a exportar antes de generar el archivo. Al momento de solicitar la exportación se pasarán como parámetros los valores ingresados en los filtros y se aplicarán estas condiciones al obtener el conjunto de registros para ser exportados. Esto permite al usuario solo exportar la información que necesita. Para el caso de la exportación de datos estadísticos fue necesario un método distinto ya que la implementación de las APIs varían en detalles significantes. En este caso no hay un modelo definido por detrás de la consulta, son valores calculados a partir de los datos del sistema, por lo que fue necesario crear el documento excel programáticamente rellenando los datos celda por celda.

Generación de pdf

En cada creación o modificación de un registro médico se genera un pdf que contiene todos los datos de la nueva versión. Este pdf es guardado en un repositorio local de pdfs. El repositorio es una carpeta en el propio disco duro del servidor, o algún disco en red que sea accesible. La ruta del repositorio es configurable en el archivo de configuración de SIPOME de la consulta, el número de versión y la fecha, por ejemplo: *8_1_28-03-2020.pdf*. Estos archivos constituyen el contenido de los CDAs que genera el sistema, ya que son de nivel 1 (datos no estructurados). El archivo pdf será el cuerpo de un CDA que será registrado en el repositorio XDS.

Se decidió crear este repositorio para que funcione como último recurso frente a algún fallo crítico en el sistema, la imposibilidad de poder ejecutarlo o problemas de índole similar. O en el caso que se desee acceder a los registros por fuera del sistema. De esta forma la información quedará disponible en un formato fácilmente accesible con cualquier tipo de lector de pdfs. Esto le da seguridad y transparencia al médico usuario de SIPOME y permite sustituir todo documento actual en papel o en Procesador de texto.

Internacionalización

Para el manejo de la internacionalización se decidió crear un archivo por cada idioma que se va a soportar. En cada archivo se define un diccionario en formato *json* que identifica cada literal que se agrega con una palabra clave y el valor referenciado es la palabra o frase en el idioma correspondiente. Al momento de programar se utilizan las palabras claves en lugar de los literales. Luego al momento de presentar el texto al usuario se usa la palabra clave junto con la opción del usuario de qué idioma mostrar para resolver el texto traducido. En SIPOME quedaron definidos dos de estos archivos *es.json* y *en.json* para los idiomas de español e inglés. También se tuvo en cuenta la traducción de los datos codificados, como son los códigos CIE-O. Estos códigos que están almacenados en la base de datos tienen una columna con la descripción del código por cada idioma soportado. Al igual que para el caso anterior se agregan columnas para las descripciones en español e inglés. Al momento de presentar los datos al usuario se toma en cuenta el idioma seleccionado y se muestra solo la descripción que corresponde.

Clasificación CIE-O

CIE-O es una extensión de la International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems aplicada al dominio específico de las enfermedades tumorales, y es la codificación estándar para el diagnóstico de neoplasias. Es un sistema de clasificación dual codificando tanto la localización anatómica (eje topográfico) como la histología (eje morfológico). Los códigos asociados a cada término permiten representar cada neoplasia por su localización y su morfología. Los dígitos adicionales permiten especificar su comportamiento biológico (benigno, incierto, maligno primario, maligno secundario, indeterminado) e incluso el grado de diferenciación y el fenotipo de las células de determinadas neoplasias.[51]

En SIPOME esta codificación esta almacenada en la base de datos. Esto implicaría que de agregarse nuevas codificaciones deberían añadirse a la tabla correspondiente. La morfología se utiliza en el diagnóstico y codifica la patología del paciente. Mientras que la localización anatómica se utiliza en los diagnósticos de SARCOMA y HEMOPATÍA MALIGNA para identificar sus ubicaciones.

Orthanc - servidor DICOM

Para poder manejar estudios en formato DICOM se utilizó el servidor Orthanc. Esta es una tecnología de terceros que no está incluida en SIPOME sino que es un servidor independiente con el cual interactúa. Se quiso hacer esta integración de la manera más transparente para el usuario de modo que no sea una interrupción el manejo de estas imágenes. Toda la comunicación con Orthanc se realiza desde el BACKEND sin que el usuario lo perciba logrando así una usabilidad mucho más amigable. Cada imagen DICOM que el usuario carga a los exámenes en SIPOME se envía al servidor Orthanc a través de un servicio REST. Este servicio agrega el documento al servidor Orthanc persistiéndolo en su base de datos PACS. Una vez almacenada la imagen Orthanc responde con un mensaje que contiene los atributos claves del examen: identificador de paciente, identificador de estudio e identificar de instancia. El BACKEND recibe estos datos y los agrega al examen que se está editando o creando, de este modo se puede vincular el examen directamente con la imagen DICOM cargada. A partir de este momento el usuario puede ver las imágenes DICOM a través de un link. El BACKEND genera el link al servidor web de

Orthanc usando los atributos previamente mencionados para abrir el estudio que corresponde. El link abre una nueva pestaña en el navegador del usuario y se conecta directamente con el servidor Orthanc.

6.2. SIPOME - Sitio web

El sitio web se implementó como una Single-Page Application (SPA) utilizando REACT JS. Esto permite tener un comportamiento de un sitio complejo pero con rápida capacidad de actualización ya que el cliente, el navegador web del usuario, es el que maneja gran parte de la generación del sitio. Para manejar el intercambio de información necesario con el servidor se utilizan llamadas ajax, que permiten comunicarse con los servicios REST de forma asincrónica. Con esta flexibilidad el navegador puede solicitar a demanda los datos que sean necesarios y solo recargar las partes del sitio que necesitan actualizarse, sin necesidad de recargar toda la página.

Validación FRONTEND

Para brindar una mejor usabilidad se agregó un sistema de validación en el FRONTEND basado en la herramienta YUP. Esta validación duplica la validación implementada en el proyecto DJANGO. Pero se agrega ya que permite reportar errores al usuario antes de intentar persistir cambios. Incluso mientras el propio usuario escribe en los campos. Esto no solo evita invocaciones innecesarias al servidor, sino que también permite asistir mejor al usuario reportando los errores inmediatamente. Se marcan con color rojo los campos con datos erróneos y se agregan mensajes que den información de cuál es el problema detectado. De esta manera el usuario rápidamente puede saber qué es lo que está mal y qué debe cambiar.

Capítulo 7

Manual de usuario

Una demostración utilizando datos realistas que se recabaron con el doctor Nicolás Casales se puede ver en: [Demostración SIPOME¹](#)

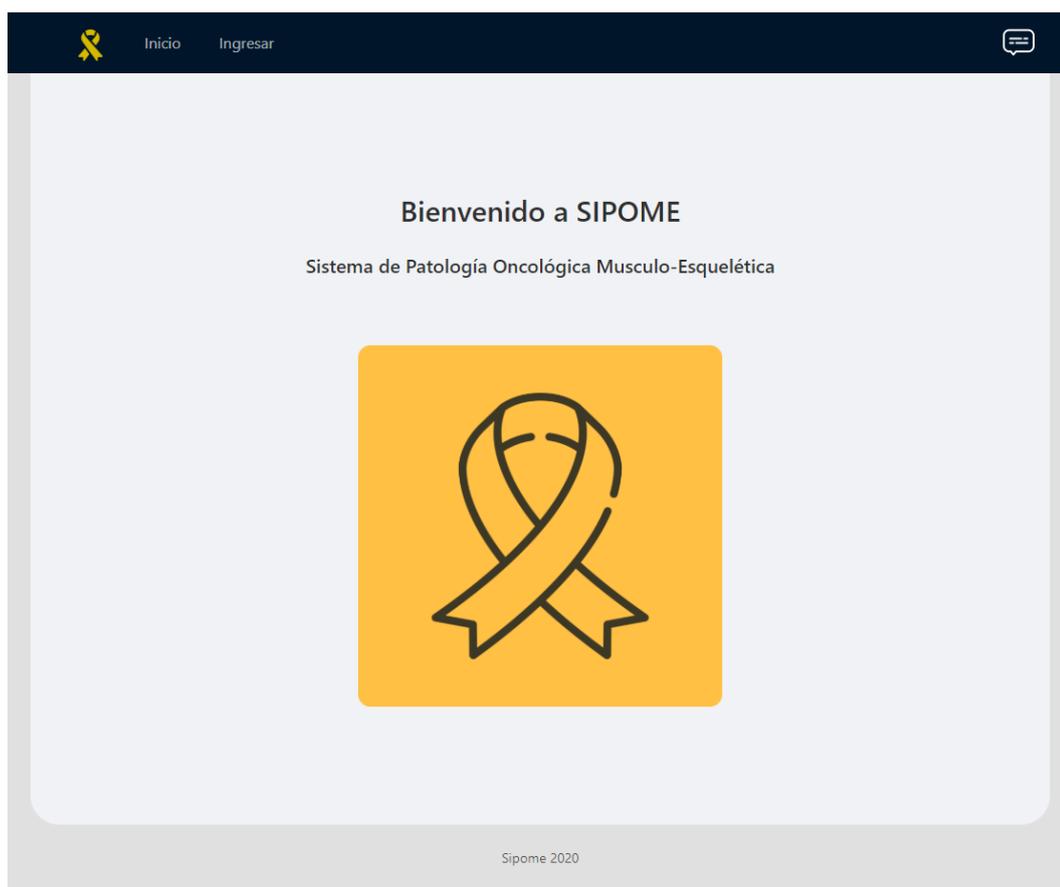
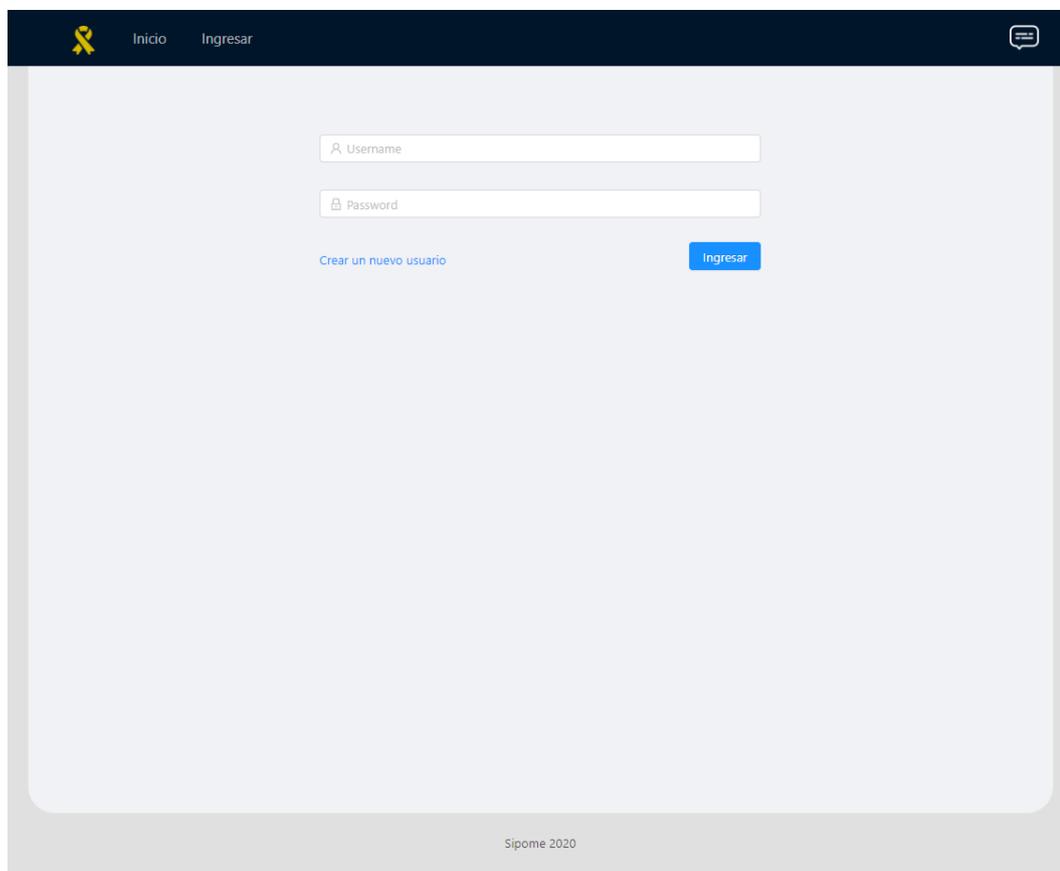


Figura 7.1: Inicio de la aplicación

¹<https://drive.google.com/file/d/1gB54A6YuV2TC7MJS-cpf8mU3SXf0aic/view?usp=sharing>

Ingreso al sistema

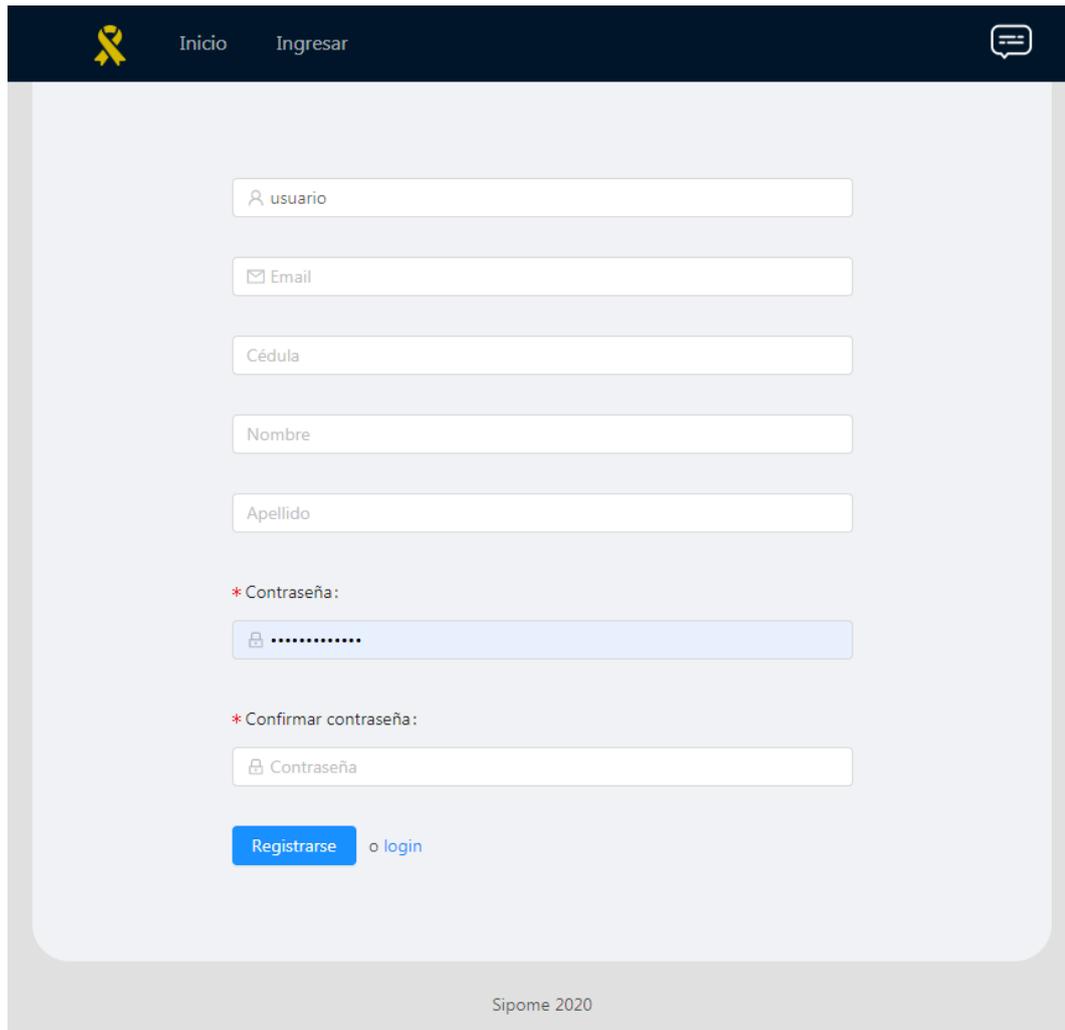


The image shows a web interface for logging into the SIPOME system. At the top, there is a dark blue navigation bar with a yellow ribbon icon on the left, the text "Inicio" and "Ingresar" in the center, and a speech bubble icon on the right. Below the navigation bar is a light gray login form. The form contains two input fields: "Username" with a magnifying glass icon and "Password" with a lock icon. Below these fields are two links: "Crear un nuevo usuario" in blue text and "Ingresar" in a blue button. At the bottom center of the page, the text "Sipome 2020" is visible.

Figura 7.2: Formulario para iniciar sesión

Para poder ingresar a SIPOME hay que seleccionar “Ingresar” en el menú superior. En la página que se despliega como se muestra en el figura 7.2 se solicita el nombre de usuario y su contraseña. Se deben ingresar las credenciales del usuario y dar clic en el botón “Ingresar”. Si el usuario o la contraseña es incorrecto el sistema mostrará un mensaje indicándolo.

Si se desea crear un nuevo usuario, se presiona la opción debajo del formulario de ingreso “Crear un nuevo usuario” y se pasa a la siguiente pantalla, figura 7.3, donde se deben llenar los campos solicitados y luego presionar “Registrarse”. Inicialmente cuando un usuario se registra no podrá acceder a ninguna vista hasta que el administrador le asigne los permisos adecuados.



The image shows a web application interface for user registration. At the top, there is a dark blue navigation bar with a yellow ribbon icon on the left, the text "Inicio" and "Ingresar" in the center, and a speech bubble icon on the right. Below the navigation bar is a light gray registration form. The form contains several input fields: "usuario" (with a person icon), "Email" (with an envelope icon), "Cédula", "Nombre", and "Apellido". There are two password fields: "* Contraseña:" and "* Confirmar contraseña:", both with a lock icon. At the bottom of the form, there is a blue button labeled "Registrarse" and a link "o login". The footer of the page is a dark gray bar with the text "Sipome 2020" centered.

Figura 7.3: Formulario para ingresar un nuevo usuario

Opciones de menú



Figura 7.4: Menú superior de SIPOME

Al ingresar a la aplicación el menú superior se completa con el resto de las opciones que muestran las funcionalidades disponibles en la aplicación. En la figura 7.4 se puede ver el menú con todas las opciones. Algunos ítems del menú se mostrarán o no dependiendo de los roles que tenga asignado el usuario. El ítem *Inicio* retorna al *home* (página inicial) de la aplicación. El ítem *Salir* finaliza la sesión del usuario. El ícono en forma de diálogo despliega un submenú donde figuran las opciones de idioma. Se puede seleccionar entre el español y el inglés. A continuación se detallan los casos restantes.

Roles

En SIPOME hay tres roles definidos:

1. Administrador
2. Médico
3. Estudiante

El rol de *Administrador* permite al usuario la administración de otros usuarios. Puede agregar y eliminar roles sobre un usuario, editar datos del usuario y eliminar usuarios. El rol *Médico* permite al usuario acceso y la capacidad de modificar los datos de pacientes y consultas, como también acceder a los datos estadísticos. El rol *Estudiante* es similar al de *Médico* pero no tiene la capacidad de modificar ningún dato, solo puede ver los datos de paciente, consulta y estadística. Todos los usuarios pueden editar sus propios datos pero no pueden modificar los roles que tienen asignados.

Administración

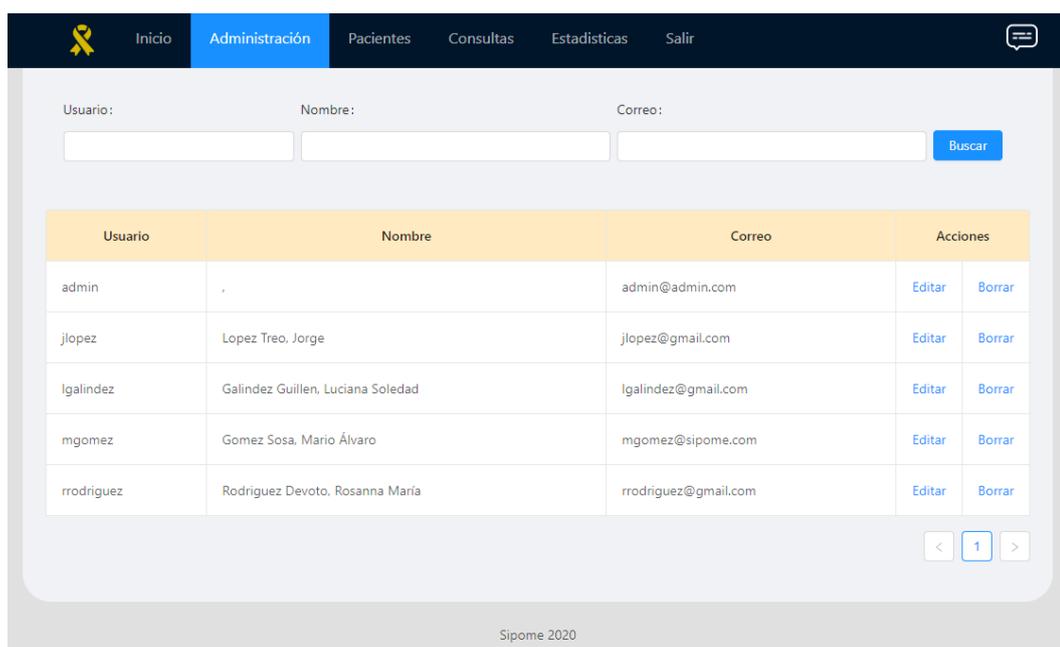


Figura 7.5: Vista de Administración

Al ingresar al caso de *Administración* lo primero que se muestra es la consulta de usuarios del sistema. En la parte superior están los filtros que se pueden ingresar para obtener solo los usuarios que se quieren ver. Se puede filtrar por *Usuario* que busca coincidencias con el *username*, por *Nombre* que busca coincidencias en nombres o apellidos y por correo electrónico. En la parte inferior se muestran los resultados en una tabla donde se muestran los datos básicos del usuario y las opciones *Editar* y *Borrar*. Estas opciones pueden estar deshabilitadas según los roles del usuario. Al hacer *Editar* se va a la página de edición de un usuario, figura 7.6.

Inicio Administración Pacientes Consultas Estadísticas Salir

Cambiar contraseña Guardar

Usuario: jlopez

Primer nombre: Jorge

Segundo nombre:

Primer apellido: Lopez

Segundo apellido: Treo

Cédula: 38412923

Número de caja profesional: 24839

Correo: jlopez@gmail.com

2 items	Roles	1 ítem	Asignados
<input type="checkbox"/>	Estudiante	<input type="checkbox"/>	Médico
<input type="checkbox"/>	Estadísticas		

Sipome 2020

Figura 7.6: Editar usuario

En esta página se muestran y se permite editar los datos del usuario. Los campos y la opción de *Guardar* se mostrarán deshabilitados si el usuario no tiene los permisos suficientes. La mayoría de los campos son bastante directos en su significado pero sobre el final se encuentran dos tablas. Estas tablas representan los roles que tiene asignado el usuario. La tabla de la izquierda lista los roles que el usuario no tiene asignados y la de la derecha los que sí le fueron asignados. Un *Administrador* puede cambiar los roles de un usuario, agregando o quitando permisos que tendrá el usuario. En esta página también está la opción de cambiar contraseña. Todos los usuarios pueden usar esta funcionalidad para cambiar su contraseña. Siempre respetando las políticas de contraseña de SIPOME: no debe ser similar a los datos del usuario (username,

nombre, apellido o correo), debe tener al menos 8 caracteres, no ser una contraseña muy común (ej. “contraseña”) y finalmente no puede estar compuesta solamente de números.

Pacientes

Id	Nombre	Cédula	Fecha de nacimiento	Acciones
2	Fernández Carrera, Carolina	52547322	04/03/2012	Editar Borrar
3	Suarez Ferro, María Eugenia	45678923	31/01/1977	Editar Borrar
4	Ferro Suarez, María Magdalena	42345123	04/10/1982	Editar Borrar

Figura 7.7: Vista de Pacientes

La página principal se muestra la consulta de pacientes. En la parte superior se están los filtros por los cuales se puede buscar: cédula, nombre (busca en nombres y apellidos) y código OMS. Este último busca pacientes que tengan un diagnóstico que se corresponda con el código indicado. Los resultados se muestran en una tabla que muestra los datos básicos del usuario: id (identificador interno de SIPOME), nombre completo, cédula, fecha de nacimiento y las acciones de *Editar* y *Borrar*. Estas últimas pueden estar deshabilitadas si el usuario no tiene suficientes permisos para realizar la acción correspondiente. Si bien el sistema permite borrar pacientes, no permitirá que se borren pacientes que ya tienen algún registro médico creado. También se pueden crear nuevos pacientes con el botón *Nuevo*. Tanto al seleccionar *Nuevo* o *Editar* en algún paciente se navegará a la página de edición con los datos del paciente si corresponde, figura 7.8. En la página de edición de pacientes se muestran todos los datos ya ingresados del paciente. Estos campos estarán habilitados junto con el botón *Guardar* si el usuario tiene los permisos correspondientes. Además de los datos patronímicos se permite agregar una foto del usuario. Esto facilita a los médicos y demás usuario la identificación del paciente.

Inicio Administración Pacientes Consultas Estadísticas Salir

Ver consultas Guardar

Cédula:

Sexo:

Primer nombre:

Segundo nombre:

Primer apellido:

Segundo apellido:

Departamento:

Localidad:

Dirección:

Teléfonos:

Celular:

Correo:

Fecha de nacimiento:

Ocupación:

Fecha de fallecimiento:

Causa de fallecimiento:

+ Upload

Sipome 2020

Figura 7.8: Editar un paciente

Consultas

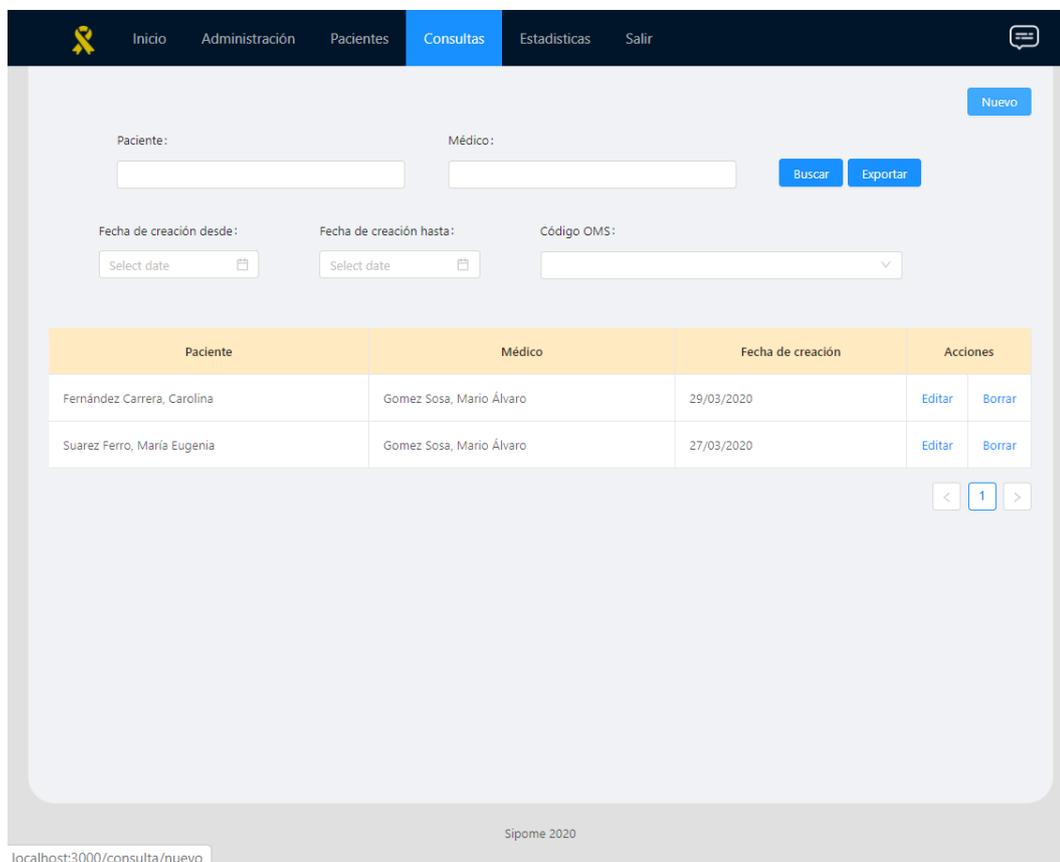
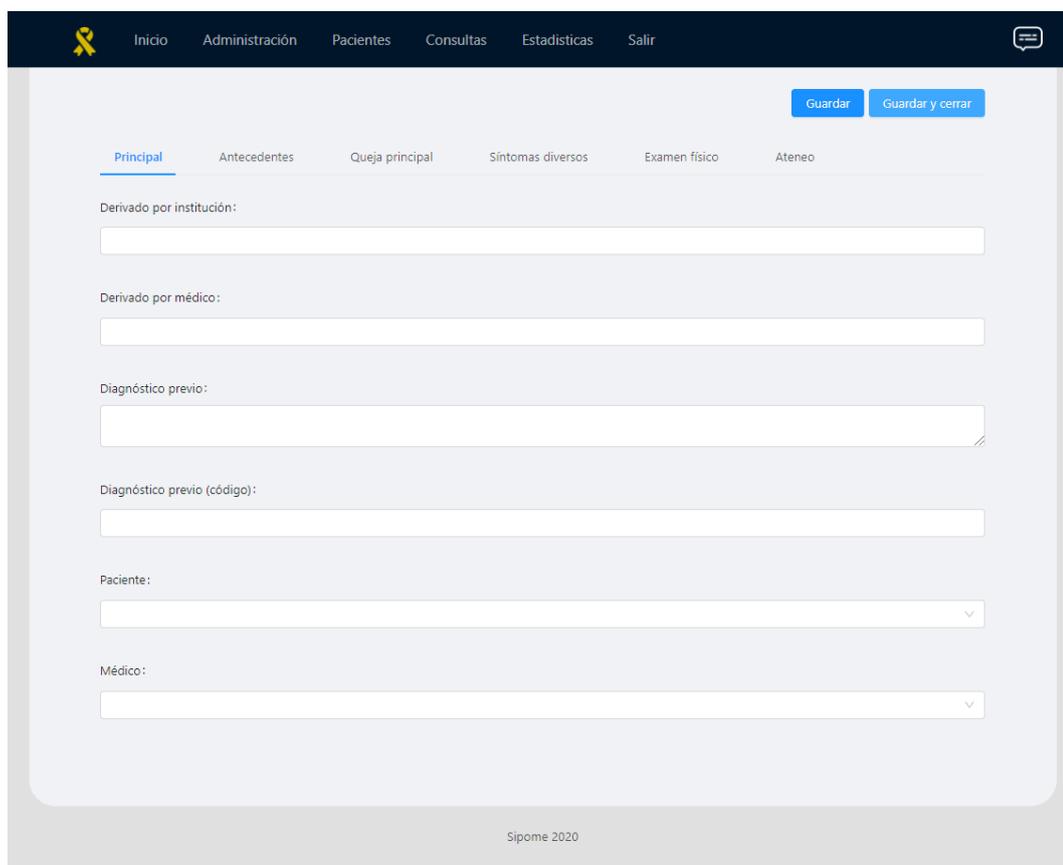


Figura 7.9: Vista de Consultas

En la página principal está la consulta de registros médicos que están en el SIPOME. En la parte superior están los filtros para ver registros deseados. Se puede filtrar por *Paciente* que busca por nombres y apellidos, por *Médico* que busca por nombres y apellidos del médico. También se puede buscar por rango en la fecha de creación y por el código OMS (código de diagnóstico). A continuación la tabla presenta los resultados obtenidos de la consulta mostrando los datos de: nombre completo de paciente, nombre completo del médico y la fecha de creación. Así como también las acciones *Editar* y *Borrar*. Estas acciones junto con el botón *Nuevo* pueden estar deshabilitados según los permisos del usuario. Se puede generar la exportación a excel de los datos de las consultas. Los filtros ingresados también afectarán al conjunto de registros que se exporte. Al crear o editar una consulta se mostrará la ventana de edición.

En la edición de consulta los datos están agrupados en distintas pestañas. Estas se detallan a continuación. *Principal*: en esta sección se definen el paciente, médico y datos de quién derivó al paciente y con qué diagnóstico. Figura 7.10.



The image shows a web application interface for a medical consultation form. At the top, there is a dark navigation bar with a yellow ribbon icon and menu items: Inicio, Administración, Pacientes, Consultas, Estadísticas, and Salir. On the right of the navigation bar is a chat icon. Below the navigation bar, there are two blue buttons: 'Guardar' and 'Guardar y cerrar'. The main content area has a light gray background and contains a tabbed interface. The 'Principal' tab is selected and highlighted with a blue underline. Other tabs include 'Antecedentes', 'Queja principal', 'Síntomas diversos', 'Examen físico', and 'Ateneo'. The 'Principal' tab contains several form fields: 'Derivado por institución:' with a text input; 'Derivado por médico:' with a text input; 'Diagnóstico previo:' with a text input; 'Diagnóstico previo (código):' with a text input; 'Paciente:' with a dropdown menu; and 'Médico:' with a dropdown menu. At the bottom center of the page, there is a small text label 'Sipome 2020'.

Figura 7.10: Formulario para ingresar datos principales de la consulta

Antecedentes: cuenta con una lista de posibles antecedentes que se pueden marcar en verdadero o falso. Además cuenta con un campo de texto abierto para agregar más la información. Figura 7.11.

Figura 7.11: Formulario para ingresar antecedentes del paciente

Queja principal: lista de posibles quejas que se marcan con verdadero o falso. Figura 7.12.

Figura 7.12: Formulario para ingresar la queja principal del paciente al momento de la consulta

Síntomas diversos: en esta sección se pueden marcar los síntomas que presenta el paciente y agregar una descripción más detallada por cada uno. Figura 7.13.

The screenshot shows a web application interface for recording patient symptoms. At the top, there is a dark navigation bar with a yellow ribbon icon and menu items: Inicio, Administración, Pacientes, Consultas, Estadísticas, and Salir. A chat icon is on the right. Below the navigation bar, there are two blue buttons: 'Guardar' and 'Guardar y cerrar'. The main content area has a horizontal tab bar with six tabs: Principal, Antecedentes, Queja principal, Síntomas diversos (which is selected and underlined), Examen físico, and Ateneo. Under the 'Síntomas diversos' tab, there is a list of symptoms, each with an unchecked checkbox: Dolor, Aumento de volumen, Fractura patológica, Trauma inicial, Adelgazamiento, Fuerza muscular disminuida, Movilidad articular más próxima disminuida, Impotencia funcional, Imposibilidad de marcha, Marcha con muletas, and Enfermedades previas. Below the list is a text area labeled 'Descripción:'. At the bottom, there are two input fields: 'Duración de los síntomas en meses:' and 'Intervalo desde el primer síntoma hasta la primer consulta en meses:'. The footer of the application says 'Sípome 2020'.

Figura 7.13: Formulario para ingresar los síntomas del paciente

Examen físico: sección que el médico completa al realizar el examen físico al paciente. Al marcar algunas de las características que revela la examinación se revelan nuevos campos que permiten ampliar el detalle de la información. Figura 7.14.

Figura 7.14: Formulario para ingresar datos del examen físico que se le realiza al paciente.

Ateneo: se pueden registrar datos de ateneos. Figura 7.15.

Figura 7.15: Formulario para agregar datos de ateneo

Estas pestañas se muestran al momento de cuando es una consulta nueva. Al momento de salvar o cuando se ingrese en una edición posterior se agregarán también las siguientes pestañas. *Diagnóstico:* determina el diagnóstico del paciente. Permite agregar información específica en los casos de SARCOMA, HEMOPATÍA MALIGNA, METÁSTASIS y misceláneas. Figura 7.16.

Inicio Administración Pacientes Consultas Estadísticas Salir

Acciones Guardar Guardar y cerrar

< Síntomas diversos Examen físico Ateneo **Diagnóstico** Seguimientos Exámenes Tratamientos >

Código OMS:

Sarcomas [Nuevo](#)

Fecha	Acciones
No Data	

Hemopatía maligna [Nuevo](#)

Fecha	Acciones
No Data	

Metastasis [Nuevo](#)

Fecha	Acciones
No Data	

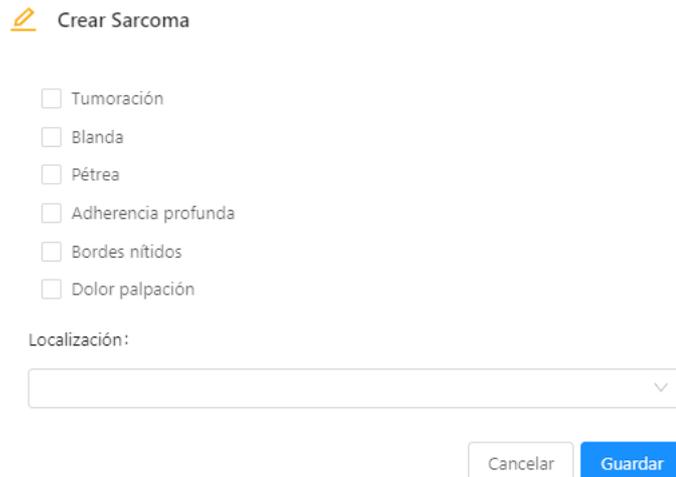
Miscelaneas [Nuevo](#)

Fecha	Acciones
No Data	

Sipome 2020

Figura 7.16: Vista de diagnósticos

Las siguientes tablas contienen los diagnósticos de: SARCOMA, HEMOPATÍA MALIGNA, miscelánea y METÁSTASIS. Hay una fila en la tabla por cada tumor y se muestra la fecha del registro en el sistema. Cada uno tiene la opción de *Editar* y *Borrar*. Se muestran los distintos formularios para ingresar los diferentes tipos de tumores.

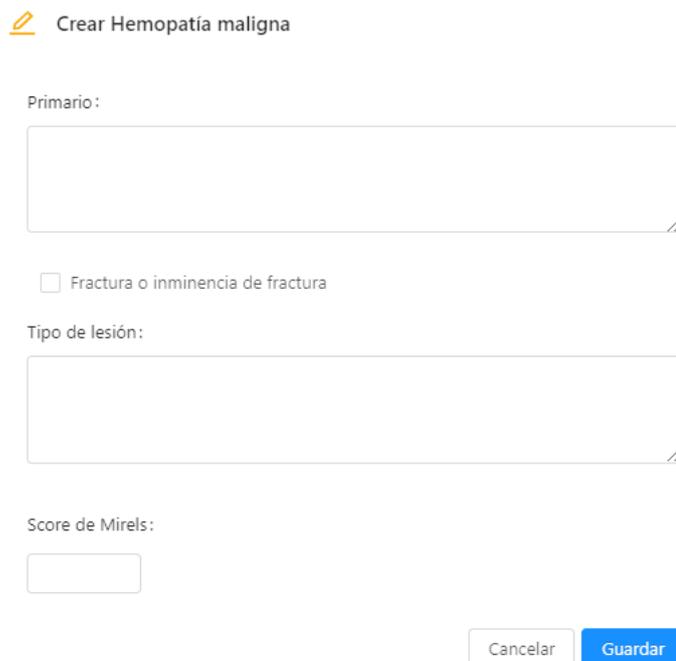


Crear Sarcoma

- Tumoración
- Blanda
- Pétreo
- Adherencia profunda
- Bordes nítidos
- Dolor palpación

Localización:

Figura 7.17: Formulario para ingresar un nuevo sarcoma



Crear Hemopatía maligna

Primario:

Fractura o inminencia de fractura

Tipo de lesión:

Score de Mirels:

Figura 7.18: Formulario para ingresar una nueva hemopatía maligna

 Crear Metástasis

Primario:

Fractura o inminencia de fractura

Tipo de lesión:

Score de Mirels:

Localización:

Cancelar

Guardar

Figura 7.19: Formulario para ingresar una nueva metástasis

 Crear Miscelaneas

Hidatidosis

Osteopatias Metabólicas:

Infecciones:

Fracturas por stress

Otra

Cancelar

Guardar

Figura 7.20: Formulario para ingresar una nueva miscelánea

En la pestaña de *Seguimientos* se muestra una tabla con los seguimientos ingresados para el paciente. La tabla contiene la fecha del registro y se pueden *Editar* o *Borrar* cada seguimiento. Figura 7.21. A continuación se muestra el formulario para ingresar un nuevo seguimiento. Figura 7.22.

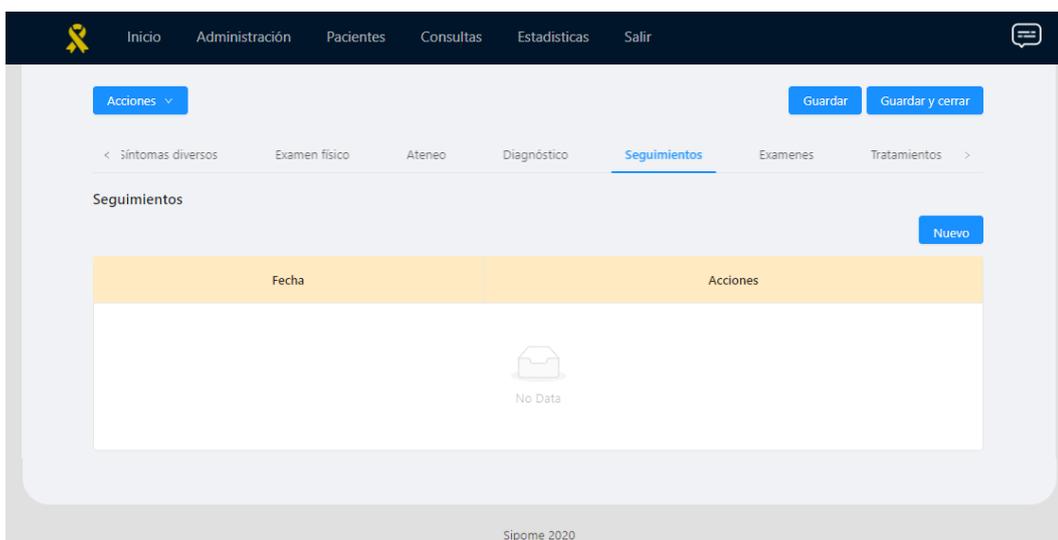


Figura 7.21: Vista de seguimientos

Figura 7.22: Formulario para ingresar el seguimiento

En la pestaña de *Exámenes* se muestra una tabla con los exámenes ingresados para el paciente. La tabla contiene la fecha de solicitud del examen y el tipo de examen. Se pueden *Editar* o *Borrar* cada examen. Figura 7.23.

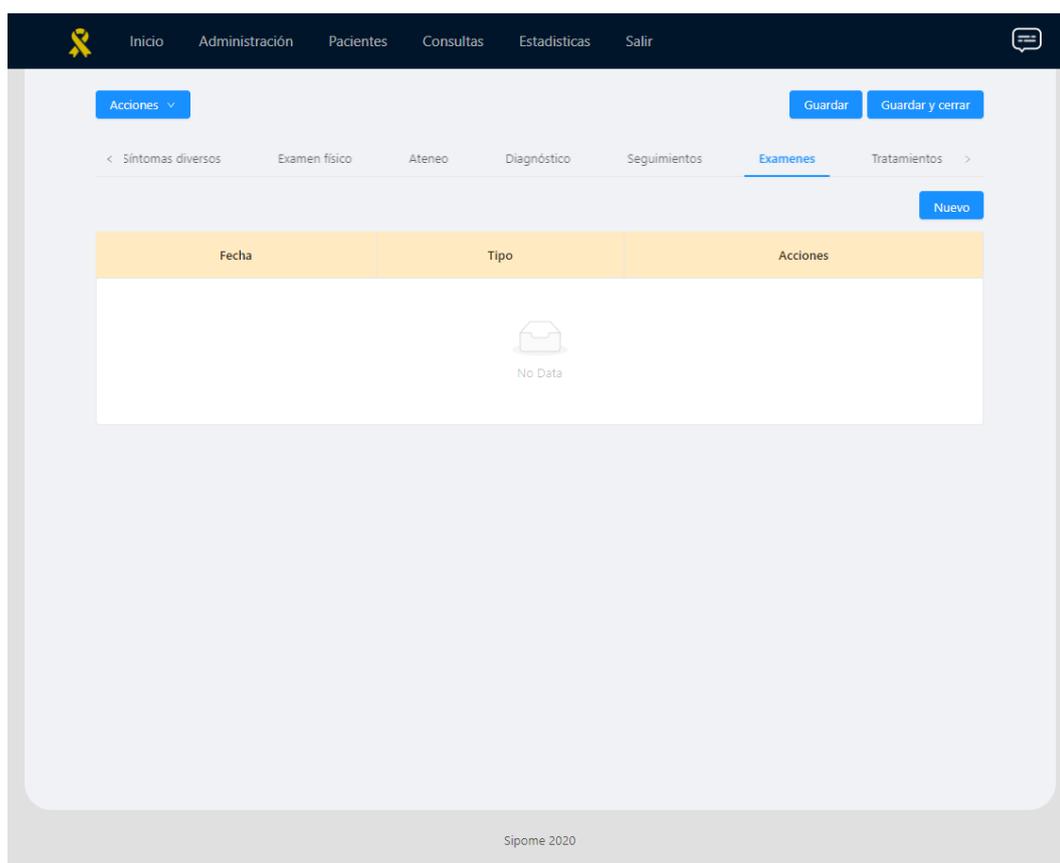


Figura 7.23: Vista de exámenes

Al ingresar un examen se puede elegir el tipo e ingresar los datos específicos para cada uno, figura 7.24. Para subir un examen (imagen DICOM) se presiona sobre “Subir examen” y enseguida se habilita “Ver archivo” al lado y el sistema asigna el UUID que se corresponde con el estudio en el campo “UUID DICOM”. A continuación se muestra el formulario para ingresar un nuevo examen.

Crear Examen

DICOM

UID DICOM:

Tipo de examen:

Fecha de solicitud:

Fecha de realizacion:

Fecha de entrega:

Figura 7.24: Formulario para ingresar un examen

Al seleccionar el botón “Ver archivo”, se muestra el visor de imágenes DICOM Orthanc. Para ver el estudio se debe seleccionar “Osimis Web Viewer” como se recuadra con rojo en la figura 7.25.

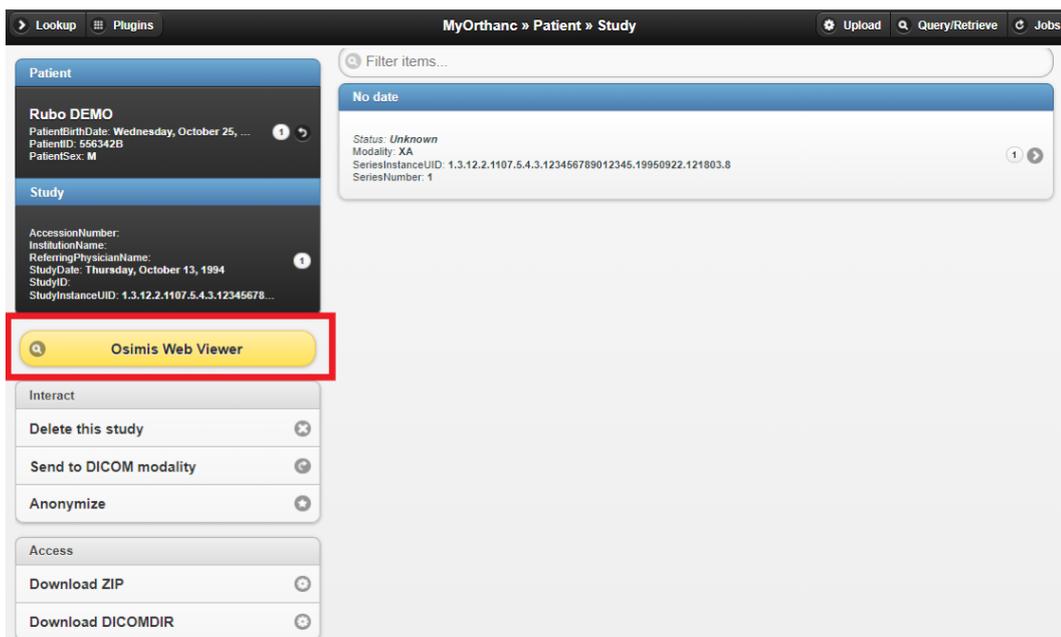


Figura 7.25: Imagen del visor de imágenes

En la pestaña de *Tratamientos* se muestra una tabla con los tratamientos ingresados para el paciente. La tabla contiene la fecha del tratamiento y el tipo de tratamiento. Se pueden *Editar* o *Borrar* cada tratamiento, figura 7.27. A continuación se muestra el formulario para ingresar un nuevo tratamiento, figura 7.27.

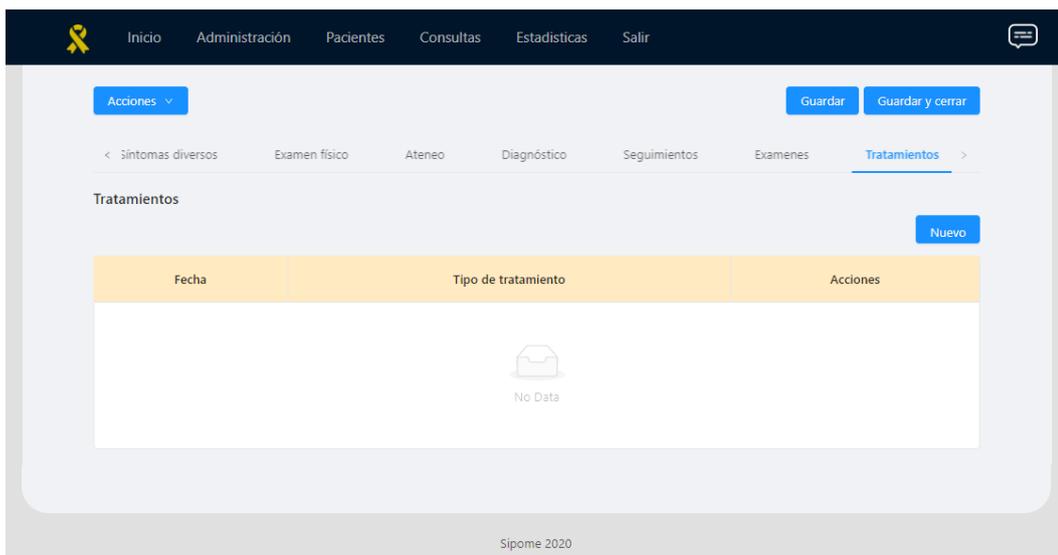


Figura 7.26: Tabla con los tratamientos ingresados para el paciente

Figura 7.27: Formulario para ingresar el tratamiento

En la edición o visualización de una consulta se puede descargar un pdf con la información completa de la consulta. También se puede enviar el documento pdf por correo al paciente, a un médico y otro destinatario. La interfaz permite agregar un mensaje que será incluido en el cuerpo del correo. Estas opciones se pueden seleccionar del botón *Acciones* que despliega un menú con cada una de estas acciones. Al final del manual se muestra un pdf como ejemplo que contiene todos los datos de una consulta.



El formulario, titulado "Enviar correo", contiene un campo de selección para el destinatario y un campo de texto para el mensaje. En la parte inferior derecha hay dos botones: "Cancelar" y "Enviar".

Figura 7.28: Formulario para envío de correo

Estadísticas

En esta sección se presenta una tabla con los diferentes indicadores. Los datos están desagregados por sexo y por rangos de edades de 20 de diferencia. En la última columna se acumula el total. Estos datos pueden ser exportación a excel con el botón *Exportar*.

	Hombres					Mujeres					Total
	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	
Cantidad de pacientes	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Cantidad de consultas	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Montevideo	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Interior	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Diagnóstico											
Sarcoma	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Hemopatía maligna	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Metastasis	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Miscelaneas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Antecedentes											
Pacientes con cancer previo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Síndrome de Li-Fraumeni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Síndrome de Maffucci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mb Ollier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recklinghausen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Exostosis hereditaria múltiple	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enfermedad de Pagets	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retinoblastoma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diabetes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fumador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hipertensión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Queja principal											
Dolor	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Aumento de volumen	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fractura patológica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trauma inicial	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Adelgazamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fuerza muscular disminuida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Movilidad articular disminuida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impotencia funcional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imposibilidad de marcha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 7.29: Tabla de estadística

Registro médico SIPOME

Principal

Fecha de creación desde: 09/04/2020 22:42

Fecha de creación: 20/04/2020 00:52

Derivado por institución: Hospital de Tacuarembó

Derivado por médico: Juan Carlos Lopez

Diagnóstico previo: Lesión osea agresiva

Diagnóstico previo (código): Lesión osea agresiva

Paciente: Martinez, Andrés

Médico: Casales, Nicolas

Antecedentes

Cáncer previo: Falso

Síndrome de Li-Fraumeni: Falso

Síndrome de Maffucci: Falso

Mb Ollier: Falso

Recklinghausen: Falso

Exostosis hereditaria múltiple: Falso

Enfermedad de Pagets: Falso

Retinoblastoma: Falso

Diabetes: Falso

Fumador: Falso

Hipertensión: Falso

Otros: Verdadero

Descripción: Sin antecedentes previos oncológicos. Fractura de tobillo.

Queja principal

Dolor: Verdadero

Aumento de volumen: Verdadero

Fractura patológica: Falso

Trauma inicial: Verdadero

Adelgazamiento: Falso

Fuerza muscular disminuida: Falso

Movilidad articular más próxima disminuida: Falso

Impotencia funcional: Falso

Imposibilidad de marcha: Falso

Síntomas diversos

Dolor: Verdadero

Intensidad de dolor: 1

Aumento de volumen: Verdadero

Cantidad de aumento: 10.00

Fractura patológica: Falso

Trauma inicial: Verdadero

Adelgazamiento: Falso

Cantidad de adelgazamiento en Kg:

Fuerza muscular disminuida: Falso

Movilidad articular más próxima disminuida: Falso

Impotencia funcional: Falso

Imposibilidad de marcha: Falso

Marcha con muletas: Falso

Enfermedades previas: Falso

Descripción de enfermedades previas:

Descripción de síntomas: Fractura de tobillo homolateral. Amerita la consulta por aumento de volumen.

Duración de los síntomas en meses: 24

Intervalo desde el primer síntoma hasta la primer consulta en meses: 24

Examen físico

Piel afecta: Falso

Red venosa aumentada: Falso

Calor local intenso: Falso

Calor local moderado: Falso

Cicatriz quirúrgica: Falso

Descripción de cicatriz:

Limitación de la movilidad articular más próxima: Falso

Descripción de limitación:

Derrame articular: Falso

Descripción de derrame:

Otros:

Ateneo

Descripción del ateneo: No corresponde aún.

Diagnóstico

Código OMS: 9192/3 - Osteosarcoma parosteal

Sarcomas

Fecha: 09/04/2020 22:43

Tumoración: Verdadero

Volumen de la tumoración: 15.00

Blanda: Falso

Pétreo: Verdadero

Adherencia profunda: Verdadero

Bordes nítidos: Falso

Dolor palpación: Verdadero

Intensidad del dolor: 2

Localización: C40.2 - Huesos largos de la extremidad inferior y articulaciones asociadas

Especificación de la localización: Femur distal

Seguimientos

Fecha 19/04/2020 21:37

Descripción: Se planifica biopsia por punción.

Exámenes

Biopsia

Fecha de solicitud: 2020-04-01

Fecha de realización: 2020-04-01

Fecha de entrega: 2020-04-01

Dicom instancia:

Dicom paciente:

Dicom estudio:

Aguja: Verdadero

Abierta: Falso

Lugar exacto y aspecto de la muestra: Biopsia interna en femur distal

Resonancia Magnética

Fecha de solicitud: 2020-04-01

Fecha de realización: 2020-04-01

Fecha de entrega: 2020-04-01

Dicom instancia:

Dicom paciente:

Dicom estudio:

Compromiso articular: Falso

Compromiso de arteria, vena o compromiso neurológico: Falso

Límite proximal y distal de la lesión: 15 cm, no hay compromiso medular

Tomografía Computada

Fecha de solicitud: 2020-04-01

Fecha de realizacion: 2020-04-01

Fecha de entrega: 2020-04-01

Dicom instancia:

Dicom paciente:

Dicom estudio:

Compromiso articular: Falso

Compromiso de arteria, vena o compromiso neurológico: Falso

Límite proximal y distal de la lesión:

Centellograma

Fecha de solicitud: 2020-04-01

Fecha de realizacion: 2020-04-01

Fecha de entrega: 2020-04-01

Dicom instancia:

Dicom paciente:

Dicom estudio:

Capta: Verdadero

Detalle: Captación intensa. Femur distal.

Rayos X

Fecha de solicitud: 2020-04-01

Fecha de realizacion: 2020-04-01

Fecha de entrega: 2020-04-01

Dicom instancia:

Dicom paciente:

Dicom estudio:

Profundidad en cm:

Largo en cm: 15

Ancho en cm: 5
Reacción perióstica fina: Falso
Sol naciente: Falso
Catafilas de cebolla: Verdadero
Erosión cortical: Verdadero
Bordes finos: Falso
Bordes anchos: Falso
Cortical: Verdadero
Exofítica: Verdadero
Periférica: Verdadero
Medular excéntrica: Falso
Medular: Falso
Blástica: Falso
Lítica: Falso
Permeativa: Verdadero
Geográfica: Falso
Descripción: Lesión compatible con osteosarcoma parostal

Tratamientos

Fecha 02/04/2020

Tipo de tratamiento: Quirúrgico

Descripción: Resección intercalar de femur distal

Tipo de cirugía: Resección intercalar de femur distal más reconstrucción con autoingerto congelado con nitrógeno líquido. Fijación con doble placa y tornillos.

Capítulo 8

Gestión del proyecto

La gestión de proyectos es importante a la hora de garantizar la existencia de un plan adecuado para ejecutar los objetivos estratégicos establecidos. Asimismo, es valiosa porque le aporta liderazgo y dirección a los proyectos. Permite que establezcan expectativas adecuadas en torno a lo que se puede entregar, cuándo y a qué costo. Además verifica que la calidad del producto entregado se encuentra a la altura de las necesidades del cliente. Mitiga los posibles riesgos y permite gestionarlos adecuadamente para que estos no se conviertan en problemas. También otorga la posibilidad de que el proyecto sea supervisado y que se informe correctamente a todas las partes interesadas.

La gestión del proyecto es importante para poder entender si todos están haciendo lo que deberían, aprender de los éxitos y fracasos. Crea una visión para el éxito y pone a todos en la misma página de lo que se necesita para mantenerse en ese camino. Cuando los proyectos se gestionan correctamente, hay un impacto positivo que se refleja más allá de la entrega.

8.1. Metodología Feature Driven Development (FDD)

Feature Driven Development (FDD) es una metodología dirigida por modelos, y de iteraciones cortas. Entendiéndose así, como un proceso diseñado y evaluado de manera de ofrecer resultados de trabajo frecuentes, coherentes y tangibles. Permitiendo por ende que se sinteticen las necesidades conforme a los rasgos requeridos, enfocándose en la perspectiva del usuario. Al proyecto lo conformaran diversas características que representan ciertas piezas que combi-

nadas dan lugar a la creación de un proyecto mayor. Con la ayuda de FDD se puede crear programas de diseño, código e inspección de código sin necesidad de realizar trámites complejos. De esta manera, la atención se centra más en confiar en las personas y sus roles para el desarrollo, enfatizando la labor de los mismos frente a los beneficiarios del proyecto. [8]

Siguiendo lo que plantean los autores la metodología propuesta se define en cinco pasos principales como se ve en la figura 8.1.

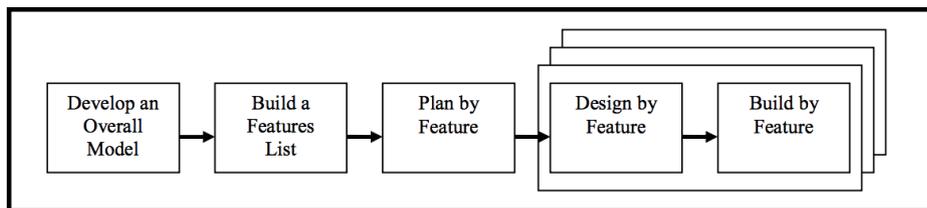


Figura 8.1: FDD: Casos principales, tomado de [8]

1. **Desarrollar el modelo global (Develop overall model):** el cliente y el equipo construyen un modelo de objetos del problema del dominio. Se crean modelos de dominio lo más detallados posible y luego estos modelos se fusionan progresivamente en el modelo general.
2. **Construir una lista de características (Build feature list):** después de tener listo el modelo general, basado en el conocimiento obtenido durante esa fase, tendremos que identificar las características que son valiosas para el cliente y que básicamente guiarán el proyecto.
3. **Planificar (Plan by feature):** organizar en qué orden se implementarán las características. Los equipos se seleccionan y se les asignan conjuntos de características.
4. **Diseñar (Design by feature):** el experto del dominio se encargará de analizar y diseñar una solución para cada función. El programador jefe elige las características y las clases de dominio que estarán involucradas en el diseño de la característica. Se rectifican y finalizan los diseños de las características.
5. **Construir (Build by feature):** basándonos en el trabajo realizado en el proceso de diseño por función, los propietarios de la clase tendrán que implementar todos los elementos que sean necesarios para poder apoyar el diseño. El programador jefe desarrolla, prueba e inspecciona y aprueba el código, quien luego da su visto bueno y la característica completa se

agrega a la construcción principal.

Las tres primeras etapas son considerados procesos iniciales y son secuenciales, mientras que los dos restantes se iteran para cada requisito[52]. El desarrollo basado en características (FDD) es un enfoque práctico adecuado para proyectos complejos a largo plazo. Es el método más idóneo para los equipos de desarrollo que buscan un método ágil y simple pero estructurado de manera que sea escalable y ofrezca resultados predecibles. Por ende, en definitiva, que cumpla con las expectativas planteadas.

8.2. Metodología FDD en el proyecto

Se decidió utilizar esta metodología de desarrollo, ya que a diferencia de otros métodos ágiles, esta permite centrarse en el diseño y construcción de las fases adecuadas para el proyecto mayor. El tipo de plan implicaba un amplio entendimiento de las necesidades de los usuarios del INOT y de la comprensión global de lo que representa una consulta médica, su registro, seguimiento y posterior análisis. Tanto desde la perspectiva del paciente, como de la institución y de sus médicos. Por lo tanto fue menester comprender el problema en su totalidad así como también acudir a los usuarios para consultarles respecto de las posibles soluciones que lo involucrarían, y así verificar que lo que se terminara desarrollando cumpliera con sus expectativas. Como mencionamos, la situación era compleja, por lo tanto el planteo buscó brindar al menos una solución general, que fuera aceptada por todas las partes antes de comenzar con la realización. En consecuencia, como lo sugiere la metodología, se comenzó con la creación de un modelo de objeto de dominio en colaboración con expertos del dominio. Se definieron entonces en conjunto con los usuarios la lista de elementos necesarios para poder satisfacer las necesidades que presentaban, especificando las mismas, de manera de lograr un producto final de mayor valor.

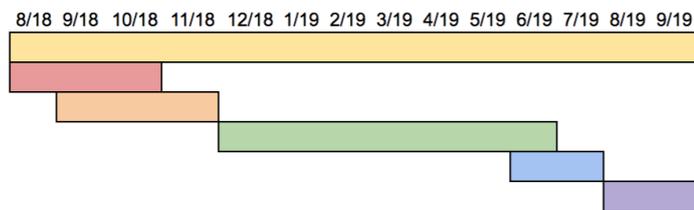
Asimismo, se consideró que al dividir el problema en diferentes características se trabajaría bajo la ventaja de que cada uno de los componentes del producto fuera evaluado por los usuarios, de manera de cumplir con sus expectativas, como venimos mencionando anteriormente. De esta misma forma, la compartimentalización permitió al equipo tener una respuesta veloz a los cambios requeridos a lo largo del proyecto, así como también una entrega con-

tinua de software funcional.

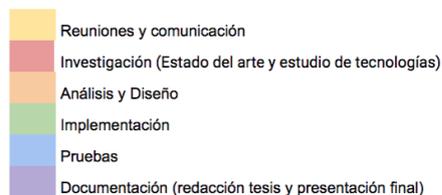
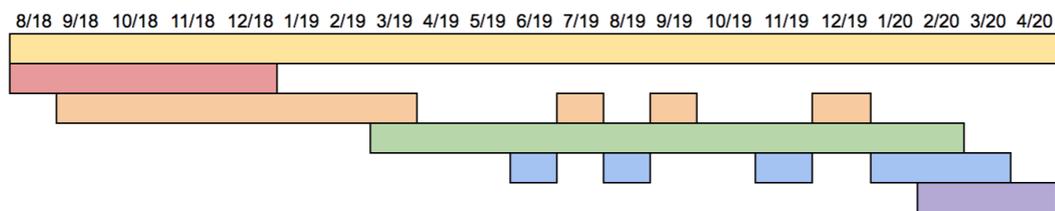
Por otra parte, se tomó la decisión de no cumplir con las pautas de entregas de ciclos cortos de dos semanas, ya que ciertos requisitos necesitaban de extensos desarrollos y debido a que los integrantes del proyecto trabajan entre 6-9 horas resultó inviable finalizarlas en ese tiempo. Sin embargo, sí se intentó realizar la mayor cantidad posible de entregas del software a los usuarios para que estos pudieran validarlos y se decidió de que cada vez que una nueva característica fuera desarrollada se realizara una entrega.

8.3. Etapas del proyecto

Estimación inicial



Duración real



La duración real del proyecto fue mayor a la estimada. Se estimaron 14 meses de trabajo y en la realidad el proyecto duró 21 meses. Como se puede apreciar en el esquema, los elementos que representaron un costo con mayor desviación temporal, se encuentran dentro del área Análisis y Diseño. Esta dilación, se debió en parte a que dadas las características del proyecto y la propuesta de sistema planteado, existía una amplia brecha conceptual. Esto por cuanto, al haber seleccionado una patología muy específica y en el afán de precisar todos los elementos que la componen, involucraría conocimiento previo que ninguno de los integrantes poseía. La mayor dedicación entonces para el proyecto fue verdaderamente comprender la coyuntura que involucraba esta problemática y cuáles podrían ser las opciones viables para brindar un mejor servicio para quienes más lo necesitan. Para poder llevar esto a cabo es que se necesitó de un trabajo en conjunto entre los médicos usuarios y el equipo. Afortunadamente, gracias a este contacto ininterrumpido, y consigo las varias reuniones realizadas, es que esa brecha se fue reduciendo, hasta eventualmente lograr construir un sistema que cumple con las expectativas y necesidades de todos los involucrados.

De esta misma manera, la implementación del sistema también acarreo con este mismo inconveniente, generando que se le dedicara más tiempo del estipulado. La razón de ello fue que, frente a ese desconocimiento coyuntural al que nos referíamos, algunas de las características resultaron más extensas y complejas de lo esperado, por ende eso afectó la estimación de los tiempos. Consecuentemente, y dado que existe una interconexión entre algunas de ellas, se generó la necesidad de accionarlas y evaluarlas por separado, dedicándole trabajo a la implementación de las dependencias, de manera que a la hora de integrarlas pudieran actuar en conjunto coherentemente para conseguir el objetivo planteado.

Etapas iniciales

Como se puede apreciar en el diagrama de Gantt los primeros meses del proyecto fueron dedicados a la investigación del estado del arte y al estudio de las posibles tecnologías de desarrollo. Fueron meses de ardua formación ya que el equipo se adentraba en campos desconocidos, desde la perspectiva médica y desde el sistema ya instaurado y operante. Es así que no se contaban con conocimiento previo de la HCEN por lo que se tuvo que dedicar tiempo a la

comprensión del sistema operativo actual, es decir, el manejo general de la historia clínica nacional, y dentro de éste identificar cuáles eran los estándares que se deberían acatar al embarcarse en un proyecto como este.

Esto implicó la búsqueda de los sistemas operativos para la utilización de plataformas que se asemejen a la HCEN. Enfocándose en el sistema establecido en Uruguay, se tuvieron reuniones con la AGESIC, que son aquellos encargados de regular la HCEN e implementarla en Uruguay. En esta indagación es que surgió la exploración de los sistemas ya en funcionamiento como por ejemplo la HCEO, familiarizándonos con la RED SALUD y el portafolio de soluciones de AGESIC.

Desarrollar el modelo global

Luego de la etapa inicial, pero sin desprenderse totalmente de ésta, es que existió una instancia en la que nos propusimos obtener la información de primera mano, surgiendo entonces numerosas reuniones con el doctor Nicolás Casales (usuario clave del sistema, quien colaboró por parte del INOT con nosotros a lo largo del proyecto para el diseño de la solución). Durante las mismas se pretendió llegar a un entendimiento de la problemática y a posteriori elaborar una solución viable, en base a un diseño de un sistema.

Para esta etapa fue fundamental tener en cuenta todas las apreciaciones que se habían realizado en la etapa anterior, ya que al momento de desarrollar un modelo global era necesario, que no solo se cumpliera con las expectativas planteadas como mencionábamos, sino que también cumpliera con los estándares tanto médicos como informáticos que la problemática exigía.

Esta etapa del proyecto requirió más tiempo del estimado inicialmente, porque si bien se hablaba el mismo lenguaje, la interpretación de los términos significaba una comprensión distinta para los médicos que para el equipo del proyecto. Todo el tiempo dedicado a la adaptación y entendimiento de la problemática fue fundamental para obtener los resultados alcanzados, ya que en ausencia de éste es posible que el sistema desarrollado no se alineara con los intereses de los beneficiarios.

Construir una lista de características

Una vez que se llegó a una posible solución que cubría las necesidades se paso a la siguiente etapa de la metodología. Esta involucraba, construir una lista de características necesarias para adecuarse en los términos dialogados con los usuarios en las reuniones. Se intentó llegar al mayor detalle posible porque al ser una patología compleja era esencial que las especificaciones fueran las correctas para así minimizar los posibles errores a futuro.

Planificar

Una vez que las características estuvieron definidas, fueron priorizadas por el equipo de desarrollo y los médicos. De ahí en adelante se trabajó de la siguiente manera: siguiendo los lineamientos generales de la periodización, cada desarrollador podía elegir aquel requerimiento con el que se sentía más cómodo. Fuera debido a que ya tenía algún conocimiento previo porque había trabajado en una característica anterior que era similar o porque prefería por encima de otra.

Al seleccionar una característica el desarrollador se convertía en su responsable. Esto significa que debía verificar su diseño con el usuario y en caso de ser necesario algún cambio efectuarlo. Luego desarrollarla y por último probarla.

Diseñar

Después de que un desarrollador selecciona una característica este debe revisar el diseño de ésta, verificar que las especificaciones estén completas y correctas y en caso de ser necesario contactar con el usuario para modificarlas.

Para este momento del proyecto, se comienza a vislumbrar el resultado del ensamblaje de todas las etapas previas, y es cuando es preciso identificar problemáticas a corregir, en tanto no se alcanzó la etapa de construcción aún.

Construir

Una vez que el diseño esta revisado y verificado, el desarrollador pasa a implementar la característica. Una vez que la implementa, como paso final la testea unitariamente para comprobar que no existan errores y que la característica cumpla con las especificaciones.

Para estos casos se utiliza la herramienta GIT, en el control de versiones de software. Para cada característica el desarrollador crea una nueva rama donde trabajar. Una vez que las pruebas unitarias estaban finalizadas, el desarrollador por medio de la herramienta GIT efectuaba un "merge request". Esto significaba que para que el código pasara a la rama de Development debía ser revisado y probado por al menos algún otro miembro del equipo.

Esta técnica se conoce como revisión de código o revisión de pares y se realiza con el objetivo de mejorar la calidad del código. Permite a su vez, encontrar mayor cantidad de defectos antes del pasaje a Producción. Es así que se logran encontrar mejores soluciones, entre otros.

Luego de estos pasos se generaba una nueva versión del sistema y se implantaba en la computadora del doctor Casales para que este pudiera evaluarla.

Pruebas

Se realizaron pruebas unitarias luego de cada implementación de una característica por el desarrollador a cargo. A su vez otro de los miembros del equipo era responsable de verificar la funcionalidad y realizar pruebas integrales antes de ser entregada al usuario para la realización de las pruebas de aceptación. Asimismo, una vez finalizado todo el desarrollo se realizaron pruebas no funcionales.

La ejecución de todas estas pruebas cumplen con el objetivo de no solo tener mayor control de evaluación por más de un desarrollador, sino que permite también identificar funcionalidades y valorar la operatividad del sistema como una estructura organizacional básica.

Etapa final

Habiendo identificado la problemática, desarrollado la opción más viable y próspera para solucionarla, la última etapa del proyecto se trabaja sobre la base documental y la preparación del informe y presentación final.

8.4. División de horas por centro de costo

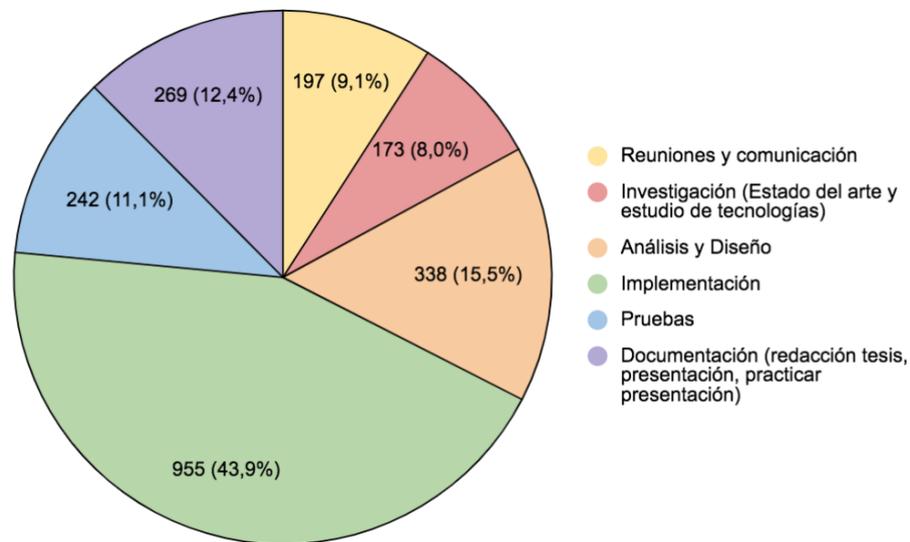


Figura 8.2: Porcentajes de horas por centro de costo

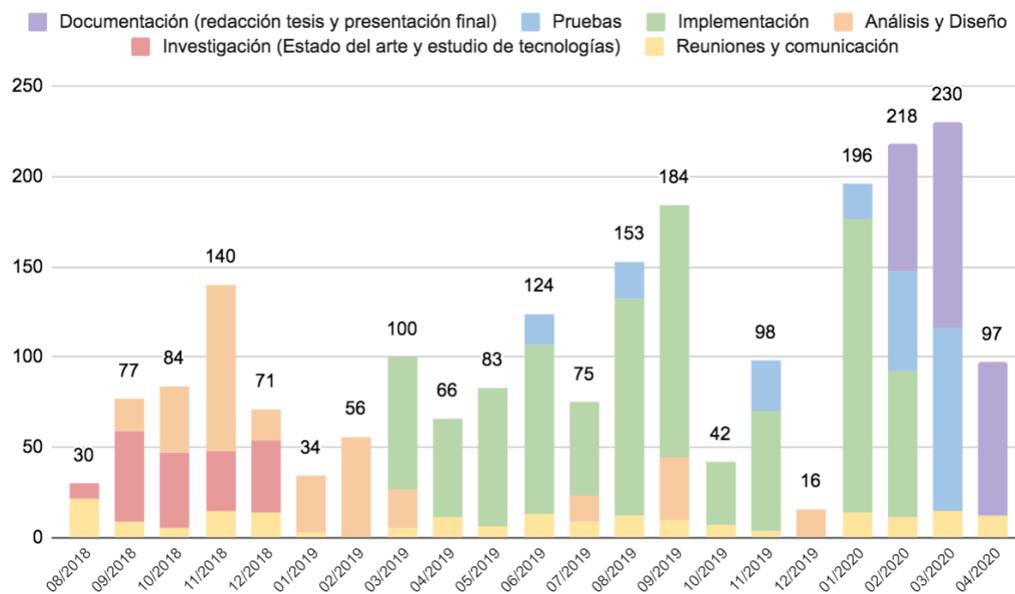


Figura 8.3: División de horas por mes

El proyecto en su totalidad llevo 2174 horas de trabajo de los estudiantes de ingeniería. El centro de costo en la figura 8.2 demuestra que el área que abarca un mayor porcentaje de las horas dedicadas es la implementación. Seguido

por el análisis y diseño, que se corresponde con la metodología elegida para el problema en cuestión. Si analizamos la imagen 8.3 podemos ver que muchas de estas horas están dedicadas al comienzo del proyecto para desarrollar el modelo global de la solución, así como también la lista de características. Luego a lo largo del proyecto podemos ver algunas horas, según este centro de costo, que se corresponden con la especificación y posible rediseño de las características en el momento que el desarrollador las está implementando.

De manera similar sucede con las pruebas, estas ocupan un 11 % de total y su gran mayoría se encuentra hacia el final del proyecto. Sin embargo, también se manifiestan un gran porcentaje de horas al final de cada ciclo de desarrollo de cada característica. Como en cualquier proyecto con metodologías ágiles la comunicación es esencial y esto se puede apreciar dado que ocupa un 9 % de las horas totales del proyecto y se encuentra presente en todos los meses a lo largo del mismo.

8.5. Hitos del proyecto

- 13/08/2018 - Reunión inicial del proyecto.
- 08/09/2018 - Primer reunión en AGESIC para que el equipo comenzara a tomar contacto con los estándares nacionales y otras aplicaciones ya en funcionamiento.
- 15/10/2018 - Primer reunión con el doctor Nicolás Casales, médico del INOT y principal enlace desde la parte de medicina con el proyecto.
- 20/02/2019 - Primer diseño de la solución global del proyecto aceptada por el equipo de desarrollo y los usuarios especializados.
- 09/03/2019 - Comienzo del desarrollo.
- 29/08/2019 - Entrega de la versión 1 del sistema.
- 12/10/2019 - Segundo premio en la categoría Biomédica - Ingeniería de Muestra (Poster en anexo 7)
- 04/12/2019 - Entrega de la versión 2 del sistema.
- 10/01/2019 - Entrega de la versión 3 del sistema.
- 20/03/2020 - Validación total del proyecto con la contraparte médica.
- Pendiente - Entrega de la versión final del sistema

Capítulo 9

Pruebas

El testing es una fase muy importante en el ciclo de desarrollo de software. Debería introducirse al inicio del proceso para que los errores no se acumulen en la fase final de entrega. Es absolutamente esencial para identificar los errores que se han cometido en las fases de desarrollo. Garantiza que el software es fiable, de calidad y asegura la satisfacción del cliente. Asimismo, reduce los costes de mantenimiento al identificar errores en instancias tempranas del desarrollo y la posibilidad de corregirlos. Puede resultar muy costoso corregir los errores en fases más avanzadas del desarrollo del sistema.

Existen diferentes tipos de pruebas, una de las clasificaciones existentes es según la forma en la que estas se ejecutan:

- **Pruebas manuales:** las que realiza el usuario paso a paso.
- **Pruebas automáticas:** consiste en el uso de otro software y la comparación de los resultados obtenidos y los esperados. Permite adicionar pruebas cuya ejecución manual sería tediosa y/o difícil.

También se pueden diferenciar según su nivel:

- **Pruebas unitarias:** comprueba el correcto funcionamiento de un módulo de código. Permite asegurar que todos los módulos del sistema desarrollado funcionen correctamente por separado.
- **Pruebas de integración:** unir módulos que por separado funcionan correctamente.
- **Pruebas de validación:** se concentran en las acciones visibles para el usuario.

- **Pruebas de sistema:** estas pruebas están mas allá del alcance del proceso del software. Se comprueba el nivel de seguridad del sistema, se hacen pruebas de resistencia que permiten saber como responderá el sistema a situaciones anormales de recursos, pruebas de recuperación y de rendimiento.
- **Pruebas de aceptación:** el usuario prueba las diferentes funcionalidades y dice si las acepta.

En este capítulo se detallan las pruebas que se realizaron en el sistema y los resultados obtenidos.

9.1. Pruebas unitarias

Las pruebas unitarias son un método de pruebas de software que se realizan escribiendo fragmentos de código que testeará unidades de código fuente. El objetivo es asegurar que cada unidad funciona como debería de forma independiente.

Por cada servicio REST definido se realizó una prueba unitaria de la siguiente manera. Para cada operación (list, detail, create, update, partial upate y delete) se ejecutaron tres pruebas:

1. Prueba para probar las credenciales: Como se mencionó en el capítulo 6 en la sección *Seguridad* se utiliza un token para identificar al usuario y poder verificar si tiene los permisos necesarios para realizar la operación. Por lo tanto una de las pruebas que se realiza es no enviar esta información esperando que el servicio devuelva el error: HTTP 401 UNAUTHORIZED.
2. Prueba válida: Dependiendo de la operación que se esté probando se introducen los valores esperados para tener un comportamiento correcto. En este caso al ser servicios REST los códigos que se esperan son los códigos HTTP 2xx de respuestas correctas.
3. Prueba inválida: Se prueban tipo de datos inválidos, no se envía toda la información obligatoria, entre otros dependiendo del caso que se esté probando. Se prueba que el comportamiento sea el adecuado y retorne una respuesta con código 400 BAD REQUEST. También se chequea que el mensaje coincida con el error provocado.

Las pruebas unitarias son realizadas al finalizar la implementación de cada funcionalidad por el propio desarrollador. Luego en la revisión de llevada a cabo por otro integrante del equipo estos test se corren nuevamente, lo que verifica que estos fueron creados y que se están realizando correctamente.

Cobertura

Utilizando la herramienta COVERAGE.PY[53] se comprobó que los test cubren un 98 % del código (ver resultado completo en Anexo 3). La herramienta también permite obtener un análisis detallado de cada archivo donde se especifica la cobertura en cada caso y qué flujos han sido probados y cuáles no. Con esto se comprueba la buena calidad de los test así como también se asegura que en la gran mayoría de los casos los flujos críticos han sido testeados.

9.2. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación son las pruebas realizadas donde el cliente prueba el software y verifica que cumpla con sus expectativas. Estas pruebas generalmente son funcionales y se basan en los requisitos definidos por el cliente. En cada entrega de una nueva versión del SIPOME se realizaba una pequeña demo de las nuevas características agregadas. Aunque esta no presentara ningún error, no se contaba instantáneamente como requerimiento aceptado. Se esperaba a que los usuario las probaran con mayor detenimiento, utilizando datos reales y una vez que estos las validaran pasaban al estado **Aceptado**. En la tabla 9.1 se muestran los requerimientos y la aprobación de los mismos por el Dr. Nicolás Casales.

Tabla 9.1: Resultados de pruebas de aceptación

Requerimiento	Estado
Roles	Aceptado
Registrar usuarios	Aceptado
Autenticación	Aceptado
Listar usuarios	Aceptado
Modificar datos del usuario	Aceptado
Eliminar usuario	Aceptado

Asignar permisos	Aceptado
Listar pacientes	Aceptado
Crear paciente	Aceptado
Modificar paciente	Aceptado
Eliminar paciente	Aceptado
Crear registro clinico	Aceptado
Modificar registro clinico	Aceptado
Eliminar registro clinico	Aceptado
Registrar diagnostico CIE-O	Aceptado
Listar sarcomas	Aceptado
Crear sarcoma	Aceptado
Modificar sarcoma	Aceptado
Eliminar sarcoma	Aceptado
Listar hemopatías maligna	Aceptado
Crear hemopatía maligna	Aceptado
Modificar hemopatía maligna	Aceptado
Eliminar hemopatía maligna	Aceptado
Listar metástasis	Aceptado
Crear metástasis	Aceptado
Modificar metástasis	Aceptado
Eliminar metástasis	Aceptado
Listar misceláneas	Aceptado
Crear misceláneas	Aceptado
Modificar misceláneas	Aceptado
Eliminar misceláneas	Aceptado
Listar seguimientos	Aceptado
Crear seguimiento	Aceptado
Modificar seguimiento	Aceptado
Eliminar seguimiento	Aceptado
Listar tratamientos	Aceptado
Crear tratamiento	Aceptado
Modificar tratamiento	Aceptado
Eliminar tratamiento	Aceptado
Obtener estadísticas	Aceptado

Creación y envío de CDAs	Aceptado
Internalización	Aceptado
Exportación a Excel	Aceptado
Descargar registro clínico en PDF	Aceptado
Enviar registro clínico vía correo electrónico	Aceptado
Guardado y visualización de imágenes DICOM	Aceptado
Trazabilidad	Aceptado

9.3. Testing exploratorio

El testing exploratorio es un enfoque para la realización de pruebas de software cuya principal característica es que el aprendizaje, el diseño y la ejecución de las pruebas se realizan de forma simultánea. Fue introducido por Cem Kaner en 1983 que define el testing exploratorio como “un estilo de testing que enfatiza la libertad personal y la responsabilidad del tester para optimizar continuamente la calidad de su trabajo tratando el aprendizaje a través de las pruebas, el diseño de las pruebas, la ejecución de las pruebas y la interpretación del resultado de las pruebas como actividades que se apoyan mutuamente y que se ejecutan en paralelo a lo largo del proyecto”. En otras palabras, es una técnica de prueba en la cual quien prueba controla activamente el diseño mientras son realizadas, y utiliza la información obtenida en la exploración para diseñar nuevas y mejores pruebas.[54]

A menudo se piensa que el testing exploratorio es una técnica de prueba de caja negra. Sin embargo, aquellos que lo han estudiado, lo consideran un enfoque que se puede aplicar a cualquier técnica de pruebas, en cualquier etapa del proceso de desarrollo. La clave no es la técnica ni el elemento que estamos probando o revisando; la clave es el compromiso cognitivo del tester y la responsabilidad del tester para gestionar su tiempo. En el testing exploratorio siempre se debe tomar nota de lo que se hizo y lo que sucedió. Los resultados del testing exploratorio no son necesariamente diferentes de aquellos obtenidos de la prueba con diseño previo y ambos enfoques para las pruebas son compatibles.

El testing exploratorio presenta una estructura externa fácil de describir.

Durante un período de tiempo un tester interactúa con un producto para cumplir una misión y reportar los resultados. Una misión describe qué se probará del producto, los tipos de incidentes que se buscan y los riesgos involucrados.

Para el caso de SIPOME se definieron las siguientes misiones y para cada una de ellas se realizó una cantidad de sesiones dependiendo de cuán crítico es el caso de uso y de su complejidad. En la tabla 9.2 se muestran las misiones que se definieron, la cantidad de sesiones por cada una y el resultado final.

Tabla 9.2: Misiones de testing exploratorio

Nombre de la misión	Cant. de sesiones	Resultado final
Registrar usuario	3	Correcto
Login	3	Correcto
Logout	1	Correcto
Buscar usuario	3	Correcto
Actualizar información de usuario	5	Correcto
Asignar/quitar grupo a un usuario	2	Correcto
Buscar pacientes	6	Correcto
Visualizar paciente	2	Correcto
Crear/modificar paciente	2	Correcto
Eliminar paciente	3	Correcto
Buscar registro clínico	6	Correcto
Exportar registro clínico	2	Correcto
Visualizar registro clínico	2	Correcto
Crear registro clínico	4	Correcto
Modificar registro clínico	1	Correcto
Eliminar registro clínico	2	Correcto
Visualizar sarcoma	2	Correcto
Crear sarcoma	1	Correcto
Modificar sarcoma	1	Correcto
Eliminar sarcoma	1	Correcto
Visualizar hemopatía maligna	2	Correcto
Crear hemopatía maligna	1	Correcto
Modificar hemopatía maligna	1	Correcto
Eliminar hemopatía maligna	1	Correcto
Visualizar metástasis	2	Correcto

Crear metástasis	1	Correcto
Modificar metástasis	1	Correcto
Eliminar metástasis	1	Correcto
Visualizar miscelánea	2	Correcto
Crear miscelánea	1	Correcto
Modificar miscelánea	1	Correcto
Eliminar miscelánea	1	Correcto
Visualizar examen	1	Correcto
Crear examen	2	Correcto
Modificar examen	2	Correcto
Eliminar examen	1	Correcto
Visualizar seguimiento	1	Correcto
Crear seguimiento	1	Correcto
Modificar seguimiento	1	Correcto
Eliminar seguimiento	1	Correcto
Visualizar tratamiento	1	Correcto
Crear tratamiento	1	Correcto
Modificar tratamiento	1	Correcto
Eliminar tratamiento	1	Correcto
Ver estadísticas	1	Correcto
Cambiar idioma	1	Correcto

Durante estas sesiones se encontraron algunos errores. Algunos de estos problemas fueron por ejemplo:

- Al momento de modificar la consulta de un paciente. En el caso de que este tuviera registrado más de un diagnostico de un mismo tipo la trazabilidad no se hacía correctamente. Es decir en el caso de que un paciente tuviera dos o más sarcomas solo se respaldaba la información de uno de ellos, el primero.
- En la funcionalidad que involucraba el envío de la consulta por mail al paciente este no se estaba realizando adecuadamente.

Estos se corrigieron y al realizar la sesión nuevamente se verificó que el comportamiento fuera el correcto. Esto agregó valor al sistema en su totalidad ya que cumplió con el objetivo de entregar el mejor producto posible verifi-

cando que tantos los requerimientos funcionales como no funcionales definidos se cumplieran apropiadamente. Evitando presentarle al usuario errores en el SIPOME que de no haber invertido este tiempo quizás se hubieran pasado por alto.

9.4. Pruebas de performance

El testing de performance tiene como objetivo determinar el rendimiento de una aplicación bajo un escenario de carga dado. Marcando un objetivo de carga a lograr que sea aceptable para las realidades de negocio planteadas, se toma la aplicación y se genera la carga que se tendrá en un ambiente de producción. Respetando las mismas restricciones, a nivel de hardware, software y ambiente informático, que se tendrá en la realidad [9]. El proceso de realizar un testing de performance consta de cuatro etapas, estas son las que se muestran en la figura 9.1.

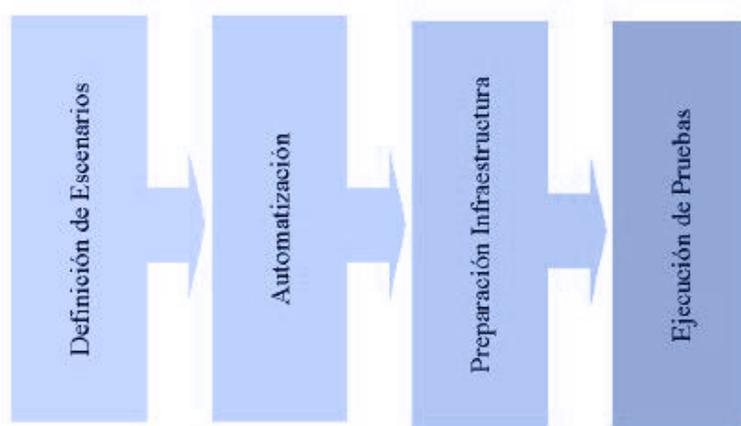


Figura 9.1: Etapas del testing de performance, tomado de [9]

En primer lugar se realiza un estudio de los posibles escenarios de prueba. Esto implica considerar como será utilizado el sistema por los usuarios para identificar cuáles son las transacciones a probar. Asimismo, se identifica la carga (cantidad de usuarios que se estima usarán el sistema), para que la simulación a realizarse en la prueba se acerque lo máximo posible a la realidad.

Luego se deben automatizar utilizando herramientas que permitan simular la carga relevada en la etapa anterior. De manera paralela, puede llevarse a cabo la tercera etapa que es la preparación de la infraestructura necesaria para

la ejecución de las pruebas. Esta infraestructura debe ser similar a la que se tendrá en producción.

Por último, la ejecución de las pruebas de manera iterativa nos permitirá conocer el estado de nuestro sistema, así como conocer los cuellos de botella de nuestras aplicaciones. Conociendo estos cuellos de botella y analizando posibles soluciones a los mismos, se puede llegar a una mejora en las aplicaciones y alcanzar los objetivos de performance y estabilidad necesarios.

Existen diferentes tipos de pruebas de performance:

- **Prueba de carga:** se realiza generalmente para observar el comportamiento de una aplicación bajo una cantidad de peticiones esperada.
- **Prueba de estrés:** se utiliza normalmente para romper la aplicación. Se va doblando el número de usuarios que se agregan a la aplicación y se ejecuta una prueba de carga hasta que se rompe. Este tipo de prueba se realiza para determinar la solidez de la aplicación en los momentos de carga extrema y ayuda a los administradores para determinar si la aplicación rendirá lo suficiente en caso de que la carga real supere a la carga esperada.
- **Prueba de estabilidad:** se realiza normalmente para determinar si la aplicación puede aguantar una carga esperada continuada, verifica que no haya alguna fuga de memoria en la aplicación.
- **Prueba de picos:** trata de observar el comportamiento del sistema variando el número de usuarios, tanto cuando bajan, como cuando tiene cambios drásticos en su carga.

Definición de escenarios

Saber como se va a ejecutar el sistema es el punto clave de una prueba de performance. La simulación a realizarse debe amoldarse lo máximo posible a la realidad del sistema en producción. Con respecto a la carga real del sistema, si bien no se cuenta con mucha información, se estima que no será muy elevada dado que solo se cuenta con dos doctores que atienden este tipo de patologías, y cinco estudiantes de medicina. Además, INOT tiene un total de cincuenta pacientes aproximadamente.

Se definen cinco escenarios con los casos de uso críticos del SIPOME:

- **Escenario usuarios:** se registra un usuario en el sistema.

- **Escenario login:** un usuario ingresa en el sistema.
- **Escenario pacientes:** un usuario visualiza la lista de pacientes y crea uno nuevo.
- **Escenario consultas:** un usuario visualiza la lista de consultas y crea para un paciente una nueva consulta.
- **Escenario estadísticas:** un usuario visualiza la estadísticas.

Automatización

Para la automatización de los escenarios se utilizó la herramienta JMeter. JMeter es un proyecto de Apache que puede ser utilizado como una herramienta de prueba de carga para analizar y medir el rendimiento de una variedad de servicios, con énfasis en aplicaciones web.

Infraestructura

Si bien lo ideal es que la simulación se asemeje lo mayor posible a la realidad, como hasta el momento no se conoce el hardware en donde quedará implantado el SIPOME las pruebas se realizaron en una de las computadoras de los integrantes del equipo.

La maquina cuenta con las siguientes especificaciones:

- Procesador: 2.6 GHz Intel Core i7
- Memoria: 16 GB 1600 MHz DDR3

Asimismo, el servidor que se está utilizando para correr la aplicación es un servidor de prueba, que no ha pasado por auditorías de seguridad o pruebas de rendimiento. Debido a esto dentro de las limitantes que se tienen es que no se permiten más de aproximadamente 100 conexiones simultáneas.

Ejecución de las pruebas

Para cada escenario se definió empezar con poca carga e ir aumentando gradualmente la cantidad de usuarios concurrentes y observar cómo el sistema se comportaba. Además, cada ejecución tiene definido un tiempo de ramp-up que es el tiempo en el que ingresan todos los usuarios (hilos en la automatización) al SIPOME. Para obtener resultados con un mayor nivel de confianza

para cada escenario y para cada carga se realizaron diez ejecuciones y se promediaron los resultados obtenidos. Se consideran para este análisis usuarios concurrentes a todos los pedidos que llegan en un intervalo menos o igual a 1 segundo.

En primera lugar se ejecuta una baseline, un único usuario que realice cada escenario, con el propósito de tener una guía para comparar el sistema un vez que se introduzcan más usuarios concurrentes. Para el análisis de los resultado de estos escenarios se utilizó el percentil 90. Este indica el tiempo transcurrido por debajo del cual cae el 90% de las muestras. Es comúnmente utilizado como criterio de aceptación, ya que a diferencia del promedio es un mejor representativo el tiempo real del peor caso, pero a su vez permite descartar los pocos valores extremos pero de mucho peso que pueden dar lugar a un mal resultado.

También se definió una ejecución que combinó todos los flujos funcionales definidos para probar la estabilidad de sistema. De esta forma se valida que no se presenten problemas de performance cuando interactúan varios flujos en el sistema.

Escenario usuarios

Creación de usuario

Tabla 9.3: Resultados de escenario usuarios

Cantidad de usuarios concurrentes	Tiempo 90% (ms)
1	203
5	243
20	2453
40	4436

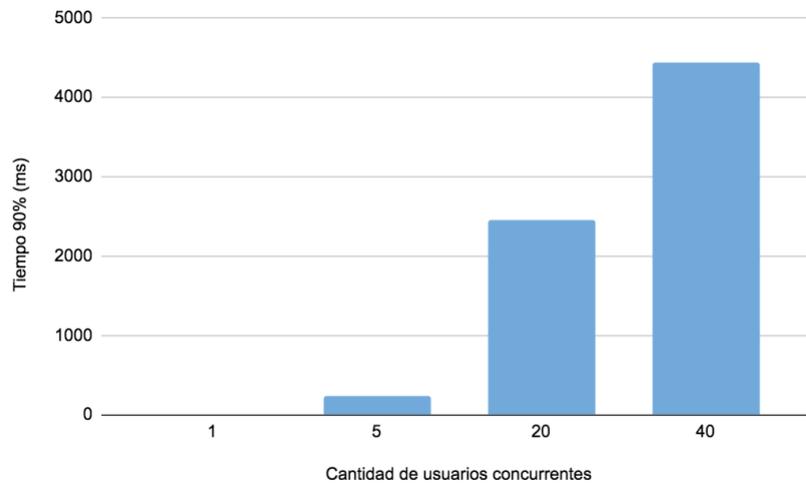


Figura 9.2: Gráfica de pruebas de carga para creación usuarios

Se puede observar tanto en la tabla 9.3 como la gráfica 9.2 que a medida que se aumenta la cantidad de usuarios concurrentes también aumenta drásticamente la cantidad de tiempo que esto lleva. Principalmente cuando se pasan de 5 a 20 usuarios concurrentes. Cabe destacar que por como esta diseñada esta transacción dentro del SIPOME luego de crear el usuario en caso de que se realice correctamente ya se efectúa el login.

Se decidió no continuar aumentando la cantidad de usuarios concurrentes ya que el tiempo de respuesta resultaba elevado para lo que un usuario promedio reconoce como aceptable. Dentro de la herramienta que se utilizo, JMETER, se definen los siguientes intervalos de tiempo de respuesta aceptables:

- Respuestas que demoran menos de 500ms
- Respuestas que demoran entre 500ms y 1500ms
- Respuestas que demoran más de 1500ms

La gráfica 9.3 muestra los diferentes intervalos para el último caso en donde se tienen 40 usuarios concurrentes.

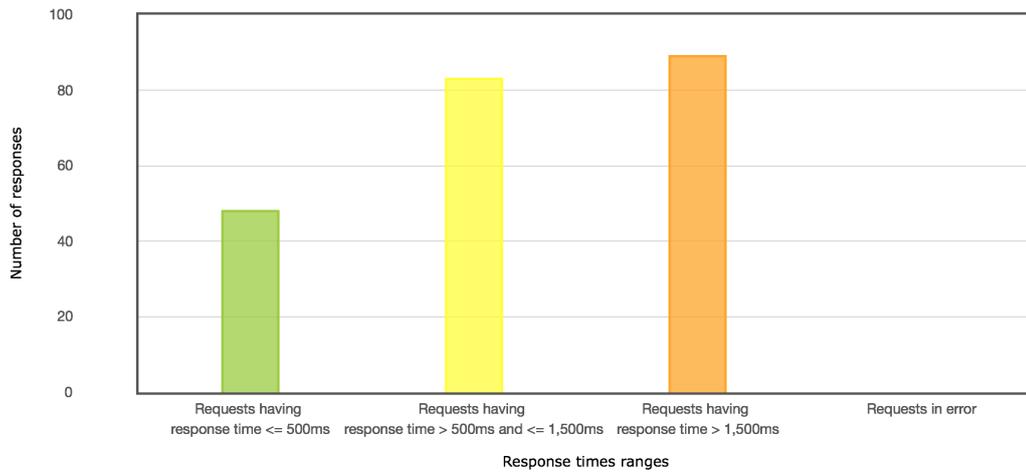


Figura 9.3: Tiempos de respuesta en pruebas de creación usuarios

En este caso el escenario se ejecuto con 220 hilos y un ramp-up de 10 segundos. De las 220 respuestas obtenidas, todas fueron correctas, 48 se encuentran en el primer intervalo y 83 en el segundo. Sin embargo, 89 respuestas ya se encuentran en el último intervalo y comienzan a molestar al usuario que utiliza el sistema.

Escenario login

login

Tabla 9.4: Resultados de escenario login

Cantidad de usuarios concurrentes	Tiempo 90 % (ms)
1	167
5	206
20	1044
50	2297
90	4640

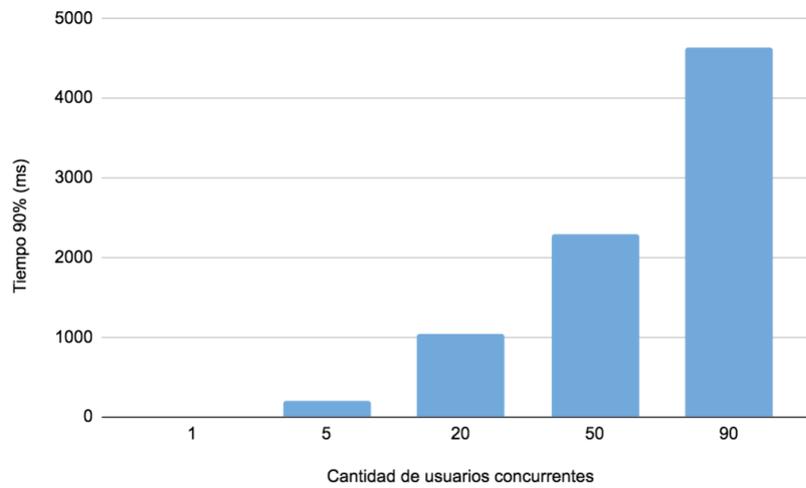


Figura 9.4: Gráfica de pruebas de carga para login

En este caso se observa un comportamiento similar al del anterior, al aumentar la cantidad de usuarios concurrentes aumenta el tiempo que el sistema demora en realizar la transacción. Sin embargo, en este caso el crecimiento del tiempo no es tan abrupto. Recién en el ultimo caso donde de tienen 90 usuarios concurrentes el incremento es considerable.

Escenario pacientes

Consultar pacientes

Tabla 9.5: Resultados de escenario pacientes

Cantidad de usuarios concurrentes	Tiempo 90% (ms)
1	26
50	576
90	959

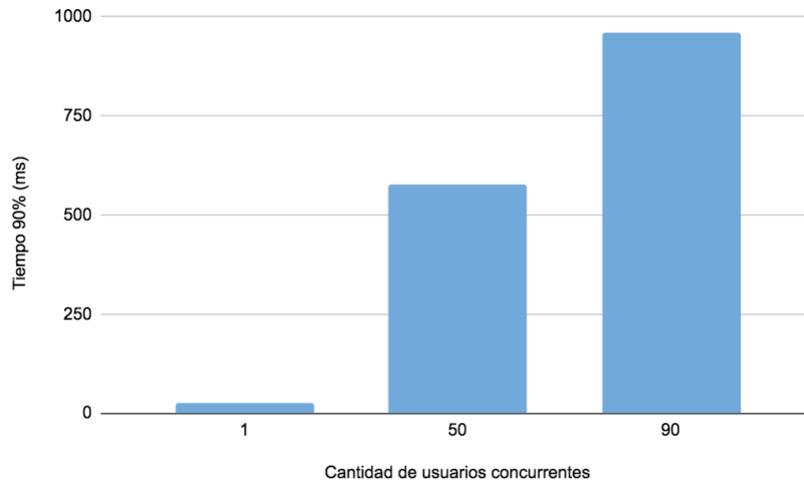


Figura 9.5: Gráfica de pruebas de carga para consulta de pacientes

Crear paciente

Cantidad de usuarios concurrentes	Tiempo 90 % (ms)
1	21
50	409
90	897

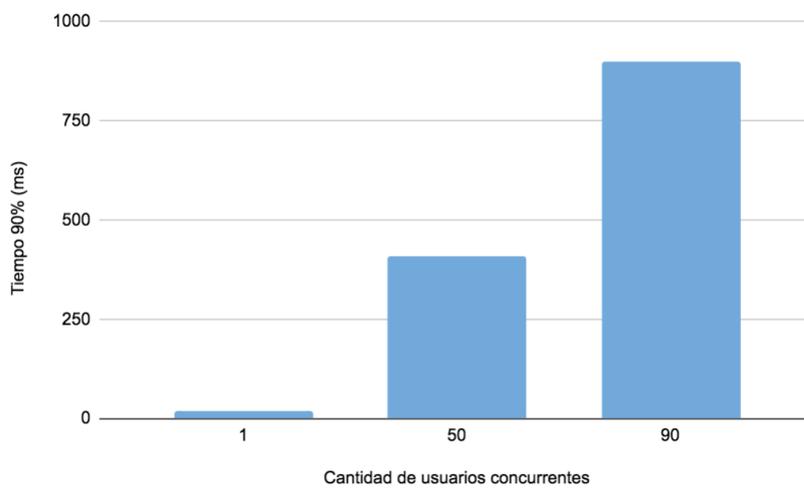


Figura 9.6: Gráfica de pruebas de carga para creación de paciente

En este escenario se puede apreciar que cualquiera de las dos transacciones tarda en ejecutarse un tiempo más que aceptable para la utilización. Aun así

teniendo una carga de 90 usuarios concurrentes se demora menos de 1 segundo en las respuestas. Si observamos la gráfica 9.7 se puede apreciar que todas las respuestas se encuentran dentro de los estándares que se consideran validos para el usuario.

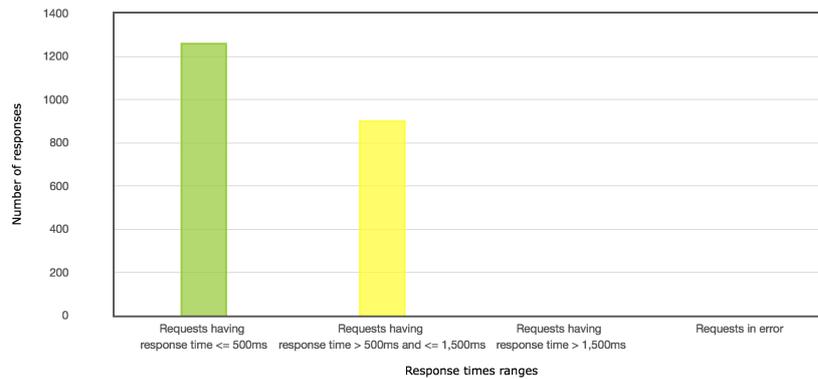


Figura 9.7: Tiempos de respuesta en pruebas de creación de paciente

No se probó con una mayor cantidad de usuarios concurrentes porque como se explico anteriormente en la infraestructura, las pruebas se están realizando con un servidor de prueba que no permite más conexiones simultaneas.

Escenario consultas

Obtener consultas

Tabla 9.7: Resultados de escenario consultas

Cantidad de usuarios concurrentes	Tiempo 90% (ms)
1	68
15	840
50	2660
70	3549

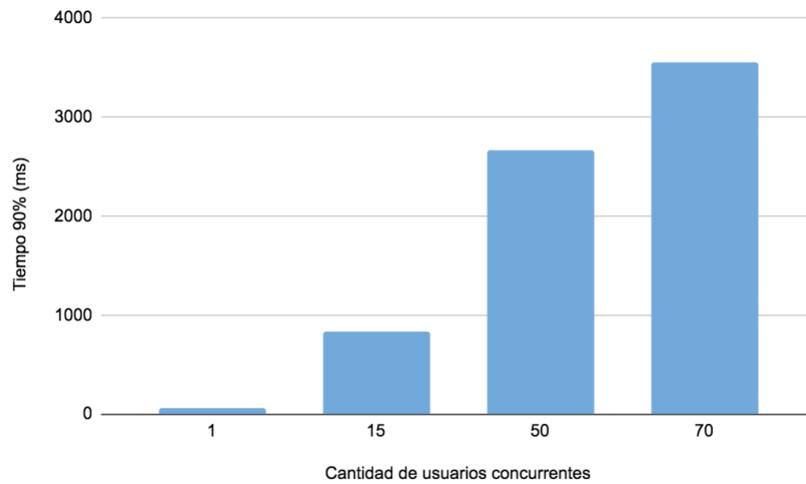


Figura 9.8: Gráfica de pruebas de carga para obtener consultas

Crear consulta

Cantidad de usuarios concurrentes	Tiempo 90% (ms)
1	91
15	666
50	2326
70	4321

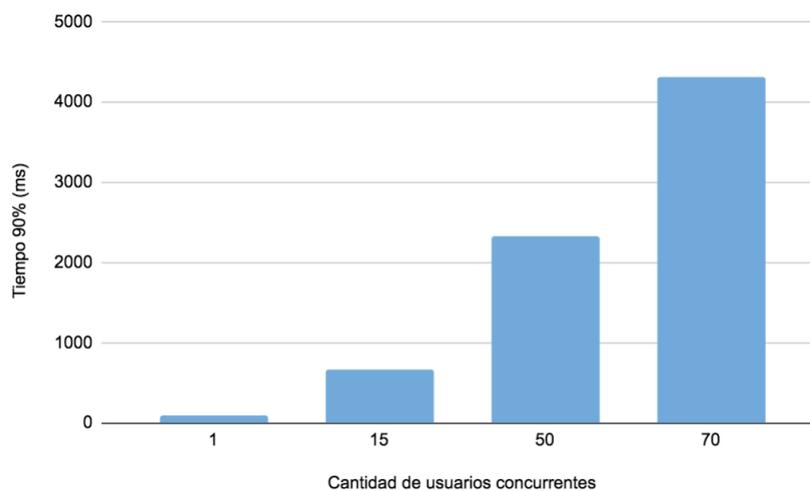


Figura 9.9: Gráfica de pruebas de carga para crear consulta

Este escenario es similar al escenario de login, si bien hasta 50 usuarios simultáneos se podría decir que el sistema tiene un retraso de respuestas todavía

manejable para el usuario. En el caso de 70 conexiones simultaneas ya se hace insostenible la usabilidad por los tiempos de respuesta.

Escenario estadísticas

Obtener estadísticas

Tabla 9.9: Resultados de escenario estadísticas

Cantidad de usuarios concurrentes	Tiempo 90% (ms)
1	529
10	4611
30	11445

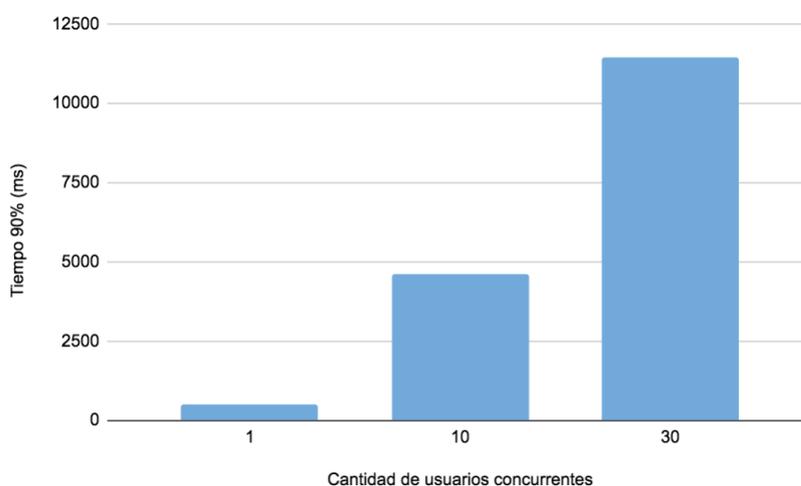


Figura 9.10: Gráfica de pruebas de carga para obtener estadísticas

El caso de las estadísticas es un caso especial ya que desde el baseline, cuando existe solo un usuario en el sistema, demora un tiempo considerable en realizar la transacción. Cabe destacar que este caso de uso debe reportar las estadísticas del SIPOME considerando todas las consultas y pacientes existentes en el sistema y con la finalidad de obtener datos lo más cercanos a la realidad se tenía en el sistema al momento de ejecución 50 pacientes con una consulta cada uno. Asimismo, es un caso de uso que no se ejecuta continuamente sino que en casos puntuales cuando se requiere información específica. Comparado con los otros escenarios este debería ejecutarse considerablemente menos veces.

Prueba de estabilidad

Para la prueba de estabilidad se ejecutaron:

- 15 hilos del escenario de usuarios
- 15 hilos del escenario de login
- 15 hilos del escenario de pacientes
- 15 hilos del escenario de consultas
- 5 hilos del escenario de estadísticas

La carga de cada escenario se pensó en función de la utilización real de estos. Como se mencionó anteriormente se estima que las estadísticas del SIPOME no es un caso de uso que se utilizará sistemáticamente, sino que se usará cuando se necesite un informe o información específica.

Tabla 9.10: Resultados de prueba de estabilidad

Transacción	Tiempo 90 % (ms)
Crear usuario	2740
Login	2050
Obtener pacientes	1510
Crear paciente	1590
Obtener consultas	1527
Crear consulta	2455
Obtener estadísticas	4107

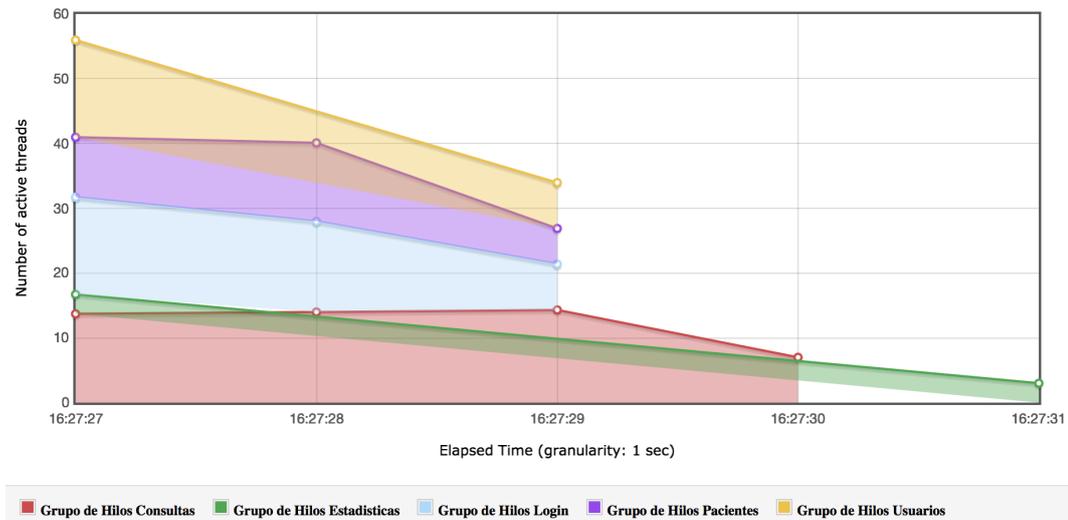


Figura 9.11: Combinación de escenarios

Se puede observar que a pesar de tener cerca de 55 usuarios concurrentes en el sistema los tiempo de respuesta en su mayoría son aceptables para el usuario. Quitando el caso de las estadísticas, que como ya se explico con anterioridad la principal razón por la cuál este toma tanto tiempo es que toma la información de todos los pacientes y las consultas registradas. Los demás escenarios demoran 2 segundos o menos. El caso de Crear usuarios también es un caso especial, porque además de crear el usuario en el SIPOME en caso de que sea exitoso realiza el login del usuario al sistema, por lo que en realidad en vez de estar realizando 15 logins se realizan 30.

9.5. Pruebas no funcionales

RADON - Complejidad ciclomática

La complejidad ciclomática es una métrica de software utilizada para medir la complejidad de un programa. Es una de las métricas de software de mayor aceptación, ya que ha sido concebida para ser independiente del lenguaje. Esta métrica fue desarrollada por Thomas J. McCabe en 1976 y se basa en una representación de flujo de control del programa.

Es una medida cuantitativa de rutas independientes en el código fuente del programa. La complejidad ciclomática se puede calcular con respecto a funciones, módulos, métodos o clases dentro de un programa.[10]

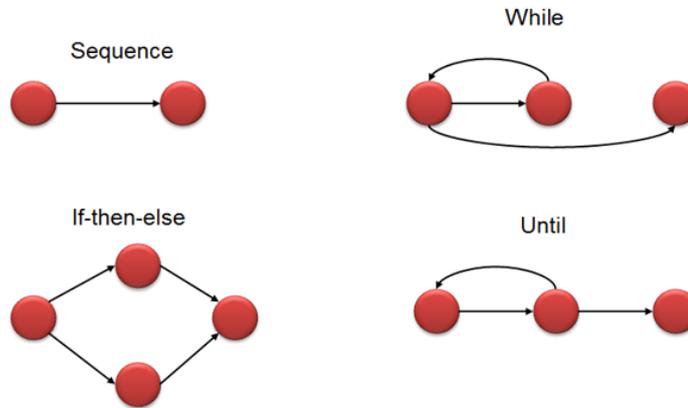


Figura 9.12: Ejemplos de diagramas de flujo para diferentes declaraciones, tomado de [10]

Matemáticamente, es un conjunto de caminos independientes a través del diagrama de flujo. La complejidad del código del programa se puede definir usando la fórmula:

$$V(G) = E - N + 2 \tag{9.1}$$

donde: E = número de aristas, N = número de nodos

Construct	Effect on CC	Reasoning
if	+1	An <code>if</code> statement is a single decision.
elif	+1	The <code>elif</code> statement adds another decision.
else	+0	The <code>else</code> statement does not cause a new decision. The decision is at the <code>if</code> .
for	+1	There is a decision at the start of the loop.
while	+1	There is a decision at the <code>while</code> statement.
except	+1	Each <code>except</code> branch adds a new conditional path of execution.
finally	+0	The <code>finally</code> block is unconditionally executed.
with	+1	The <code>with</code> statement roughly corresponds to a <code>try/except</code> block (see PEP 343 for details).
assert	+1	The <code>assert</code> statement internally roughly equals a conditional statement.
Comprehension	+1	A list/set/dict comprehension of generator expression is equivalent to a <code>for</code> loop.
Boolean Operator	+1	Every boolean operator (<code>and</code> , <code>or</code>) adds a decision point.

Figura 9.13: Efectos de cada sentencia en la complejidad ciclomática, tomado de [11]

Para medir la complejidad se utilizó la herramienta RADON. [11] RADON es una librería PYTHON que calcula varias métricas del código fuente. En el caso de la complejidad ciclomática, clasifica el puntaje de complejidad de la A a la F, donde A representa el puntaje más simple (por lo tanto mejor) y F el más complejo (peor).

1 - 5	A (low risk - simple block)
6 - 10	B (low risk - well structured and stable block)
11 - 20	C (moderate risk - slightly complex block)
21 - 30	D (more than moderate risk - more complex block)
31 - 40	E (high risk - complex block, alarming)
41+	F (very high risk - error-prone, unstable block)

Figura 9.14: Ranking Radon, tomado de [11]

Utilizando la herramienta en el código se obtuvieron los siguientes resultados (para ver los resultados completos ver Anexo 4):

541 blocks (classes, functions, methods) analyzed.

Average complexity: A (1.689463955637708)

Lo que demuestra que los bloques de código son simples y no presentan ningún riesgo con respecto a la complejidad. Un código simple hace más fácil el mantenimiento y las pruebas. Contribuyendo de esta manera a cumplir con la expansibilidad del software, definida como requerimiento no funcional, ya que permite la incorporación de nuevas funcionalidades o cambios con un menor impacto.

LCOM - Métrica de cohesión

Las métricas de cohesión miden qué tan bien están relacionados los métodos de una clase entre sí. Larry Constantine inventó las métricas de software de acoplamiento y cohesión a fines de la década de 1960 como parte del diseño estructurado, en función de las características de las prácticas de programación “buena” que redujeron los costos de mantenimiento y modificación.

En un sistema altamente cohesivo, la legibilidad y reutilización del código aumenta, mientras que la complejidad se mantiene manejable. La cohesión aumenta cuando las funcionalidades integradas en una clase y sus métodos están altamente relacionados. Asimismo, en una clase cohesiva, los métodos funcionan con el mismo conjunto de variables.

Para medir la cohesión se utilizó la herramienta LCOM. [55]. La métrica devuelve un puntaje que se evalúa de la siguiente manera:

Tabla 9.11: Puntajes de LCOM

1	Indicates a cohesive class, which is the “good” class
2	Indicates a problem. The class should be split into so many smaller classes
0	Happens when there are no methods in a class. This is also a “bad” class

Los resultados obtenidos fueron (para ver los resultados completos ver Anexo 5):

- Puntaje igual a 0: 147 clases
- Puntaje igual a 1: 50 clases
- Puntaje mayor o igual a 2: 3 clases

Resaltamos que aquellos resultados que son 0, se refiere a las clases utilizadas para el modelo de base de datos, la trazabilidad y los serializers. Los serializers permiten que datos complejos, como conjuntos de consultas e instancias de modelos, se conviertan en tipos de datos nativos de PYTHON que luego se puedan representar fácilmente en JSON, XML u otros tipos de contenido. Por esto son un piedra angular entre las comunicaciones del BACKEND y el FRONTEND. Por este motivo no consideramos eliminar ni unir las clases tal como sugiere la métrica.

La mayoría de los módulos restantes arrojan resultado 1, siendo este el resultado óptimo. Solo tres módulos resultan con LCOM = 2 (`app.models.sipome_user.SipomeUser`, `app.models.paciente.Paciente`, `app.api.record.views.RecordViewSet`). Dado que es el mínimo valor que representa problemas y que separar las clases implica un riesgo de generar defectos en la aplicación, decidimos no separar estas clases.

Se prefieren los módulos con una alta cohesión dado a que resultan más robustos, más fiables, más reutilizables y mejor comprendidos. Por otro lado, la baja cohesión se asocia con rasgos indeseables, tales como ser difícil de mantener, probar, volver a utilizar o incluso entender.

PEP 8 - Estilo de código

PEP 8[56] es un documento que proporciona pautas y mejores prácticas sobre cómo escribir código PYTHON. Fue escrito en 2001 por Guido van

Rossum, Barry Warsaw y Nick Coghlan. El objetivo principal de PEP 8 es mejorar la legibilidad y la coherencia del código PYTHON. Cubre desde estilos de formateo, hasta comentarios y convenciones de nombres.

De las 9058 líneas de código Python que tiene SIPOME cuando se comparan con el estándar no se obtienen diferencias. Esto demuestra la legibilidad del código. Es de vital importancia ya impacta directamente sobre la consistencia del sistema y por lo tanto con la capacidad de ampliación y creación de nuevas funcionalidades con mínimo impacto, siendo desarrolladas tanto por nuevos desarrolladores como por los existentes.

Proyectos de este estilo tienden a extenderse en el tiempo, involucrar a más de un desarrollador y posiblemente mejorados en un futuro por otro equipo de desarrollo. Especialmente cuando se trabaja con metodologías ágiles en las que es común hacer prácticas de code reviewing por otros compañeros del equipo. Por lo tanto es necesario ser lo más claro posible al momento de implementar, aspirando a generar código claro y legible como en este caso.

Capítulo 10

Consideraciones finales

10.1. Migración de datos

Una vez que el sistema esté implantado, se debe considerar como se va a trabajar con la información proveniente de los documentos de los pacientes anteriores al SIPOME. Se analizan a continuación tres posibles opciones distintas y luego se realiza una recomendación que es la que se considera más apropiada, tomando en cuenta la situación actual del INOT.

Opción 1: Migración total

Una opción podría ser ingresar toda la información de los pacientes y sus consultas existentes en los documentos en el nuevo sistema previo a que este entre en funcionamiento.

Esto presenta algunas ventajas, como el hecho de que toda la información, tanto la nueva como la histórica quedaría unificada en un mismo sistema. Además de que dicha información se verá beneficiada por las mejoras que trae el SIPOME, confiabilidad, consistencia, acceso a la información en todo momento e integración con la HCEN. La información estadística que se obtendría del SIPOME contendría además los datos históricos.

Sin embargo, para lograr esto se requiere invertir recursos y tiempo para ingresar la información en el sistema.

Opción 2: Solo usar SIPOME con pacientes nuevos

Otra posibilidad sería no migrar ningún dato antiguo y comenzar a utilizar el sistema con los nuevos pacientes.

Como ventaja el sistema estaría pronto para usar en cualquier momento sin necesidad de realizar ninguna carga de datos previa. Los datos de los pacientes nuevos serán consistentes, confiables y serán guardados en la HCEN del paciente. Mientras que los datos de los pacientes anteriores al SIPOME se manejarán de la misma manera que hasta el momento.

Presenta como desventajas que mientras que sigan existiendo pacientes previos al sistema se tendrán que utilizar simultáneamente tanto los documentos como el SIPOME dependiendo de que paciente se encuentra en la consulta. Asimismo, la información no se encontraría concentrada en un mismo lugar. Seguirían existiendo los problemas que motivaron este proyecto, como el duplicado de documentos en diferentes versiones, la posible pérdida y el acceso limitado a la información.

Opción 3: Migración progresiva

Una tercera opción sería realizar una migración progresiva. Es decir, con los nuevos pacientes utilizar el sistema como fue diseñado. Para los pacientes que ya se atendían en la institución, a medida que estos regresen a realizarse nuevas consultas se podría ir ingresando su información vieja. O utilizando el mismo razonamiento priorizar a los pacientes de acuerdo a quienes son los más próximos a tener consultas e ir cargando sus datos paulatinamente, en la medida de lo posible, sabiendo que los trabajadores del INOT tienen otras tareas que cumplir.

Esto tiene como ventaja que la información tanto vieja como nueva eventualmente estará toda concentrada en un mismo sistema, pero sin la necesidad de utilizar grandes recursos previo a la puesta en uso del SIPOME. Todos los datos serán consistentes y accesibles mediante la HCEN. El sistema puede ponerse en funcionamiento casi instantáneamente con la salvedad de que los datos de los pacientes que se encuentran en los documentos utilizados previamente deben cargarse antes que este realice una nueva consulta.

Recomendación

Si bien se presentaron tres opciones distintas, que se evalúan con características bien diferenciadas, entre una y otra existe también una variedad de matices. Se considera que la mejor opción sería migrar la información de todos los pacientes que aún se siguen atendiendo y que por lo tanto tendrán nuevas consultas en el SIPOME en lo posible antes de que este entre en funcionamiento. Para asegurarse que una vez que esté en funcionamiento el sistema tendrá todos los datos necesarios para que los médicos puedan utilizarlo y sacar conclusiones correctas en relación a los pacientes y los diagnósticos, tratamientos y exámenes que ellos ordenan.

Esto significaría invertir tiempo en recolectar los datos necesarios, convertirlos, porque seguramente la información al estar registrada de diferente manera tenga que ser trabajada antes de ser incorporada al SIPOME, para luego migrarlos. Por otra parte, la documentación de los pacientes que ya no se atienden en el INOT no sería esencial tenerla incorporada previo al momento de puesta en práctica del nuevo sistema. Aunque sí se recomienda que eventualmente ésta también se incluya para concentrar toda la información en un único punto y verse beneficiada de los restantes beneficios del SIPOME como es la calidad de los datos, el fácil acceso a la información, la consistencia y la seguridad entre otros. Asimismo, para que la parte estadística considere estos casos al momento de reportar la información.

10.2. Inconvenientes del proyecto

Desde un principio este proyecto se definió para que se unieran dos grupos de distintas disciplinas para realizar una tarea en conjunto. Para eso se presentó el proyecto de grado en la FIng que se materializa en este informe y un proyecto de tesis en la EUTM. El proyecto finalmente se conformó por los integrantes de este grupo y dos estudiantes de Registros Médicos (RRMM). La intención inicial de esta propuesta apuntaba a que los grupos se pudieran apoyar mutuamente en sus tareas, facilitando la realización del proyecto y enriqueciéndolo de múltiples puntos de vista pudiendo complementarse y generar un mejor resultado. El trabajo con el grupo de estudiantes de RRMM no fue fluido, aunque al principio se logró tener varias reuniones y se invirtió el tiempo necesario, se vio que el resultado de estos encuentros era poco enriquecedor.

Igualmente se intentó continuar el trabajo interdisciplinario pero se vio que el intercambio de información y trabajo en conjunto iba disminuyendo cada vez más. Esto impactó en la planificación del proyecto ya que se dependía de resultados de este trabajo interdisciplinario para avanzar sobre el desarrollo de SIPOME. Finalmente se tomó la decisión, con el aval del tutor Franco Símini, de continuar el trabajo independientemente del grupo de RRMM. Asumiendo los riesgos que esto implicaba ya que ahora parte de los insumos de conocimientos y ayuda en comprender y modelar mejor la realidad desde un punto de vista médico se veían reducidos. El grupo trabajó a pesar de estos inconvenientes y logró llevar adelante el proyecto SIPOME, se cumplieron las metas establecidas y se logró crear un sistema que se adecuaba a las necesidades actuales del INOT para informatizar sus datos clínicos a la vez que se genera un vínculo con la HCEN para integrar el INOT al sistema nacional.

10.3. Lecciones aprendidas

Tabla 10.1: Lecciones aprendidas

Nombre	Descripción	Impacto / Conclusión
Utilización de tecnologías innovadoras en el mercado	Al momento de seleccionar las tecnologías se considero no solamente el conocimiento de los integrantes del equipo en las mismas, sino que se busco también utilizar tecnologías actuales en el mercado.	Pensando en el mediano y largo plazo, el objetivo era buscar tecnologías vigentes en el mercado para prever continuidad y vigencia del sistema en el futuro. Asimismo, se busco que estas tecnologías estuvieran lo suficientemente desarrolladas para no presentar inconvenientes, madurez respecto a su aplicabilidad y estables y sostenibles en el tiempo; y que estuvieran por otra parte debidamente mantenidas para garantizar su soporte.

<p>Trabajo interdisciplinario con los médicos del INOT para comprender la patología oncológica músculo esquelética.</p>	<p>Los integrantes del proyecto no poseían conocimiento previo alguno sobre las patologías en cuestión.</p>	<p>Debido a esto, dedicaron varias horas de trabajo en conjunto con el equipo médico para comprender el problema y analizar las posibles soluciones. Fue un tiempo bien invertido porque era de vital importancia generar un producto que cubriera las necesidades de todos los involucrados (pacientes, médicos e institución).</p>
<p>Búsqueda de información confiable</p>	<p>Falta de experiencia en la búsqueda de fuentes de información confiables.</p>	<p>Se utilizó la herramienta Mendeley, aplicación web y de escritorio, propietaria y gratuita. Permite gestionar y compartir referencias bibliográficas y documentos de investigación, encontrar nuevas referencias y documentos.</p>
<p>Alcance indefinido</p>	<p>El alcance del proyecto se cerró en una etapa tardía.</p>	<p>Esto ocasionó que se tuviera que cambiar varias veces el diseño y la implementación lo cual impactó en la duración del proyecto. Así como incertidumbre y dudas entre los integrantes del equipo. Se debió haber acordado un alcance más preciso con todos los interesados en etapas más tempranas.</p>

<p>Estudio de sistemas similares</p>	<p>Dentro del análisis de la solución del problema se estudió en particular el sistema de la HCEO. Dicho sistema tiene algunos puntos de contacto con el SIPOME ya que esta diseñado para registrar los casos oncológicos más comunes en el país.</p>	<p>Fue el primer acercamiento del equipo con un sistema en funcionamiento dentro de la HCEN. Se analizó en profundidad y se utilizó como punto de partida, y referencia para comprender mejor la problemática, el ámbito de la medicina, incluyendo lenguaje utilizado, esquema de trabajo, etc y proponer posibles soluciones para las patologías estudiadas.</p>
<p>Elección de la metodología de desarrollo</p>	<p>Se decidió utilizar como guía de desarrollo la metodología FDD.</p>	<p>Elegir una metodología genera un enfoque estructurado del proyecto, con la finalidad de hacer más eficaz la producción y lograr un producto de alta calidad. En este casos se eligió una metodología basada en el diseño integral de la solución previo al comienzo del desarrollo porque se buscaba entender bien la solución antes de empezar el desarrollo ya que se trabajaba con temas médicos que no se dominaban. Se buscó, a su vez mucho apoyo de los usuarios expertos, en este caso médicos, al momento de pensar la solución.</p>

<p>Pruebas de aceptación y validación realizadas por usuarios especializados</p>	<p>Luego de que el equipo de desarrollo realizara todas las pruebas necesarias, tanto unitarias como de integración, se entrego una versión del sistema a los usuarios especializados para que estos probaran y validaran los desarrollos.</p>	<p>El hecho de que las pruebas además de ser realizadas por el equipo de desarrollo fueran realizadas por expertos aumenta la confiabilidad del sistema y nos asegura que el desarrollo realizado cumple con las expectativas de los usuarios y es entendido por ellos.</p>
<p>Integración con la HCEN</p>	<p>El sistema se tiene que incorporar en el ecosistema de la HCEN, pero no se contó con el acceso a la plataforma debido a las políticas de seguridad vigentes.</p>	<p>La interacción se simuló en gran medida utilizando diferentes herramientas que brinda AGESIC, lo que nos garantiza que al momento de conectarse con el sistema real no deberían existir mayores complicaciones.</p>
<p>Documentación tardía</p>	<p>Se cometió el error de no comenzar con la documentación al inicio del proyecto.</p>	<p>Se dedicó una gran cantidad de tiempo a la recopilación de información estudiada y se realizo la mayor parte de la documentación durante la etapa final del mismo. Al inicio, se intento llevar al menos, la documentación que correspondía al diseño al día. Sin embargo, durante las diferentes interacciones esto se fue perdiendo y no se pudo mantener este esquema predefinido.</p>

Integración con componentes de software de código abierto	Para resolver la parte del problema que solo implicaba a los estándares, en específico PACS y DICOM, que se encargan de la comunicación y guardado de imágenes, se utilizó el software Orthanc.	El objetivo del proyecto era enfocarse en desarrollar un sistema que cubriera las mejores prácticas dentro de las patologías de estudio. Por eso se decidió invertir mayor tiempo en estos aspectos del desarrollo y cubrir algunos de los estándares con software libre de código abierto. Asimismo, no generaba ningún valor agregado volver a desarrollar dicho software ya que solo se necesitaban los estándares y es lo que Orthanc proveía.
---	---	--

10.4. Conclusiones

El sistema SIPOME cumple con los objetivos planteados al comienzo del proyecto. Se consiguió implementar una herramienta informática que cumple con los requerimientos del doctor Nicolás Casales que beneficiará tanto a los pacientes como al INOT y sus médicos. Dicho sistema se encuentra alineado con las tecnologías del momento, se conecta con la HCEN, respetando la dirección y legislación en la que el país se inclina y adopta en materia de historias clínicas.

Permite registrar de manera eficaz y completa los datos de los pacientes así como los de sus consultas médicas, exámenes, tratamientos y distintos diagnósticos. A su vez permite extraer métricas sobre los datos del sistema de manera eficiente que podrían ser utilizadas posteriormente para mejorar la atención de los pacientes, lo que redundaría en beneficio de todos los usuarios, pacientes, médicos, instituciones y el sistema de salud en general. SIPOME maneja un sistema de roles de usuario lo que hace posible verificar el cumpli-

miento de los lineamientos de seguridad de la información de los pacientes así como también compartimentar y asegurar que cada persona realiza únicamente las tareas que puede desempeñar.

Se puso especial hincapié en la usabilidad del sistema sin descuidar la información clave que los médicos necesitan registrar. Esto significó un gran crecimiento y enriquecimiento para los integrantes del proyecto ya que representó el desafío de pensar el problema uniendo los conocimientos tanto de la ingeniería como de la medicina. Conocimiento que paulatinamente y con el soporte de los médicos, expertos en el área, se fueron adquiriendo en beneficio del desarrollo.

10.5. Trabajos a futuro

Se presentan a continuación posibles mejoras al sistema, así como extensiones, que permitan mejorar la calidad de información obtenida, mejoras a la experiencia de usuario y la seguridad del sistema.

Mejoras sobre funcionalidades existentes

Estadísticas

Por el momento en la parte de estadísticas del sistema, se pueden obtener datos sobre la cantidad de pacientes del sistema agrupados según las propias variables que se registran. Sin embargo si estas se quisieran combinar o se buscara calcular un indicador que involucrara a más de una esto no sería posible.

Analizando esto, se podrían plantear diferentes mejoras sobre esta funcionalidad con la finalidad de mejorar el sistema como posible herramienta de investigación. En primer lugar, se podría definir en conjunto con los médicos del INOT indicadores epidemiológicos específicos para las patologías de estudio y calcular estos al momento de obtener las estadísticas. En segundo lugar, lo que presenta una mayor complejidad a nivel de modelado de dominio, desarrollo, etc, sería generar un ambiente en el que los indicadores no estén definidos previamente sino que puedan ser creados por los usuarios a partir de las variables del sistema y operadores algebraicos. Finalmente, en SIPOME las estadísticas son realizadas sobre la totalidad de los datos registrados en el sistema. Sin embargo, los usuarios podrían querer filtrar los datos que se

analizan, por lo tanto se podrían agregar dichos filtros y no tomar todos los datos del sistema.

Opción “Sin dato”

Se notó al realizar las estadísticas que en la parte de antecedentes al ser modelados como booleanos, no se podía distinguir entre los casos en los que efectivamente fueran negativos y aquellos que no hubieran sido siquiera registrados. Por lo tanto podía producirse un error al contabilizar como negativos aquellas variables que el médico hubiera sin querer obviado al no haberlas preguntado o que simplemente el paciente había contestado que no sabía.

Este es un aspecto que se debería tomar en cuenta en todas las opciones booleanas del SIPOME ya que la misma problemática puede surgir en otros registros. Introducir una tercer opción en la que se encontrarían todos los valores booleanos inicialmente se podría utilizar como medida para verificar efectivamente que el médico no olvida inquirir al paciente de estos aspectos. Así como también en el caso de no poseer toda la información y no poder decidir únicamente entre una opción verdadera o falsa se registrarían los datos correctos en vez de suponer una de las opciones.

INUS

Otra modificación en la que se podría trabajar es en la integración de un INUS local o aún mejor si fuera posible entablar una conexión con el INUS nacional. Hasta el momento cuando los pacientes son creados en el SIPOME no se dan de alta en el INUS nacional (esto no es viable porque no se cuenta con una conexión a la RED SALUD) ni con un INUS local.

Para llevar a cabo esto, se pueden utilizar herramientas como Open Enterprise Master Patient Index (OpenEMPI)[57] que es una implementación de código abierto de un EMPI que es un repositorio que mantiene un registro de todos los pacientes en una empresa. Un EMPI proporciona muchos beneficios que incluyen:

- Mantiene un registro central de todos los pacientes y sus datos demográficos, asignando un identificador único a cada paciente.
- Elimina las entradas duplicadas de registro de pacientes que resultan debido a cambios en la demografía del paciente (el paciente se mudó

a otra ubicación), errores de entrada de datos durante el registro del paciente o falta de información demográfica.

- Brinda un servicio de localización de registros al permitir que los médicos de toda la empresa identifiquen qué proveedores de atención médica ha visitado un paciente.

Expandir los pacientes de SIPOME

Aprovechando a que se pensó el SIPOME como un sistema para ser utilizado internacionalmente principalmente por la incorporación de estándares internacionales para la codificación de algunas de las variables registradas, así como la posibilidad de cambiar el lenguaje del sistema. Esto se podría extender a la creación de pacientes. Actualmente pensando en la realidad local, la creación e identificación de los pacientes se hace a partir de la cédula de identidad. Sería ideal ampliar esta idea y permitir crear pacientes con otro documento de identificación.

Mejoras a partir del uso del sistema

Uno de los objetivos del SIPOME era que se pudiera, tanto a partir de los resultados de los datos estadísticos como de la utilización por parte de los médicos, estudiantes y enfermeras del INOT, aprovechar para evaluar las normas de atención utilizadas hasta el momento. A medida de que se ponga en funcionamiento el sistema y se comience a registrar datos durante las consultas se podrá evaluar si es necesario realizar algún cambio en los protocolos de atención del INOT y como estos se verían impactados en el sistema. Ya sea desde cambiar la visualización de las pantallas hasta crear nuevas variables para el registro de datos, o la creación de nuevos indicadores estadísticos.

CDA nivel 2

En el SIPOME se generaran CDAs nivel 1, esto se podría mejorar y generar CDAs nivel 2 o incluso nivel 3. Se cuenta en el sistema con toda la información para realizarlo. A mayor nivel se tiene una mayor reutilización de datos clínicos para informes de salud, auditoría de calidad, mejora de la seguridad del paciente y se facilita el análisis de datos de ensayos clínicos. Asimismo, en el caso de intercambiar información con otros países esta se encuentra estandarizada.

Mejoras sobre la interfaz de usuario

Información del paciente

Un aspecto que se planteo en las retroalimentaciones de las entregas del sistema, es la necesidad de los médicos de poder ver la mayor cantidad de información posible de un paciente en una misma pantalla. Más específicamente, el ver simultáneamente la información del registro clínico, los exámenes, tratamientos y seguimientos en una misma pantalla. Aunque sea una menor cantidad de datos y que luego al seleccionar cada aspecto se obtenga la información completa. Tener una visión global ayuda al médico a no olvidar ningún aspecto de la historia clínica del paciente, especialmente en este tipo de patologías cuando en algunos casos los paciente solo concurren a la consulta una vez al año. Debido a falta de tiempo no se llevo a realizar ya que se priorizaron otras características por sobre esta.

Localización

Otra aspecto que se podría mejorar en lo que respecta a la interfaz de usuario es la parte vinculada a la localización de las patologías. Hasta el momento el médico selecciona el código de la misma dentro del estándar de topografía de la CIE-O. Lo que plantearon los usuarios como oportunidad de mejora, que debido a la complejidad que presenta escapaba del alcance de este proyecto; sería que respetando el estándar, se pudieran elegir las distintas partes del cuerpo desde un diseño 3D del cuerpo humano. Lo ideal es que se pudiera ir navegando de una forma visual desde lo más general hasta llegar a una localización específica y que luego esta se tradujera al estándar.

Investigando un poco en este último punto se encontró un proyecto de la U.S. National Library of Medicine denominado Visible Human Project.[58] Este es un conjunto de datos detallados de fotografías transversales del cuerpo humano, con el fin de facilitar las aplicaciones de visualización de anatomía. Los conjuntos de datos fueron diseñados para servir como:

1. una referencia para el estudio de la anatomía humana
2. datos de dominio público para probar algoritmos de imágenes médicas
3. un banco de pruebas y un modelo para la construcción de librerías de imágenes accesibles en red

Trabajar sobre el empoderamiento de los pacientes

En el año 2012 la oficina regional europea de la World Health Organization (WHO) hace público el programa Health 2020 [59] en el que se establecen las orientaciones estratégicas y las áreas prioritarias de acción política para Europa en materia de salud y bienestar hasta el año 2020. Uno de los objetivos específicos definidos en este programa, es el empoderamiento de los pacientes y el personal de la salud interviniente. En el mismo informe se considera que el empoderamiento y la atención centrada en el paciente son elementos clave para mejorar los resultados en salud, aumentar la satisfacción de los usuarios, mejorar la comunicación entre profesionales y pacientes, y obtener un mayor cumplimiento de los planes terapéuticos, además de optimizar el uso de los recursos y los costes de la atención en salud.[60]

Un paciente empoderado es un paciente con capacidad para decidir, satisfacer necesidades y resolver problemas, con pensamiento crítico y control sobre su vida. Esto se consigue, en primer lugar, con el conocimiento. Si la información es poder, un paciente empoderado tiene que ser un paciente informado y por lo tanto disponer de las nociones suficientes para entender la enfermedad y su tratamiento. Corresponde a los profesionales de la salud transferir los conocimientos y las habilidades para que el ciudadano sea capaz de elegir entre las múltiples opciones que tiene al alcance y actuar en consecuencia para evaluar conjuntamente con el profesional, la mejor alternativa para su persona y diagnóstico.

Trabajando sobre estos lineamientos es que se propone crear vistas donde los pacientes puedan acceder a su información. Asimismo, se podría implementar un sistema donde estos puedan realizar consultas sobre sus tratamientos, diagnósticos, o cualquier otra incertidumbre que pueda surgir que serán respondidos por un médico.

Generando un vínculo más activo con el paciente, se estima fomentar el cumplimiento y seguimiento de sus tratamientos y sus calendarios de consultas que hasta el momento constituye uno de los problemas de los pacientes del INOT. Para lograr esto se puede pensar en un sistema de notificaciones y recordatorios, donde tanto los pacientes como los médicos puedan generar citas o anuncios.

Nuevas funcionalidades a implementar en el sistema

Visualizar CDAs

Dentro de nuevas funcionalidades que se podrían desarrollar para complementar el SIPOME, una de ella sería integrar un visualizador de CDAs. Eventualmente cuando el sistema esté conectado con la HCEN con esta funcionalidad se podría visualizar la información clínica que existe del paciente en otras instituciones. Para implementar dicha funcionalidad se pueden tomar dos caminos principalmente. El primero consiste en desarrollar desde 0 la aplicación siguiendo los estándares HL7 comentados previamente en este documento. Mientras que el otro sería utilizar una aplicación ya existente e integrarla en el sistema. Para este último caso, se podría utilizar The Backbeach Software C-CDA Viewer[61], software que permite una representación fácil de usar de documentos C-CDA complejos directamente en cualquier navegador web.

Gestor de pacientes

De igual manera, como se menciona anteriormente la agenda de pacientes se encuentra en otro sistema. Sin embargo, si se lograra conectar con el SIPOME o directamente para aquellos pacientes de las patologías oncológicas músculo esqueléticas se gestionaran totalmente dentro del sistema, se podría implementar una agenda de pacientes. Esta podría contar con alarmas y recordatorios cuando los pacientes tengan consultas o cuando se haya cumplido el plazo en el que estos tenían que regresar para un control y no lo hicieron. Además se podría implementar algún tipo de comunicación por la cual el médico pueda hacer un seguimiento y acompañamiento de los pacientes.

Inteligencia artificial

Con el avance tecnológico surgen mayores posibilidades a la hora de expandir los sistemas actuales. Tal es el caso de la inteligencia artificial, esta se podría utilizar para ayudar a los médicos en el diagnóstico de los pacientes, tomando en cuenta los datos clínicos ingresados de los mismos y casos previos. Es decir basándose en los datos de los antecedentes, síntomas, resultados de exámenes y cualquier otro dato registrado en el SIPOME podrían apoyar al médico en la toma de decisión en cuanto a un diagnóstico o incluso un tratamiento.

Este tema es algo que se ha comenzado a analizar cada vez más en los últimos años, y existen varias posibilidades dentro del rango de la ingeniería artificial. Por ejemplo, el razonamiento basado en casos, se ha utilizado con éxito en el diagnóstico clínico asistido. En la Universidad de Tampere, Finlandia, se desarrolla un abordaje de inmunodeficiencias primarias asistido mediante un sistema de conocimiento, una máquina de inferencia y la interfaz del usuario, ya funcional en fase de prototipo, con 708 casos clínicos y 148 atributos o parámetros incluidos. Este grupo cuenta con una amplia experiencia en bioinformática aplicada a inmunodeficiencias primarias; ellos mismos eligieron el agrupamiento no supervisado para reclasificar las inmunodeficiencias en 11 grupos de defectos mediante un consenso de cinco métodos. Los resultados preliminares arrojaron 469 casos correctamente clasificados, una exactitud de 66 %.[62]

Otra opción son las redes neuronales artificiales, inteligencias compartidas de varias capas que deben someterse a capacitación antes de ser funcionales. Seixas y Colaboradore, en 2013, usaron redes neuronales artificiales para diagnosticar tuberculosis pleural sólo con parámetros clínicos y el estado de infección por VIH, a partir de una base de adiestramiento de 137 pacientes, considerando como patrón de referencia, cualquier prueba positiva para tuberculosis. El desempeño fue superior a todas las otras pruebas diagnósticas por separado y alcanzó más de 90 % de exactitud.[63]

Seguridad

Confidencialidad

Con la finalidad de mejorar la confidencialidad del sistema, propiedad que impide la divulgación de información a individuos, entidades o procesos no autorizados, se podría compartimentar la información y mantener los datos patronímicos del paciente en una base distinta a aquella que contiene los datos clínicos. De esta forma a pesar de que una de las bases estuviera comprometida igual no se obtendría la información confidencial de los pacientes ya que no se podría vincular pacientes con consultas.

Disponibilidad

Para garantizar la disponibilidad de la información en todo momento y en caso de contingencia, se podría duplicar la base de datos. Teniendo al menos dos copias de la información en el eventual caso de que una de ellas deje de existir total o parcialmente igual no se perderá ningún dato. Esto es de especial interés en sistemas de este tipo cuando la información es crítica.

Conectarlo a la HCEN

Lo ideal sería conectarse a la RED SALUD nacional, en primer instancia en un ambiente de prueba para poder realizar las últimas verificaciones. Verificar la integración con los demás sistemas, que la generación de CDAs sea correcta, que se este realizando adecuadamente el intercambio de información clínica de los pacientes. Una vez que todos estos puntos sean revisados dejar en funcionamiento el SIPOME en el ambiente productivo.

Referencias bibliográficas

- [1] Salud.uy - Equipo de Metadata y Arquitectura, “Guía Técnica de Metadatos XDS,” tech. rep., Salud.uy, 2019.
- [2] Salud.uy, “Arquitectura Tecnológica - Inicio - Arquitectura,” tech. rep., Agesic, 2019.
- [3] Salud.uy, “Guía de Servicios XDS,” tech. rep., Agesic, 2017.
- [4] E. D. A. Salud.uy, “Modelo de Casos de Uso XDS Agosto 2019,” tech. rep., Agesic, 2019.
- [5] E. D. A. Salud.uy, “Documento de Arquitectura XDS Equipo de Arquitectura Dirección del Proyecto,” tech. rep., Agesic, 2017.
- [6] University Hospital of Liège and Osimis, Belgium and the Orthanc Community, “Understanding DICOM with Orthanc — Orthanc Book documentation,” 2019.
- [7] Agesic, “Funcionalidades Historia clínica electrónica oncológica (HCEO),” tech. rep., Agesic, Presidencia de la República Oriental del Uruguay, 2015.
- [8] S. Palmer and J. Felsing, *A Practical Guide to Feature-Driven Development*. Prentice Hall PTR, 2002.
- [9] G. Vázquez, “Testing de Performance aplicando metodologías de ingeniería del Software y experiencias de su aplicación en Uruguay,” tech. rep., Centro de Ensayos de Software, Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, 2010.
- [10] T. J. McCabe, “A complexity measure,” in *IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING*, no. 4, p. 308, 1976.

- [11] M. Lacchia, “Radon · PyPI.” <https://pypi.org/project/radon/>, 2020.
- [12] F. Murdocco, M. Tola, and Y. Villanueva, *Registro electrónico para la Unidad de Patologías Oncológicas Músculo- Esqueléticas del Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología*. PhD thesis, Internado Licenciatura en Registros Médicos. Escuela Universitaria de Tecnología Médica, 2015.
- [13] C. A. G. Díaz, A. A. González, J. C. G. de Azcárate, M. C. Castellón, P. C. Molina, F. E. Mota, J. A. F. Rojo, J. A. G. Sanchez, M. G. Hualde, A. G. Sanchez, C. H. Salvador, M. I. Elizondo, E. M. Montes, F. M. Peña, J. L. M. Farina, J. A. M. Segura, J. N. Garcia, J. R. R. M. R. V. C. Sanchez, J. S. Ureta, T. M. S. Birkenes, and J. M. V. Lopez, *Informes SEIS*. Madrid: Sociedad Española de Informática de la Salud, primera ed ed., 2003.
- [14] ISO 18308:2011, “ISO - Health informatics — Requirements for an electronic health record architecture,” 2011.
- [15] National Electrical Manufacturers Association, “Current Edition – DICOM Standard,” standard, Agestic, 2002.
- [16] R. H. Choplin and J. M. Boebme, “PACS Mini Refresher Course Picture Archiving and Communication Systems: An Overview,” Tech. Rep. Volume 12, Radio Graphics, 2012.
- [17] Health Level Seven International, “Documentation - FHIR v4.0.1,” standard, HL7 International, 2019.
- [18] Health Level Seven International, “HL7 Standards Product Brief - CDA® Release 2,” standard, HL7 International, 2019.
- [19] International Health Standards Development Organisation (IHTSDO), “Guía de Introducción a SNOMED CT,” tech. rep., International Health Standards Development Organisation (IHTSDO), 2014.
- [20] S. C. Semler, “LOINC: Origin, development of and perspectives for medical research and biobanking – 20 years on the way to implementation in Germany,” *Journal of Laboratory Medicine*, vol. 43, pp. 359–382, dec 2019.

- [21] New England Journal of Medicine, “Health Information Exchanges and your EMR Selection Process,” *New England Journal of Medicine*, 2011.
- [22] A. Rajkomar, E. Oren, K. Chen, A. M. Dai, N. Hajaj, M. Hardt, P. J. Liu, X. Liu, J. Marcus, M. Sun, P. Sundberg, H. Yee, K. Zhang, Y. Zhang, G. Flores, G. E. Duggan, J. Irvine, Q. Le, K. Litsch, A. Mossin, J. Tansuwan, D. Wang, J. Wexler, J. Wilson, D. Ludwig, S. L. Volchenboun, K. Chou, M. Pearson, S. Madabushi, N. H. Shah, A. J. Butte, M. D. Howell, C. Cui, G. S. Corrado, and J. Dean, “ARTICLE Scalable and accurate deep learning with electronic health records,” *npj - Digital Medicine*, vol. 1, p. 18, 2018.
- [23] D. Luna and F. González Bernaldo de Quirós, “La historia clínica electrónica,” *Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud - Publicación de las Naciones Unidas*, vol. LC/L.3446, 2012.
- [24] DICOM Standards Committee, “Key Concepts – DICOM Standard,” standard, DICOM Standards Committee, 2019.
- [25] M. Alhajeri and S. G. S. Shah, “Limitations in and Solutions for Improving the Functionality of Picture Archiving and Communication System: an Exploratory Study of PACS Professionals’ Perspectives,” *Journal of Digital Imaging*, vol. 32, pp. 54–67, feb 2019.
- [26] S. Houta, T. Ameler, and R. Surges, “Use of HL7 FHIR to structure data in epilepsy self-management applications,” in *International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications*, vol. 2019-October, pp. 111–115, IEEE Computer Society, oct 2019.
- [27] Health Level Seven International, “HL7 Standards Product Brief - HL7 Version 2 Product Suite ,” standard, HL7 International, 2019.
- [28] Health Level Seven International, “HL7 Standards Product Brief - HL7 Version 3 Product Suite,” standard, HL7 International, 2019.
- [29] Health Level Seven International, “HL7 Standards Product Brief - C-CDA (HL7 CDA® R2 Implementation Guide: Consolidated CDA Templates for Clinical Notes - US Realm),” standard, HL7 International, 2019.

- [30] Health Level Seven International, “HL7 Standards Product Brief - HL7 Context Management Specification (CCOW), Version 1.6,” standard, HL7 International, 2019.
- [31] H. Wang and G. Hu, “Design of Message Validation Method in HL7 Medical Information System,” in *Proceedings of 2018 2nd IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference, IMCEC 2018*, pp. 1541–1545, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., sep 2018.
- [32] A. Agrawal and K. Qazi, “A Machine Learning Approach for Quality Assurance of SNOMED CT,” in *2019 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)*, pp. 792–798, IEEE, nov 2019.
- [33] S. McInnis and A. Agrawal, “Web-based Visualization and Navigation of the Content of SNOMED CT,” in *Proceedings on 2018 International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering, ICACCE 2018*, pp. 348–353, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., aug 2018.
- [34] S. Zhou, C. Chen, and H. H. Gu, “Testing and Evaluating SNOMED CT Web Browsers’ Textual Search Feature,” in *2019 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)*, pp. 1954–1961, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), nov 2019.
- [35] Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento, “SNOMED CT,” tech. rep., Agesic, 2018.
- [36] D. J. V. Jamalynne Deckard, Clement J McDonald, “Supporting interoperability of genetic data with LOINC,” tech. rep., Journal of the American Medical Informatics Association — Oxford Academic, 2015.
- [37] International Organization for Standardization, “ISO - ISO/TS 15000-3:2004 - Electronic business eXtensible Markup Language (eXML) — Part 3: Registry information model specification (eBRIM),” standard, International Organization for Standardization, 2004.
- [38] Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales, “Ley 19355 artículo 466,” tech. rep., Presidencia de la República Oriental del Uruguay, 2015.

- [39] Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales, “Decreto 242/017,” tech. rep., Presidencia de la República Oriental del Uruguay, 2017.
- [40] Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales, “Decreto 459/016,” tech. rep., Presidencia de la República Oriental del Uruguay, 2017.
- [41] Ministerio de Salud Pública, “Ordenanza Núm. 1.017/019 - Historia Clínica Electrónica,” tech. rep., Ministerio de economía y finanzas, Presidencia de la República Oriental del Uruguay, 2019.
- [42] Agestic, “Avances en la Ordenanza del Plan de Adopción para la HCEN,” tech. rep., Agestic, Ministerio de economía y finanzas, Ministerio de salud y Presidencia de la República Oriental del Uruguay, 2020.
- [43] Integrating the Healthcare Enterprise, “Audit Trail and Node Authentication,” tech. rep., IHE International, 2020.
- [44] Integrating the Healthcare Enterprise, “Integrating the Healthcare Enterprise (IHE),” tech. rep., IHE International, 2020.
- [45] ITI Technical Committee, “Revision 16.0-Final Text,” tech. rep., IHE International, 2019.
- [46] S. Jodogne, “The Orthanc Ecosystem for Medical Imaging,” *Journal of Digital Imaging*, vol. 31, no. 3, pp. 341–352, 2018.
- [47] Unidad Nacional de Asignación de OID. unaoid <http://unaoid.gub.uy/>, 2019.
- [48] D. Rojas, J. Alburquerque, J. Bermejo, O. Blanco, J. Carnicero, F. Escolar, A. Fernández, M. García, R. S. Hualde, D. Huneeus, J. Lagarto, M. Teresa Martínez-Berganza, A. L. Mazón, E. Oviedo, and F. Quintana, “Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud,” tech. rep., Publicación de las Naciones Unidas, 2012.
- [49] SimilarTech Ltd., “Django VS Spring - Framework Technologies Market Share Comparison.” <https://www.similartech.com/compare/django-vs-spring>, 2020.

- [50] S. Krause, “A comparison of the performance of a few popular javascript frameworks.” <https://github.com/krausest/js-framework-benchmark>, 2020.
- [51] A. Fritz, C. Percy, A. Jack, and S. Kanagaratnam, “CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE ENFERMEDADES PARA ONCOLOGÍA(CIE-O) 3A. Ed. Reseña bibliográfica,” tech. rep., Rev. Esp. Salud Pública, 2003.
- [52] L. Calabria, “Metodología FDD,” tech. rep., Universidad ORT Uruguay Facultad de Ingeniería, 2003.
- [53] N. Batchelder, “coverage · PyPI.” <https://pypi.org/project/coverage/>, 2020.
- [54] B. Pérez, A. Pittier, M. Travieso, and M. Wodzislowski, “Testing exploratorio en la práctica,” tech. rep., Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, 2010.
- [55] M. Wachowski, “lcom · PyPI.” <https://pypi.org/project/lcom/>, 2017.
- [56] N. C. Guido van Rossum, Barry Warsaw, “PEP 8 – Style Guide for Python Code — Python.org,” 2001.
- [57] OpenEMPI, “OpenEMPI — OpenHIE.” <https://ohie.org/project/openempi/>, 2020.
- [58] P. Michael J. Ackerman, “The National Library of Medicines Visible Human Project,” *U.S. National Library of Medicine*, 2007.
- [59] World Health Organization, “Health 2020 policy framework and strategy,” In: Report EUR/RC62/8, Regional Committee for Europe Sixty-second session, 2012.
- [60] P. G. Cerezo, M.-E. Juvé-Udina, and P. Delgado-Hito, “Del concepto de empoderamiento del paciente a los instrumentos de medida: una revisión integrativa,” *Journal of school of nursing USP*, vol. 50, no. 4, pp. 664–671, 2016.
- [61] B. Bryn Lewis, “C-CDA Viewer: HL7 Tooling Challenge.” https://github.com/brynlewis/C-CDA_Viewer, 2017.

- [62] C. Samarghitean, C. Ortutay, and M. Vihinen, “Systematic Classification of Primary Immunodeficiencies Based on Clinical, Pathological, and Laboratory Parameters,” *The Journal of Immunology*, vol. ISSN: 1550, 2009.
- [63] S. O. Lugo-Reyes, G. Maldonado-Colín, and C. Murata, “Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina,” *Revista Alergia Mexico*, vol. 61, no. 2, pp. 110–120, 2014.

Glosario

- AGESIC** Agencia de Gobierno electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento: es una unidad ejecutora dependiente de la Presidencia de la República Oriental del Uruguay. Su finalidad es liderar la estrategia de Gobierno Electrónico y su implementación en el país, como base en un Estado eficiente y centrado en el ciudadano, impulsando el acceso a la Información, además de la inclusión y equidad en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. [20](#), [21](#), [26](#), [27](#), [34](#), [65](#), [115](#), [119](#), [150](#)
- ANSI** American National Standards Institute, o el instituto nacional estadounidense de estándares es una organización sin fines de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos. [8](#)
- API** Application Programming Interface, o interfaz de programación de aplicaciones: es un conjunto de rutinas que provee acceso a funciones de un determinado software. [32](#), [64](#), [71](#), [72](#), [73](#), [79](#)
- Appliance** Componente que asegura un front end de servicios normalizados y estandarizados, además de soportar la integración de los sistemas informáticos de cada prestador para con los servicios de información a suministrar y consumir. [26](#), [27](#), [28](#), [29](#)
- Backend** Refiere a la capa de acceso a datos del sistema, la cual soporta la lógica de la aplicación [56](#), [57](#), [66](#), [72](#), [73](#), [81](#), [142](#)
- CDA** Clinical Document Architecture, o la arquitectura de documentos clínicos es un estándar HL7 de marcado XML que pretende especificar la codificación, estructura y semántica de documentos clínicos para intercambio entre sistemas informáticos. [8](#), [13](#), [16](#), [18](#), [28](#), [29](#), [54](#), [56](#), [63](#), [64](#), [65](#), [66](#), [74](#), [76](#), [77](#), [79](#), [80](#), [154](#), [159](#)
- CIE-10** Clasificación Internacional de Enfermedades, 10.^a edición correspondiente a la versión en español de la versión en inglés ICD, siglas de

International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems. Determina la clasificación y codificación de las enfermedades y una amplia variedad de signos, síntomas, hallazgos anormales, denuncias, circunstancias sociales y causas externas de daños y/o enfermedad. [17](#)

CIE-O Clasificación Internacional de Enfermedades para Oncología: es una extensión de la International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems aplicada al dominio específico de las enfermedades tumorales [40](#), [41](#), [59](#), [60](#), [61](#), [80](#), [123](#), [155](#)

CSRF Cross-site request forgery: es un tipo de exploit malicioso de un sitio web en el que comandos no autorizados son transmitidos por un usuario en el cual el sitio web confía. [73](#)

Clickjacking Técnica maliciosa para engañar a usuarios de Internet con el fin de que revelen información confidencial o tomar control de su ordenador cuando hacen clic en páginas web aparentemente inocentes. [73](#)

Coverage Herramienta que mide la cobertura de código para Python [122](#)

DICOM Digital Imaging and Communication On Medicine: es un estándar de transmisión de imágenes médicas y datos entre hardware de propósito médico. [7](#), [10](#), [12](#), [32](#), [33](#), [41](#), [42](#), [57](#), [61](#), [81](#), [100](#), [101](#)

Demonio Es un tipo especial de proceso informático no interactivo, es decir, que se ejecuta en segundo plano en vez de ser controlado directamente por el usuario. [56](#), [66](#), [78](#), [79](#)

Django Framework de desarrollo web de código abierto, escrito en Python. [66](#), [67](#), [68](#), [71](#), [72](#), [73](#), [78](#), [79](#), [82](#)

ESB Enterprise Service Bus: es un modelo de arquitectura de software que gestiona la comunicación entre servicios web [25](#)

FDD Feature Driven Development: es una metodología ágil para el desarrollo de sistemas, basado en la calidad del software, que incluye un monitoreo constante del proyecto. [110](#), [111](#), [112](#), [149](#)

Frontend Refiere a la capa de presentación de la aplicación. [56](#), [68](#), [82](#), [142](#)

Git Software de control de versiones. [70](#), [117](#)

HCE La Historia Clínica Electrónica es el conjunto global y estructurado de información relacionado con los procesos asistenciales de un paciente, soportado por una plataforma informática [7](#), [8](#), [22](#)

HCEN Plataforma de la historia clínica electrónica nacional, contiene el regis-

tro de las personas y de todos sus eventos clínicos electrónicos y conecta a todas las organizaciones de la salud a través de una red privada de datos, la red salud. [4](#), [18](#), [20](#), [21](#), [23](#), [25](#), [27](#), [42](#), [54](#), [56](#), [57](#), [65](#), [114](#), [115](#), [144](#), [145](#), [147](#), [149](#), [150](#), [151](#), [157](#), [203](#)

HCEO La Historia Clínica Electrónica Oncológica es un sistema de registro clínico electrónico que genera una visión integral del paciente oncológico y contribuye a mejorar su atención médica. [21](#), [44](#), [45](#), [46](#), [48](#), [50](#), [51](#), [54](#), [55](#), [115](#), [149](#)

HL7 Health Level Seven: es un conjunto de estándares para facilitar el intercambio electrónico de información clínica; que utiliza una notación formal del lenguaje unificado de modelado (Unified Modeling Language, UML) y un metalenguaje extensible de marcado con etiquetas (Extensible Markup Language, XML). [8](#), [13](#), [157](#)

HTTPS Secure Hypertext Transfer Protocol, o protocolo seguro de transferencia de hipertexto es un protocolo de aplicación basado en el protocolo HTTP, destinado a la transferencia segura de datos de hipertexto, es decir, es la versión segura de HTTP. [73](#)

Hemopatía maligna Grupo heterogéneo de enfermedades malignas que afectan a la sangre, la médula ósea y los ganglios linfáticos. Las causas más frecuentes de estos trastornos son translocaciones en cromosomas, algo que no se ve con frecuencia asociado a tumores sólidos. [41](#), [60](#), [81](#), [95](#), [97](#)

INUS Índice Nacional de Usuarios, cumple la función de Índice Maestro de Pacientes como motor específico de salud y es compatible con los estándares que se usan tanto a nivel nacional como internacional. [24](#), [65](#), [66](#), [153](#)

JMeter Herramienta Python que computa varias métricas del código fuente, entre ellas la complejidad ciclomática [129](#), [131](#)

JSON JavaScript Object Notation: formato de texto sencillo para el intercambio de datos. [73](#), [142](#)

LCOM Es un método para medir la cohesión de una clase, es decir que tan bien están relacionados los métodos de una clase entre sí. [141](#), [142](#)

LOINC Logical Observation Identifiers Names and Codes: es una base de datos y un estándar universal para identificar los resultados de laboratorio médico. [8](#), [15](#), [16](#), [17](#)

Log Refiere a la grabación secuencial en un archivo o en una base de datos de todos los acontecimientos que afectan a un proceso particular. De esta

- forma constituye una evidencia del comportamiento del sistema. [78](#), [79](#)
- Metástasis** Proceso de propagación de un foco canceroso a un órgano distinto de aquel en que se inició. Ocurre generalmente por vía sanguínea o linfática. [41](#), [60](#), [95](#), [97](#)
- OID** Identificador de objetos y se define de acuerdo a una asignación jerárquica. [34](#), [35](#), [74](#), [75](#)
- PACS** Picture Archiving and Communication System, o el sistema de archivado y transmisión de imágenes en español es un sistema computarizado para el archivado digital de imágenes médicas y para la transmisión de éstas a estaciones de visualización dedicadas o entre éstas a través de una red informática. [7](#), [10](#), [11](#), [12](#), [57](#), [81](#)
- PDI** Es un nodo que se corresponde con los equipos virtuales asociados a la Plataforma de Interoperabilidad de AGESIC [25](#), [26](#), [65](#)
- PEP 8** Herramienta para verificar código Python contra algunas de las convenciones de estilo en PEP 8. [142](#), [143](#)
- PostgreSQL** Sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos y de código abierto. [32](#), [69](#)
- Python** Lenguaje de programación interpretado, dinámico y multiplataforma. [66](#), [67](#), [68](#), [73](#), [74](#), [140](#), [142](#), [143](#)
- REST** Representational State Transfer: es un estilo de arquitectura de software para sistemas hipermedia distribuidos como la World Wide Web. [13](#), [32](#), [56](#), [64](#), [71](#), [81](#), [82](#), [121](#)
- Radon** Utilizado como una herramienta de prueba de carga para analizar y medir el rendimiento de una variedad de servicios, con énfasis en aplicaciones web. [139](#), [140](#)
- React** Biblioteca Javascript de código abierto diseñada para crear interfaces de usuario con el objetivo de facilitar el desarrollo de aplicaciones en una sola página. [68](#), [69](#), [82](#)
- Red Salud** Red privada de alta velocidad que interconecta a todos los prestadores de salud del país. Se trata de un instrumento clave para el Programa Salud.uy que posibilita el intercambio de información clínica de forma segura. Es una red de alta disponibilidad, escalable, segura, auditada por CERTuy y monitoreada 24/7. [19](#), [20](#), [26](#), [27](#), [115](#), [153](#), [159](#)
- SNOMED-CT** Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms: es la terminología clínica integral, multilingüe y codificada de mayor

- amplitud, precisión e importancia desarrollada en el mundo. [13](#), [14](#), [15](#), [17](#)
- SOAP** Simple Object Access Protocol: es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML [56](#), [57](#), [66](#), [74](#)
- SPA** Single Page Application: aplicación web de una sola pagina, es decir, la interacción de la aplicación es en una pagina [82](#)
- SQL** Structured Query Language: es un lenguaje de dominio específico utilizado en programación, diseñado para administrar, y recuperar información de sistemas de gestión de bases de datos relacionales. [73](#)
- Salud.uy** Programa que define estándares, lineamientos de informática médica y el contexto técnico y regulatorio habilitante para hacer posible y segura la historia clínica electrónica nacional (HCEN). [4](#), [6](#), [20](#), [21](#), [22](#), [43](#), [44](#), [75](#), [76](#)
- Sarcoma** Tipo de cáncer que empieza en el hueso o en los tejidos blandos del cuerpo. El tratamiento y el pronóstico dependen del tipo y el grado del cáncer (anomalía de las células cancerosas y la rapidez con que es probable que el cáncer crezca y se disemine). El sarcoma se presenta tanto en adultos como en niños. [40](#), [60](#), [81](#), [95](#), [97](#)
- Submission Set** Un conjunto de documentos relacionados con un paciente que un médico del sistema fuente ha decidido publicar. [29](#)
- TCP/IP** Es un conjunto de protocolos que permiten la comunicación entre los ordenadores pertenecientes a una red. [10](#)
- UML** Unified Modeling Language: es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad [13](#), [59](#), [174](#)
- XDS** IHE Cross Enterprise Document Sharing: Es un perfil utilizado para el intercambio de documentos clínicos. [17](#), [18](#), [22](#), [24](#), [25](#), [27](#), [28](#), [29](#), [30](#), [31](#), [54](#), [66](#), [76](#), [77](#)
- XML** eXtensible Markup Language, o Lenguaje de Marcado Extensible es un metalenguaje que permite definir lenguajes de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) utilizado para almacenar datos en forma legible. [8](#), [13](#), [74](#), [76](#), [142](#)
- XSS** Cross-site scripting: es un tipo de vulnerabilidad informática o agujero de seguridad típico de las aplicaciones Web, que puede permitir a una tercera persona inyectar en páginas web visitadas por el usuario código

JavaScript o en otro lenguaje similar. [72](#)

Yup Yup es un generador de esquemas de JavaScript para parsear y validar valores. [82](#)

ANEXOS

Anexo 1

Casos de Uso

A continuación, se presentan los distintos casos de uso. Para ello utilizaremos la metodología UML.

Nombre: Registrar usuario
Objetivo: Dar de alta un nuevo usuario en el sistema
Actores: Administrador, Médico, Estudiante
Pre-condiciones:
Descripción: Se ingresan los datos del usuario y el sistema lo registra en la base de datos. Inicialmente se crea el usuario sin ningún permiso.
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none">1. El nuevo usuario ingresa un nombre de usuario, email, cédula, nombre, apellido, contraseña y confirmación de la misma.2. El usuario guarda esta información3. El sistema ingresa al usuario a la aplicación, sin darle ningún permiso.

Flujos Alternativos:

- 3A. El usuario no ingresa todos los datos obligatorios.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.
- 3B. Ya existe un usuario con el mismo nombre de usuario, email o cédula.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.
- 3C. Las contraseñas no coinciden o no cumplen con las especificaciones de seguridad requeridas.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.

Post-condiciones:

- Se crea un usuario en la base de datos con los datos ingresados.
- Al estar utilizando permisos en primer instancia se da de alta al usuario con ningún permiso. Luego uno de los administradores del sistema debe adjudicarle al usuario los permisos necesarios para desempeñar sus funciones.

Nombre: Login**Objetivo:** Ingresar al sistema**Actores:** Administrador, Médico, Estudiante, Estadísticas**Pre-condiciones:**

- El usuario se encuentra registrado en el sistema

Descripción: El usuario ingresa sus credenciales y es autenticado y validado por el sistema.**Flujo Normal:**

1. El usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña.
2. El sistema verifica las credenciales y el usuario ingresa a la aplicación.

<p>Flujos Alternativos:</p> <p>2A. El usuario ingresa incorrectamente sus credenciales. El sistema despliega un mensaje de error acorde.</p>
<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario ingresa a la aplicación donde sólo visualiza las opciones habilitadas por sus permisos.

<p>Nombre: Logout</p>
<p>Objetivo: Desconectarse de la aplicación</p>
<p>Actores: Administrador, Médico, Estudiante, Estadísticas</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario se encuentra logueado en el sistema.
<p>Descripción: El usuario cierra sesión y se desconecta del sistema.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario cierra sesión.
<p>Flujos Alternativos:</p>
<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario ya no se encuentra logueado en el sistema.

<p>Nombre: Buscar usuario</p>
<p>Objetivo: Buscar un usuario en el sistema</p>
<p>Actores: Administrador, Médico, Estudiante</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario se encuentra logueado en el sistema.

Descripción: El usuario busca un usuario en el sistema, por nombre de usuario, nombre (se puede buscar por cualquier parte de los nombres o de los apellidos).
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. Se buscan todos los usuarios que existen en el sistema. 2. El sistema muestra nombre de usuario, nombre y correo de los usuarios.
Flujos Alternativos: <ol style="list-style-type: none"> 1A. Se buscan los usuarios por un nombre de usuario. 1B. Se buscan los usuarios por su nombre (cualquier parte de los nombres o de los apellidos). 1C. Se buscan los usuarios por su correo.
Post-condiciones:

Nombre: Visualizar información de usuario
Objetivo: Visualizar los datos personales del usuario
Actores: Administrador, Médico, Estudiante
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> – El usuario se encuentra logueado en el sistema.
Descripción: El usuario puede visualizar sus datos personales.
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede y visualiza su información personal (usuario, nombres, apellidos, cédula, número de caja profesional, email y permisos que tiene asignados)

Nombre: Actualizar información de usuario
Objetivo: Actualizar los datos personales del usuario

Actores: Administrador, Médico, Estudiante
Pre-condiciones: – El usuario se encuentra logueado en el sistema.
Descripción: El usuario puede modificar su usuario, nombres, apellidos, cédula, número de caja profesional y email
Flujo Normal: 1. El usuario modifica su usuario, nombres, apellidos, cédula, número de caja profesional y/o email. 2. El usuario guarda los cambios. 3. El sistema guarda los cambios y regresa a la pantalla anterior.
Flujos Alternativos: 1A. El usuario tiene permisos de Administrador, por lo que puede modificar cualquier usuario. 3A. Ya existe un usuario con el mismo usuario, cédula o email. El sistema despliega un mensaje de error acorde.
Post-condiciones: – Se modifica el usuario correspondiente en la tabla de usuarios de la base de datos.

Nombre: Eliminar usuario
Objetivo: Eliminar un usuario del sistema.
Actores: Administrador
Pre-condiciones: – El usuario se encuentra logueado y contar con el permiso de Administrador.
Descripción: Se elimina al usuario del sistema.

<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario elimina un usuario cualquiera del sistema 2. Se elimina al usuario del sistema
<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Se elimina al usuario de la tabla usuarios de la base de datos

<p>Nombre: Asignar/Modificar permisos</p>
<p>Objetivo: Asignar y/o modificar permisos a los usuarios</p>
<p>Actores: Administrador</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> – El usuario debe estar logueado y contar con el permiso de Administrador.
<p>Descripción: El Administrador asigna a los otros usuarios los permisos necesarios para desarrollar sus funciones.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se selecciona el usuario al que se le quieren actualizar los permisos. 2. Se le asignan al usuario nuevos permisos o se le quitan.
<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Quedan actualizados en el sistema los nuevos permisos del usuario. De manera de que la próxima vez que este acceda a la misma podrá realizar nuevas funciones. – Se agrega o se quita en la tabla de los grupos de los usuarios de la base de datos esta relación.

<p>Nombre: Buscar pacientes</p>
<p>Objetivo: Realizar una búsqueda de un o más paciente en la aplicación.</p>
<p>Actores: Médico, Estudiante</p>

<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> – El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
<p>Descripción: El usuario ingresa la cédula, el apellido y/o el código OMS del diagnóstico del paciente que desea encontrar. El sistema le responde con todas las personas que se relacionen con el filtro de búsqueda utilizado.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa los filtros por los que desea realizar la búsqueda. 2. El sistema devuelve todos los pacientes que cumplen con los mismos

<p>Nombre: Visualizar paciente</p>
<p>Objetivo: Visualizar los datos personales del paciente</p>
<p>Actores: Médico, Estudiante</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> – El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
<p>Descripción: El usuario selecciona el paciente y accede a su información</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el paciente del que desea obtener la información. 2. La aplicación despliega la información (cédula, sexo, primer nombre, segundo nombre, primer apellido, segundo apellido, departamento, localidad, dirección, teléfonos, celular, email, fecha de nacimiento, ocupación, fecha de fallecimiento, causa de fallecimiento, foto) que se encuentra guardada en el sistema sobre ese paciente.

<p>Nombre: Crear/Modificar paciente</p>
--

Objetivo: Crear un nuevo paciente dentro del sistema o modificar uno existente.
Actores: Médico
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> – El usuario debe estar logueado en el sistema y contar con los permisos necesarios para realizar esta operación.
Descripción: Se da de alta un nuevo paciente dentro del sistema o se modifica uno existente.
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa el identificador del paciente (la cédula) y los campos obligatorios (primer nombre, apellido, fecha de nacimiento) 2. Si lo desea puede completar cualquiera de los otros campos opcionales (sexo, segundo nombre, segundo apellido, departamento, localidad, dirección, teléfonos, celular, email, ocupación, fecha de fallecimiento, causa de fallecimiento)
Flujos Alternativos: <ol style="list-style-type: none"> 1A. El usuario no ingresa todos los campos obligatorios. El sistema despliega un mensaje de error acorde. 1B. La cédula de identidad ingresada ya existe dentro del sistema. El sistema despliega un mensaje de error acorde.
Post-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> – Se crea en el sistema el nuevo paciente o en su defecto se modifica el existente con la información provista por el médico.

Nombre: Eliminar paciente
Objetivo: Eliminar un paciente del sistema.
Actores: Médico

<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario se encuentra logueado y contar con el permiso de Médico.
<p>Descripción: Se elimina al paciente del sistema</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario elimina un paciente cualquiera del sistema 2. Se elimina al paciente del sistema
<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se elimina al usuario de la tabla usuarios de la base de datos

<p>Nombre: Buscar registro clínico</p>
<p>Objetivo: Realizar una búsqueda de un registro clínico en el sistema.</p>
<p>Actores: Médico, Estudiante</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
<p>Descripción: El usuario ingresa el nombre del paciente, el nombre del médico, un rango de fechas para la fecha de la consulta y/o un código OMS de la patología puesta en la consulta. El sistema le responde con todos los registros clínicos que se relacionen con el filtro de búsqueda utilizado.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa los filtros por los que desea realizar la búsqueda. 2. El sistema devuelve todas los registros clínicos que cumplen con los mismos.

<p>Nombre: Visualizar registro clínico</p>
<p>Objetivo: Visualizar la información de un registro clínico y los elementos vinculados a el</p>

Actores: Médico, Estudiante
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> – El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
Descripción: El usuario selecciona el registro clínico, accede a su información y a la información de los elementos vinculados a el (diagnósticos, seguimientos, exámenes, tratamientos)
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el registro clínico correspondiente. 2. La aplicación despliega la información que se encuentra guardada en el sistema sobre ese registro clínico así como también la información de los diagnósticos, seguimientos, exámenes y tratamientos asociados al mismo.

Nombre: Crear registro clínico
Objetivo: Crear un nuevo registro clínico dentro del sistema
Actores: Médico
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> – El usuario debe estar logueado en el sistema y contar con los permisos necesarios para realizar esta operación. – El paciente con el que se vincula debe existir en el sistema – El médico con el que se vincula debe existir en el sistema
Descripción: Se da de alta un nuevo registro clínico dentro del sistema
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa el paciente, el médico tratante, 2. Si lo desea puede completar cualquiera de los otros campos opcionales. 3. Guarda el registro clínico

Flujos Alternativos:

- 1A. El usuario no ingresa todos los campos obligatorios.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.
- 3A. Existió algún error al momento de guardar el registro clínico.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.

Post-condiciones:

- Se crea en el sistema un nuevo registro clínico con la información provista por el médico.
- Se guarda en la base de datos un registro del registro clínico
- Se guarda en la base de datos de trazabilidad un registro

Nombre: Modificar registro clínico**Objetivo:** Modifica un registro clínico existente en el sistema.**Actores:** Médico**Pre-condiciones:**

- El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.

Descripción: Se modifica el registro clínico en el sistema. Al ser la al menos la segunda vez que el paciente regresa por una consulta se habilitan nueva información a ser llenada por el médico (diagnósticos, seguimientos, exámenes y tratamientos)**Flujo Normal:**

1. El usuario selecciona el registro clínico a modificar.
2. Modifica la información necesaria
3. De existir, ingresa nueva información relacionada con las entidades vinculadas a la consulta (diagnósticos, seguimientos, exámenes y tratamientos)
4. Guarda el registro clínico

Flujos Alternativos:

- 2A. El usuario no ingresa todos los campos obligatorios.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.
- 4A. Existió algún error al momento de guardar el registro médico.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.

Post-condiciones:

- Se modifica el registro clínico existente con la información provista por el médico.
- Se modifica en la tabla del registro clínico de la base de datos.
- Se inserta un registro en la base de datos de trazabilidad por el registro clínico modificado.

Nombre: Eliminar registro clínico**Objetivo:** Eliminar un registro clínico del sistema.**Actores:** Médico**Pre-condiciones:**

- El usuario se encuentra logueado y contar con el permiso de Médico.

Descripción: Se elimina el registro clínico del sistema.**Flujo Normal:**

1. El usuario elimina un registro clínico del sistema
2. Se elimina al registro clínico del sistema

Post-condiciones:

- Se elimina el registro de la tabla de registros clínicos de la base de datos
- Se agrega un registro a la base de datos de trazabilidad de registros clínicos para registrar la eliminación.

Nombre: Visualizar sarcoma
Objetivo: Visualizar la información de un sarcoma
Actores: Médico, Estudiante
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - El usuario se encuentra dentro del registro clínico correspondiente
Descripción: El usuario selecciona el sarcoma dentro del registro clínico y accede a su información
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el sarcoma del que se quiere visualizar la información. 2. El sistema despliega la información que esta guardada

Nombre: Crear/Modificar sarcoma
Objetivo: Crear un nuevo sarcoma dentro del sistema o modificar uno existente.
Actores: Médico
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico al que se va a vincular el sarcoma.
Descripción: Se crea un nuevo diagnostico (sarcoma) en el sistema y se lo vincula al registro clínico que se esta editando.
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al registro clínico. 2. El usuario ingresa la información de los campos que desea.

<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se crea en el sistema un nuevo sarcoma y se lo vincula con el registro clínico indicado. - Se guarda en la base de datos un registro del sarcoma - Se guarda en la base de datos de trazabilidad un registro por el sarcoma creado.

<p>Nombre: Eliminar sarcoma</p>
<p>Objetivo: Eliminar un sarcoma del sistema.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico con un sarcoma creado.
<p>Descripción: Se elimina el sarcoma del sistema.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario elimina un sarcoma del sistema. 2. Se elimina el sarcoma del sistema.
<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se elimina el registro de la tabla de sarcomas de la base de datos. - Se agrega un registro a la base de datos de trazabilidad de sarcomas para registrar la eliminación.

<p>Nombre: Visualizar hemopatía maligna</p>
<p>Objetivo: Visualizar la información de una hemopatía maligna</p>
<p>Actores: Médico, Estudiante</p>

<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - El usuario se encuentra dentro del registro clínico correspondiente
<p>Descripción: El usuario selecciona la hemopatía maligna dentro del registro clínico y accede a su información</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la hemopatía maligna de la que se quiere visualizar la información. 2. El sistema despliega la información que esta guardada.

<p>Nombre: Crear/Modificar hemopatía maligna</p>
<p>Objetivo: Crear una nueva hemopatía maligna dentro del sistema o modificar una existente.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico al que se va a vincular la hemopatía maligna.
<p>Descripción: Se crea un nuevo diagnostico (hemopatía maligna) en el sistema y se lo vincula al registro clínico que se esta editando.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al registro clínico. 2. El usuario ingresa la información de los campos que se desea.

Post-condiciones:

- Se crea en el sistema una nueva hemopatía maligna y se la vincula con el registro clínico indicado.
- Se guarda en la base de datos un registro de la hemopatía maligna.
- Se guarda en la base de datos de trazabilidad un registro por la hemopatía maligna creada.

Nombre: Eliminar hemopatía maligna**Objetivo:** Eliminar una hemopatía maligna del sistema.**Actores:** Médico**Pre-condiciones:**

- El usuario debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
- Debe existir el registro clínico con una hemopatía maligna creada.

Descripción: Se elimina la hemopatía maligna del sistema.**Flujo Normal:**

1. El usuario elimina una hemopatía maligna del sistema.
2. Se elimina la hemopatía maligna del sistema.

Post-condiciones:

- Se elimina el registro de la tabla de hemopatías malignas de la base de datos.
- Se agrega un registro a la base de datos de trazabilidad de hemopatías malignas para registrar la eliminación.

Nombre: Visualizar metástasis**Objetivo:** Visualizar la información de una metástasis**Actores:** Médico, Estudiante

<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - El usuario se encuentra dentro del registro clínico correspondiente
<p>Descripción: El usuario selecciona la metástasis dentro del registro clínico y accede a su información.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la metástasis de la que se quiere visualizar la información. 2. El sistema despliega la información que esta guardada.

<p>Nombre: Crear/Modificar metástasis</p>
<p>Objetivo: Crear una nueva metástasis dentro del sistema o modificar una existente.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico al que se va a vincular la metástasis.
<p>Descripción: Se crea un nuevo diagnostico (metástasis) en el sistema y se lo vincula al registro clínico que se esta editando.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al registro clínico. 2. El usuario ingresa la información de los campos que desea.

<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se crea en el sistema una nueva metástasis y se la vincula con el registro clínico indicado. - Se guarda en la base de datos un registro de la metástasis. - Se guarda en la base de datos de trazabilidad un registro por la metástasis creada.
--

<p>Nombre: Eliminar metástasis</p>
<p>Objetivo: Eliminar una metástasis del sistema.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico con una metástasis creada.
<p>Descripción: Se elimina la metástasis del sistema.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario elimina una metástasis del sistema. 2. Se elimina la metástasis del sistema.
<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se elimina el registro de la tabla de metástasis de la base de datos. - Se agrega un registro a la base de datos de trazabilidad de metástasis para registrar la eliminación.

<p>Nombre: Visualizar misceláneas</p>
<p>Objetivo: Visualizar la información de una miscelánea</p>
<p>Actores: Médico, Estudiante</p>

<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - El usuario se encuentra dentro del registro clínico correspondiente.
<p>Descripción: El usuario selecciona la miscelánea dentro del registro clínico y accede a su información.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la metástasis de la que se quiere visualizar la información. 2. El sistema despliega la información que esta guardada.

<p>Nombre: Crear/Modificar misceláneas</p>
<p>Objetivo: Crear una nueva miscelánea dentro del sistema o modificar una existente.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico al que se va a vincular la miscelánea.
<p>Descripción: Se crea un nuevo diagnostico (miscelánea) en el sistema y se lo vincula al registro clínico que se esta editando.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al registro clínico. 2. El usuario ingresa la información de los campos que desea.

<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se crea en el sistema una nueva miscelánea y se la vincula con el registro clínico indicado. - Se guarda en la base de datos un registro de la miscelánea. - Se guarda en la base de datos de trazabilidad un registro por la miscelánea creada.
--

<p>Nombre: Eliminar miscelánea</p>
<p>Objetivo: Eliminar una miscelánea del sistema.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico con una miscelánea creada.
<p>Descripción: Se elimina la miscelánea del sistema.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario elimina una miscelánea del sistema. 2. Se elimina la miscelánea del sistema.
<p>Post-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se elimina el registro de la tabla de miscelánea de la base de datos. - Se agrega un registro a la base de datos de trazabilidad de miscelánea para registrar la eliminación.

<p>Nombre: Visualizar examen</p>
<p>Objetivo: Visualizar la información de un examen</p>
<p>Actores: Médico, Estudiante</p>

<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - El usuario se encuentra dentro del registro clínico correspondiente.
<p>Descripción: El usuario selecciona el examen dentro del registro clínico y accede a su información.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el examen del que se quiere visualizar la información. 2. El sistema despliega la información que esta guardada.

<p>Nombre: Crear/Modificar examen</p>
<p>Objetivo: Crear un nuevo examen dentro del sistema o modificar uno existente.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico al que se va a vincular el examen.
<p>Descripción: Se crea un nuevo examen en el sistema y se lo vincula al registro clínico que se esta editando.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al registro clínico. 2. El usuario ingresa la información de los campos obligatorios (tipo de examen, fecha de solicitud, fecha de realización y fecha de entrega) 3. Si lo desea puede completar los demás campos opcionales.

Flujos Alternativos:

- 2A. El usuario no ingresa todos los campos obligatorios.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.

Post-condiciones:

- Se crea en el sistema una nuevo examen y se la vincula con el registro clínico indicado.
- Se guarda en la base de datos un registro del examen.
- Se guarda en la base de datos de trazabilidad un registro por el examen creado.

Nombre: Eliminar examen**Objetivo:** Eliminar un examen del sistema.**Actores:** Médico**Pre-condiciones:**

- El usuario debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
- Debe existir el registro clínico con un examen creado.

Descripción: Se elimina el examen del sistema.**Flujo Normal:**

1. El usuario elimina un examen del sistema.
2. Se elimina el examen del sistema.

Post-condiciones:

- Se elimina el registro de la tabla de exámenes de la base de datos.
- Se agrega un registro a la base de datos de trazabilidad de exámenes para registrar la eliminación.

Nombre: Visualizar seguimiento

Objetivo: Visualizar la información de un seguimiento
Actores: Médico, Estudiante
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - El usuario se encuentra dentro del registro clínico correspondiente.
Descripción: El usuario selecciona el seguimiento dentro del registro clínico y accede a su información.
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el seguimiento del que se quiere visualizar la información. 2. El sistema despliega la información que esta guardada.

Nombre: Crear/Modificar seguimiento
Objetivo: Crear un nuevo seguimiento dentro del sistema o modificar uno existente.
Actores: Médico
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico al que se va a vincular el seguimiento.
Descripción: Se crea un nuevo seguimiento en el sistema y se lo vincula al registro clínico que se esta editando.
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al registro clínico. 2. El usuario ingresa la información de los campos que desea.

Post-condiciones:

- Se crea en el sistema una nuevo seguimiento y se la vincula con el registro clínico indicado.
- Se guarda en la base de datos un registro del seguimiento.
- Se guarda en la base de datos de trazabilidad un registro por el seguimiento creado.

Nombre: Eliminar seguimiento**Objetivo:** Eliminar un seguimiento del sistema.**Actores:** Médico**Pre-condiciones:**

- El usuario debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
- Debe existir el registro clínico con un seguimiento creado.

Descripción: Se elimina el seguimiento del sistema.**Flujo Normal:**

1. El usuario elimina un seguimiento del sistema.
2. Se elimina el seguimiento del sistema.

Post-condiciones:

- Se elimina el registro de la tabla de seguimientos de la base de datos.
- Se agrega un registro a la base de datos de trazabilidad de seguimientos para registrar la eliminación.

Nombre: Visualizar tratamiento**Objetivo:** Visualizar la información de un tratamiento**Actores:** Médico, Estudiante

<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - El usuario se encuentra dentro del registro clínico correspondiente.
<p>Descripción: El usuario selecciona el tratamiento dentro del registro clínico y accede a su información.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el tratamiento del que se quiere visualizar la información. 2. El sistema despliega la información que esta guardada.

<p>Nombre: Crear/Modificar tratamiento</p>
<p>Objetivo: Crear un nuevo tratamiento dentro del sistema o modificar uno existente.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. - Debe existir el registro clínico al que se va a vincular el tratamiento.
<p>Descripción: Se crea un nuevo tratamiento en el sistema y se lo vincula al registro clínico que se esta editando.</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al registro clínico. 2. El usuario ingresa la información de los campos obligatorios (tipo de tratamiento y fecha) 3. Si lo desea puede completar los demás campos opcionales.

Flujos Alternativos:

- 2A. El usuario no ingresa todos los campos obligatorios.
El sistema despliega un mensaje de error acorde.

Post-condiciones:

- Se crea en el sistema una nuevo tratamiento y se la vincula con el registro clínico indicado.
- Se guarda en la base de datos un registro del tratamiento.
- Se guarda en la base de datos de trazabilidad un registro por el tratamiento creado.

Nombre: Eliminar tratamiento**Objetivo:** Eliminar un tratamiento del sistema.**Actores:** Médico**Pre-condiciones:**

- El usuario debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
- Debe existir el registro clínico con un tratamiento creado.

Descripción: Se elimina el tratamiento del sistema.**Flujo Normal:**

1. El usuario elimina un tratamiento del sistema.
2. Se elimina el tratamiento del sistema.

Post-condiciones:

- Se elimina el registro de la tabla de tratamientos de la base de datos.
- Se agrega un registro a la base de datos de trazabilidad de tratamientos para registrar la eliminación.

Nombre: Cambiar idioma
Objetivo: Cambiar el idioma del sistema
Actores: Administrador, Médico, Estudiante, Estadísticas
Descripción: Se cambia el idioma de los mensajes, las etiquetas y los textos del sistema.
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona un nuevo idioma 2. El sistema se recarga y los mensajes, las etiquetas y los textos cambian al idioma seleccionado

Nombre: Exportación a Excel
Objetivo: Exportar la información del registro clínico a Excel
Actores: Médico
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> – El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. – Debe existir en el sistema el registro clínico que se desea descargar
Descripción: Se exporta la información del registro clínico a Excel
Flujo Normal: <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona exportar a Excel en el registro clínico. 2. El sistema descarga la información en un documento Excel.

Nombre: Descargar PDF del registro clínico
Objetivo: Descargar la información de un registro clínico en un PDF
Actores: Médico
Pre-condiciones: <ul style="list-style-type: none"> – El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. – Debe existir en el sistema el registro clínico que se desea descargar

Descripción: Se descargar la información del registro clínico a un PDF

Flujo Normal:

1. El usuario accede al registro clínico
2. Guarda la consulta.
3. El sistema descarga la información del registro clínico en un PDF

Nombre: Enviar registro clínico al paciente

Objetivo: Enviar por correo electrónico el registro clínico al paciente

Actores: Médico

Pre-condiciones:

- El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación.
- Debe existir en el sistema el registro clínico que se desea enviar por correo electrónico

Descripción: Se envía por correo electrónico el registro clínico al paciente vinculado al mismo.

Flujo Normal:

1. El usuario accede al registro clínico.
2. Selecciona la opción de enviar por correo electrónico al paciente.
3. Si lo desea ingresa un mensaje adicional para enviar conjuntamente.
4. El sistema genera una versión PDF del registro clínico y la envía por correo electrónico al paciente que se encuentra vinculado con dicho registro.

Nombre: Enviar registro clínico a un médico

Objetivo: Enviar por correo electrónico el registro clínico a un médico

Actores: Médico

<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> – El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. – Debe existir en el sistema el registro clínico que se desea enviar por correo electrónico
<p>Descripción: Se envía por correo electrónico el registro clínico a uno de los médicos registrados en el sistema</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede al registro clínico. 2. Selecciona la opción de enviar por correo electrónico a un médico. 3. Selecciona el destinatario dentro de los médicos registrados en el sistema. 4. Si lo desea ingresa un mensaje adicional para enviar conjuntamente. 5. El sistema genera una versión PDF del registro clínico y la envía por correo electrónico al destinatario seleccionado.

<p>Nombre: Enviar registro clínico a otro destinatario</p>
<p>Objetivo: Enviar por correo electrónico el registro clínico a un destinatario.</p>
<p>Actores: Médico</p>
<p>Pre-condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> – El actor debe estar logueado en el sistema y tener los permisos necesarios para realizar esta operación. – Debe existir en el sistema el registro clínico que se desea enviar por correo electrónico
<p>Descripción: Se envía por correo electrónico el registro clínico a cualquier destinatario.</p>

Flujo Normal:

1. El usuario accede al registro clínico.
2. Selecciona la opción de enviar por correo electrónico a un destinatario.
3. Ingresa el correo electrónico del destinatario al que se le quiere enviar el registro clínico.
4. Si lo desea ingresa un mensaje adicional para enviar conjuntamente.
5. El sistema genera una versión PDF del registro clínico y la envía por correo electrónico.

Nombre: Enviar información a la HCEN**Objetivo:** Enviar la información del acto clínico que queda guardada en el sistema, de manera de cumplir con la normativa nacional y dejar constancia del mismo en la historia clínica electrónica del paciente.**Actores:** Demonio**Pre-condiciones:**

- Existe un registro clínico pendiente de ser enviado a la HCEN

Descripción: Una vez que finaliza la consulta y se guarda la información en el sistema, se deja constancia de la misma en la historia clínica electrónica del paciente.**Flujo Normal:**

1. El demonio toma el PDF generado para la consulta y lo envía a la historia clínica electrónica del paciente. ¹

¹Este procedimiento es explicado con mayor detenimiento a continuación en el capítulo

Anexo 2

Modelo de dominio completo

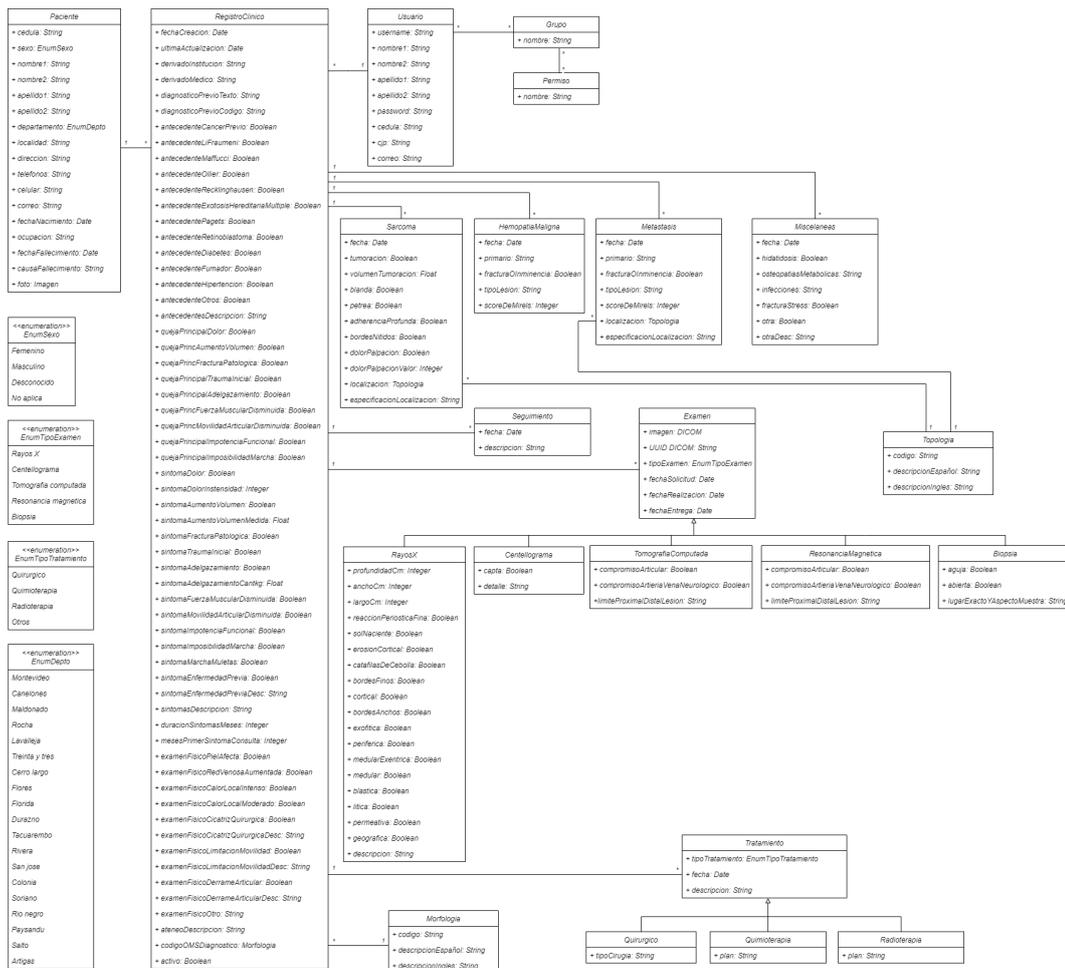


Figura 2.1: Modelo de dominio completo

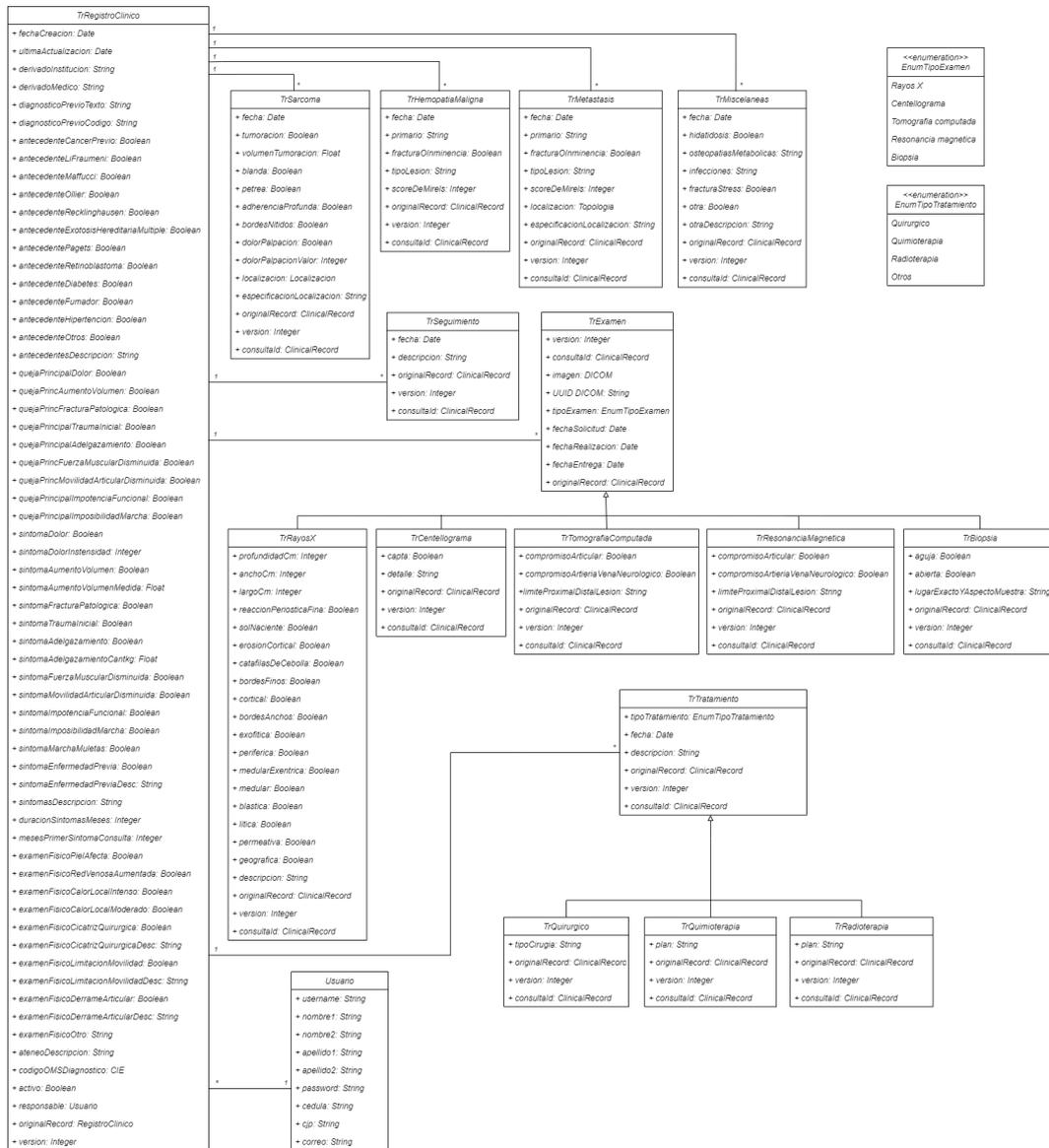


Figura 2.2: Modelo de dominio de trazabilidad completo

Anexo 3

Resultado cobertura

Name	Stmts	Miss	Cover

__init__.py	0	0	100%
app/__init__.py	1	0	100%
app/admin.py	60	0	100%
app/api/ICD/__init__.py	0	0	100%
app/api/ICD/serializers.py	10	0	100%
app/api/ICD/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/ICD/tests/test_views.py	14	0	100%
app/api/ICD/urls.py	5	0	100%
app/api/ICD/views.py	13	1	92%
app/api/__init__.py	0	0	100%
app/api/auth/__init__.py	0	0	100%
app/api/auth/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/auth/tests/test_views.py	32	0	100%
app/api/auth/urls.py	4	0	100%
app/api/auth/view.py	37	3	92%
app/api/clipsRule.py	1	1	0%
app/api/exam/__init__.py	0	0	100%
app/api/exam/serializers.py	109	1	99%
app/api/exam/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/exam/tests/test_serializers.py	19	0	100%
app/api/exam/tests/test_views.py	408	0	100%
app/api/exam/urls.py	5	0	100%

app/api/exam/views.py	29	1	97%
app/api/group/__init__.py	0	0	100%
app/api/group/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/group/tests/test_views.py	14	0	100%
app/api/group/urls.py	5	0	100%
app/api/group/views.py	13	0	100%
app/api/hemopatiaMaligna/__init__.py	0	0	100%
app/api/hemopatiaMaligna/serializers.py	6	0	100%
app/api/hemopatiaMaligna/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/hemopatiaMaligna/tests/test_			
views.py	70	0	100%
app/api/hemopatiaMaligna/urls.py	5	0	100%
app/api/hemopatiaMaligna/views.py	15	1	93%
app/api/location/__init__.py	0	0	100%
app/api/location/serializers.py	10	0	100%
app/api/location/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/location/tests/test_views.py	20	0	100%
app/api/location/urls.py	5	0	100%
app/api/location/views.py	13	0	100%
app/api/metastasis/__init__.py	0	0	100%
app/api/metastasis/serializers.py	6	0	100%
app/api/metastasis/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/metastasis/tests/test_views.py	69	0	100%
app/api/metastasis/urls.py	5	0	100%
app/api/metastasis/views.py	15	1	93%
app/api/miscelaneas/__init__.py	0	0	100%
app/api/miscelaneas/serializers.py	6	0	100%
app/api/miscelaneas/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/miscelaneas/tests/test_views.py	68	0	100%
app/api/miscelaneas/urls.py	5	0	100%
app/api/miscelaneas/views.py	15	1	93%
app/api/pagination.py	5	0	100%
app/api/patient/__init__.py	0	0	100%
app/api/patient/filters.py	11	1	91%
app/api/patient/serializers.py	9	0	100%
app/api/patient/tests/__init__.py	0	0	100%

app/api/patient/tests/test_serializers.py	30	0	100%
app/api/patient/tests/test_views.py	74	0	100%
app/api/patient/urls.py	5	0	100%
app/api/patient/views.py	20	1	95%
app/api/permission/__init__.py	0	0	100%
app/api/permission/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/permission/tests/test_views.py	17	0	100%
app/api/permission/urls.py	5	0	100%
app/api/permission/views.py	12	1	92%
app/api/permissions.py	6	6	0%
app/api/record/__init__.py	0	0	100%
app/api/record/filters.py	15	2	87%
app/api/record/serializers.py	43	3	93%
app/api/record/tests/__init__.py	10	6	40%
app/api/record/tests/test_serializer.py	42	0	100%
app/api/record/tests/test_views.py	159	0	100%
app/api/record/urls.py	5	0	100%
app/api/record/version.py	91	0	100%
app/api/record/views.py	153	8	95%
app/api/sarcoma/__init__.py	0	0	100%
app/api/sarcoma/serializers.py	6	0	100%
app/api/sarcoma/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/sarcoma/tests/test_views.py	69	0	100%
app/api/sarcoma/urls.py	5	0	100%
app/api/sarcoma/views.py	15	1	93%
app/api/seguimiento/__init__.py	0	0	100%
app/api/seguimiento/serializers.py	6	0	100%
app/api/seguimiento/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/seguimiento/tests/test_views.py	68	0	100%
app/api/seguimiento/urls.py	5	0	100%
app/api/seguimiento/views.py	15	1	93%
app/api/statistics/__init__.py	0	0	100%
app/api/statistics/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/statistics/tests/test_views.py	41	0	100%
app/api/statistics/urls.py	3	0	100%
app/api/statistics/views.py	92	0	100%

app/api/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/tratamiento/__init__.py	0	0	100%
app/api/tratamiento/serializers.py	77	1	99%
app/api/tratamiento/tests/__init__.py	0	0	100%
app/api/tratamiento/tests/test_views.py	292	0	100%
app/api/tratamiento/urls.py	5	0	100%
app/api/tratamiento/views.py	25	1	96%
app/api/urls.py	19	0	100%
app/api/user/__init__.py	0	0	100%
app/api/user/filters.py	12	1	92%
app/api/user/serializers.py	41	0	100%
app/api/user/tests/test_serialisers.py	61	0	100%
app/api/user/tests/test_views.py	92	0	100%
app/api/user/urls.py	5	0	100%
app/api/user/views.py	18	1	94%
app/api/utils.py	23	7	70%
app/apps.py	4	0	100%
app/constants.py	1	0	100%
app/forms.py	10	0	100%
app/hcen/__init__.py	0	0	100%
app/hcen/generate_cda.py	58	0	100%
app/hcen/generate_xds.py	2	0	100%
app/hcen/handler.py	68	7	90%
app/hcen/tests/__init__.py	0	0	100%
app/hcen/tests/test_hcen.py	46	0	100%
app/management/__init__.py	0	0	100%
app/management/commands/__init__.py	0	0	100%
app/management/commands/_private.py	0	0	100%
app/management/commands/cdaregister.py	6	6	0%
app/migrations/0001_initial.py	11	0	100%
app/migrations/0002_auto_20200201_2009.py	7	0	100%
app/migrations/0003_MinCedula.py	4	0	100%
app/migrations/0004_DatosUsuario.py	4	0	100%
app/migrations/0005_icdo.py	167	1	99%
app/migrations/0006_localizacion.py	338	1	99%
app/migrations/0007_CedulaNoUnica.py	4	0	100%

app/migrations/0008_diacom.py	4	0	100%
app/migrations/0009_OrderAndChoices.py	4	0	100%
app/migrations/0010_TextFields.py	4	0	100%
app/migrations/0011_groups.py	19	2	89%
app/migrations/0012_trazabilidad.py	6	0	100%
app/migrations/0013_trazabilidad_fk.py	5	0	100%
app/migrations/0014_trazabild_			
original_id.py	4	0	100%
app/migrations/0015_trazabilidad_fix.py	5	0	100%
app/migrations/0016_trazabilidad_fix_2.py	5	0	100%
app/migrations/0017_log.py	4	0	100%
app/migrations/0018_log_2.py	4	0	100%
app/migrations/0019_log_3.py	4	0	100%
app/migrations/0020_Contador.py	4	0	100%
app/migrations/0021_ExamenAtributos			
Diacom.py	4	0	100%
app/migrations/0022_ExamenAtributos			
Diacom2.py	4	0	100%
app/migrations/0023_BoolDefaultFalse.py	4	0	100%
app/migrations/0024_RegistroBorrado			
Logico.py	6	0	100%
app/migrations/0025_Trazabilidad			
Registrado.py	4	0	100%
app/migrations/__init__.py	0	0	100%
app/models/__init__.py	23	0	100%
app/models/biopsia.py	12	0	100%
app/models/centellograma.py	11	0	100%
app/models/clinicalRecord.py	73	0	100%
app/models/contador.py	16	0	100%
app/models/examen.py	24	0	100%
app/models/hemopatiaMaligna.py	15	0	100%
app/models/icd.py	8	0	100%
app/models/localizacion.py	8	0	100%
app/models/log.py	12	0	100%
app/models/metastasis.py	18	0	100%
app/models/miscelaneas.py	17	0	100%

app/models/paciente.py	37	0	100%
app/models/quimioterapia.py	10	0	100%
app/models/quirurgico.py	10	0	100%
app/models/radioterapia.py	10	0	100%
app/models/rayosX.py	28	0	100%
app/models/resonanciaMagnetica.py	12	0	100%
app/models/sarcoma.py	22	0	100%
app/models/seguimiento.py	12	0	100%
app/models/sipome_user.py	17	0	100%
app/models/tomografiaComputada.py	12	0	100%
app/models/tratamiento.py	18	0	100%
app/models/trazabilidad.py	86	0	100%
app/signals/__init__.py	0	0	100%
app/signals/mixin.py	27	0	100%
app/signals/signals.py	16	0	100%
app/tests.py	0	0	100%
app/utils/__init__.py	0	0	100%
app/utils/base_test.py	17	0	100%
app/utils/email.py	7	0	100%
app/utils/pdf.py	301	12	96%
app/utils/util_messages.py	2	0	100%
app/views.py	0	0	100%
manage.py	9	2	78%
sipome/__init__.py	0	0	100%
sipome/config.py	8	0	100%
sipome/permissions.py	18	5	72%
sipome/settings.py	34	0	100%
sipome/urls.py	8	1	88%
sipome/wsgi.py	0	0	100%

TOTAL	4601	88	98%

Anexo 4

Resultado completo de Radon

```
backend/app/apps.py
  C 4:0 SipomeAppConfig - A
backend/app/forms.py
  C 6:0 CustomUserCreationForm - A
  C 13:0 CustomUserChangeForm - A
backend/app/admin.py
  C 24:0 CustomUserAdmin - A
  C 50:0 LogAdmin - A
backend/app/migrations/0022_ExamenAtributosDiacom2.py
  C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0017_log.py
  C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0025_TrazabilidadRegistrado.py
  C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0011_groups.py
  F 6:0 Agrega_grupos - A
  F 43:0 borra_grupos - A
  C 48:0 Migration - A
backend/app/migrations/0007_CedulaNoUnica.py
  C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0014_trazabilidad_original_id.py
  C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0016_trazabilidad_fix_2.py
```

C 7:0 Migration - A
backend/app/migrations/0020_Contador.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0006_localizacion.py
F 6:0 Agrega_codigos_localizacion - A
C 489:0 Migration - A
backend/app/migrations/0019_log_3.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0013_trazabilidad_fk.py
C 7:0 Migration - A
backend/app/migrations/0010_TextFields.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0012_trazabilidad.py
C 8:0 Migration - A
backend/app/migrations/0005_icdo.py
F 6:0 Agrega_codigos_icdo - A
C 214:0 Migration - A
backend/app/migrations/0015_trazabilidad_fix.py
C 7:0 Migration - A
backend/app/migrations/0021_ExamenAtributosDiacom.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0008_diacom.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0018_log_2.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0009_OrderAndChoices.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0023_BoolDefaultFalse.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0004_DatosUsuario.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0024_RegistroBorradoLogico.py
C 8:0 Migration - A
backend/app/migrations/0003_MinCedula.py
C 6:0 Migration - A
backend/app/migrations/0001_initial.py

```

    C 12:0 Migration - A
backend/app/migrations/0002_auto_20200201_2009.py
    C 9:0 Migration - A
backend/app/signals/signals.py
    F 11:0 model_signal_listener - A
    F 27:0 Action_signal_listener - A
backend/app/signals/mixin.py
    C 6:0 SignalMixin - A
    M 8:4 SignalMixin.create - A
    M 16:4 SignalMixin.update - A
    M 24:4 SignalMixin.partial_update - A
    M 32:4 SignalMixin.destroy - A
backend/app/management/commands/cdaregister.py
    M 17:4 Command.handle - B
    C 11:0 Command - A
    M 14:4 Command.add_arguments - A
backend/app/utils/base_test.py
    C 11:0 BaseTest - A
    M 13:4 BaseTest.set_default_clients - A
    M 28:4 BaseTest.create_default_data - A
backend/app/utils/pdf.py
    F 70:0 gen_pdf - E
    F 51:0 Add_field - B
    C 16:0 FooterCanvas - A
    M 26:4 FooterCanvas.save - A
    F 47:0 field - A
    M 18:4 FooterCanvas.__init__ - A
    M 22:4 FooterCanvas.showPage - A
    M 34:4 FooterCanvas.draw_canvas - A
backend/app/utils/email.py
    F 11:0 send_mail - A
backend/app/utils/util_messages.py
    F 1:0 get_mensajes - A
backend/app/models/radioterapia.py
    C 5:0 RadioterapiaAbstract - A
    M 11:4 RadioterapiaAbstract.__str__ - A

```

```

    C 18:0 Radioterapia - A
backend/app/models/clinicalRecord.py
    C 10:0 ClinicalRecordAbstract - A
    M 108:4 ClinicalRecordAbstract.__str__ - A
    C 115:0 ClinicalRecord - A
backend/app/models/tomografiaComputada.py
    C 5:0 TomografiaComputadaAbstract - A
    M 15:4 TomografiaComputadaAbstract.__str__ - A
    C 22:0 TomografiaComputada - A
backend/app/models/log.py
    C 4:0 Log - A
    M 14:4 Log.__str__ - A
backend/app/models/sipome_user.py
    C 5:0 SipomeUser - A
    M 16:4 SipomeUser.get_full_name - A
    M 13:4 SipomeUser.__str__ - A
backend/app/models/trazabilidad.py
    C 24:0 TrClinicalRecord - A
    C 34:0 TrHemopatiaMaligna - A
    C 41:0 TrMetastasis - A
    C 48:0 TrMiscelaneas - A
    C 55:0 TrSarcoma - A
    C 62:0 TrExamen - A
    C 69:0 TrBiopsia - A
    C 75:0 TrCentellograma - A
    C 81:0 TrRayosX - A
    C 87:0 TrResonanciaMagnetica - A
    C 93:0 TrTomografiaComputada - A
    C 99:0 TrTratamiento - A
    C 106:0 TrQuimioterapia - A
    C 113:0 TrQuirurgico - A
    C 120:0 TrRadioterapia - A
    C 127:0 TrSeguimiento - A
backend/app/models/tratamiento.py
    C 13:0 TratamientoAbstract - A
    C 6:0 TreatmentType - A

```

```

    M 22:4 TratamientoAbstract.__str__ - A
    C 29:0 Tratamiento - A
backend/app/models/quimioterapia.py
    C 5:0 QuimioterapiaAbstract - A
    M 11:4 QuimioterapiaAbstract.__str__ - A
    C 18:0 Quimioterapia - A
backend/app/models/quirurgico.py
    C 5:0 QuirurgicoAbstract - A
    M 11:4 QuirurgicoAbstract.__str__ - A
    C 18:0 Quirurgico - A
backend/app/models/localizacion.py
    C 4:0 Localizacion - A
    M 10:4 Localizacion.__str__ - A
backend/app/models/contador.py
    C 7:0 Contador - A
    M 12:4 Contador.next - A
    M 25:4 Contador.__str__ - A
backend/app/models/icd.py
    C 4:0 Icd - A
    M 10:4 Icd.__str__ - A
backend/app/models/sarcoma.py
    C 6:0 SarcomaAbstract - A
    M 24:4 SarcomaAbstract.__str__ - A
    C 32:0 Sarcoma - A
backend/app/models/rayosX.py
    C 5:0 RayosXAbstract - A
    M 29:4 RayosXAbstract.__str__ - A
    C 36:0 RayosX - A
backend/app/models/centellograma.py
    C 5:0 CentellogramaAbstract - A
    M 11:4 CentellogramaAbstract.__str__ - A
    C 18:0 Centellograma - A
backend/app/models/metastasis.py
    C 6:0 MetastasisAbstract - A
    M 21:4 MetastasisAbstract.__str__ - A
    C 29:0 Metastasis - A

```

```

backend/app/models/resonanciaMagnetica.py
  C 5:0 ResonanciaMagneticaAbstract - A
  M 15:4 ResonanciaMagneticaAbstract.__str__ - A
  C 22:0 ResonanciaMagnetica - A
backend/app/models/paciente.py
  C 19:0 Paciente - A
  M 50:4 Paciente.get_full_name - A
  F 7:0 get_upload_path - A
  C 12:0 SexoType - A
  M 47:4 Paciente.__str__ - A
backend/app/models/miscelaneas.py
  C 5:0 MiscelaneasAbstract - A
  M 18:4 MiscelaneasAbstract.__str__ - A
  C 26:0 Miscelaneas - A
backend/app/models/examen.py
  C 14:0 ExamenAbstract - A
  C 6:0 ExamType - A
  M 27:4 ExamenAbstract.__str__ - A
  C 34:0 Examen - A
backend/app/models/seguimiento.py
  C 5:0 SeguimientoAbstract - A
  M 12:4 SeguimientoAbstract.__str__ - A
  C 20:0 Seguimiento - A
backend/app/models/hemopatiaMaligna.py
  C 5:0 HemopatiaMalignaAbstract - A
  M 16:4 HemopatiaMalignaAbstract.__str__ - A
  C 24:0 HemopatiaMaligna - A
backend/app/models/biopsia.py
  C 5:0 BiopsiaAbstract - A
  M 12:4 BiopsiaAbstract.__str__ - A
  C 19:0 Biopsia - A
backend/app/api/utils.py
  F 15:0 has_permission - A
  F 8:0 All_null_values - A
  F 26:0 local_time - A
  F 30:0 get_pdf_path - A

```

```

backend/app/api/permissions.py
    C 4:0 UserIsOwnerOrReadOnly - A
    M 5:4 UserIsOwnerOrReadOnly.has_object_permission - A
backend/app/api/pagination.py
    C 4:0 LargeResultsSetPagination - A
backend/app/api/clipsRule.py
    F 4:0 reglas_paciente - A
backend/app/api/statistics/views.py
    M 62:4 Statistics.create_data - D
    C 25:0 StatisticsExport - C
    M 29:4 StatisticsExport.get - C
    C 52:0 Statistics - B
    C 15:0 StatisticsView - A
    M 19:4 StatisticsView.get - A
    M 236:4 Statistics._create_filter_row - A
    M 267:4 Statistics._create_row - A
    M 287:4 Statistics._create_title - A
backend/app/api/statistics/tests/test_views.py
    M 22:4 StatisticsTests.test_get_ok - A
    C 12:0 StatisticsTests - A
    M 17:4 StatisticsTests.setUp - A
    M 46:4 StatisticsTests.test_get_unauthorized - A
    M 50:4 StatisticsTests.test_exportar_ok - A
backend/app/api/miscelaneas/serializers.py
    C 5:0 MiscelaneasSerializer - A
backend/app/api/miscelaneas/views.py
    C 9:0 MiscelaneasViewSet - A
    M 14:4 MiscelaneasViewSet.get_queryset - A
backend/app/api/miscelaneas/tests/test_views.py
    C 10:0 MiscelaneasTests - A
    M 15:4 MiscelaneasTests.setUp - A
    M 26:4 MiscelaneasTests.test_list_ok - A
    M 40:4 MiscelaneasTests.test_list_unauthorized - A
    M 44:4 MiscelaneasTests.test_create_ok - A
    M 61:4 MiscelaneasTests.test_create_unauthorized - A
    M 65:4 MiscelaneasTests.test_detail_ok - A

```

```

M 82:4 MiscelaneasTests.test_detail_unauthorized - A
M 86:4 MiscelaneasTests.test_update_ok - A
M 103:4 MiscelaneasTests.test_update_unauthorized - A
M 107:4 MiscelaneasTests.test_parcial_update_ok - A
M 117:4 MiscelaneasTests.test_parcial_update_
unauthorized - A
M 121:4 MiscelaneasTests.test_delete_ok - A
M 126:4 MiscelaneasTests.test_delete_unauthorized - A
backend/app/api/record/version.py
F 50:0 create_tr_exam - B
F 75:0 create_tr_tratamiento - A
F 10:0 respaldo_version - A
F 95:0 copy_data - A
F 35:0 create_tr_instance - A
F 104:0 get_next_version - A
backend/app/api/record/serializers.py
C 100:0 EmailSerializer - B
M 106:4 EmailSerializer.validate - B
C 6:0 ConsultaQuerySerializer - A
C 118:0 ConsultaExportSerializer - A
M 22:4 ConsultaQuerySerializer.get_paciente_nombre - A
M 25:4 ConsultaQuerySerializer.get_medico_nombre - A
C 29:0 ConsultaEditSerializer - A
M 190:4 ConsultaExportSerializer.get_paciente_id - A
M 193:4 ConsultaExportSerializer.get_medico_nombre - A
M 196:4 ConsultaExportSerializer.get_row_color - A
backend/app/api/record/filters.py
C 6:0 RecordFilter - A
M 13:4 RecordFilter.filter_patient - A
M 16:4 RecordFilter.filter_medic - A
backend/app/api/record/views.py
M 171:4 RecordViewSet.enviar_mail - B
C 29:0 RecordViewSet - A
M 86:4 RecordViewSet.create - A
M 103:4 RecordViewSet.update - A
M 120:4 RecordViewSet.partial_update - A

```

```

M 80:4 RecordViewSet.get_renderers - A
M 137:4 RecordViewSet.destroy - A
M 206:4 RecordViewSet.descargar - A
M 224:4 RecordViewSet.exportar - A
M 35:4 RecordViewSet.get_queryset - A
M 73:4 RecordViewSet.get_serializer_class - A
M 159:4 RecordViewSet._save_pdf_to_folder - A
M 218:4 RecordViewSet._pdf_mail - A
M 233:4 RecordViewSet.get_column_header - A
backend/app/api/record/tests/test_serializer.py
C 21:0 ConsultaQuerySerializerTestCase - A
C 65:0 ConsultaEditSerializerTestCase - A
M 39:4 ConsultaQuerySerializerTestCase.test_data_
parsed_correctly - A
M 84:4 ConsultaEditSerializerTestCase.test_data_
parsed_correctly - A
M 22:4 ConsultaQuerySerializerTestCase.setUp - A
M 66:4 ConsultaEditSerializerTestCase.setUp - A
backend/app/api/record/tests/__init__.py
F 4:0 create_record_full - A
F 31:0 get_record_data - A
backend/app/api/record/tests/test_views.py
C 18:0 RecordTests - A
M 23:4 RecordTests.setUp - A
M 29:4 RecordTests.test_list_ok - A
M 42:4 RecordTests.test_list_unauthorized - A
M 46:4 RecordTests.test_create_ok - A
M 59:4 RecordTests.test_create_invalid - A
M 65:4 RecordTests.test_create_unauthorized - A
M 70:4 RecordTests.test_detail_ok - A
M 142:4 RecordTests.test_detail_unauthorized - A
M 146:4 RecordTests.test_update_ok - A
M 182:4 RecordTests.test_update_unauthorized - A
M 189:4 RecordTests.test_update_invalid - A
M 195:4 RecordTests.test_partial_update_ok - A
M 210:4 RecordTests.test_partial_update_unauthorized - A

```

```

M 218:4 RecordTests.test_delete_ok - A
M 232:4 RecordTests.test_delete_unauthorized - A
M 244:4 RecordTests.test_enviar_mail - A
M 278:4 RecordTests.test_descargar - A
M 287:4 RecordTests.test_descargar_invalid - A
M 292:4 RecordTests.test_exportar - A
backend/app/api/auth/view.py
C 8:0 SipomeLogin - A
C 40:0 SipomePasswordChange - A
M 9:4 SipomeLogin.post - A
C 27:0 SipomeLogout - A
M 41:4 SipomePasswordChange.post - A
M 28:4 SipomeLogout.post - A
backend/app/api/auth/tests/test_views.py
C 10:0 AuthTests - A
M 15:4 AuthTests.setUp - A
M 26:4 AuthTests.test_login_ok - A
M 35:4 AuthTests.test_login_invalid - A
M 44:4 AuthTests.test_logout_ok - A
M 49:4 AuthTests.test_reset_password_ok - A
backend/app/api/group/views.py
C 8:0 GroupViewSet - A
M 10:4 GroupViewSet.list - A
backend/app/api/group/tests/test_views.py
C 7:0 GroupTests - A
M 12:4 GroupTests.setUp - A
M 16:4 GroupTests.test_list_ok - A
M 21:4 GroupTests.test_list_unauthorized - A
backend/app/api/location/serializers.py
C 6:0 LocalizacionESSerializer - A
C 15:0 LocalizacionENSerializer - A
backend/app/api/location/views.py
C 8:0 LocalizacionViewSet - A
M 13:4 LocalizacionViewSet.get_serializer_class - A
backend/app/api/location/tests/test_views.py
C 7:0 LocationTests - A

```

```

M 12:4 LocationTests.setUp - A
M 16:4 LocationTests.test_list_spanish_ok - A
M 22:4 LocationTests.test_list_english_ok - A
M 28:4 LocationTests.test_list_unauthorized - A
backend/app/api/metastasis/serializers.py
C 5:0 MetastasisSerializer - A
backend/app/api/metastasis/views.py
C 9:0 MetastasisViewSet - A
M 14:4 MetastasisViewSet.get_queryset - A
backend/app/api/metastasis/tests/test_views.py
C 10:0 MetastasisTests - A
M 15:4 MetastasisTests.setUp - A
M 29:4 MetastasisTests.test_list_ok - A
M 43:4 MetastasisTests.test_list_unauthorized - A
M 47:4 MetastasisTests.test_create_ok - A
M 64:4 MetastasisTests.test_create_unauthorized - A
M 68:4 MetastasisTests.test_detail_ok - A
M 85:4 MetastasisTests.test_detail_unauthorized - A
M 89:4 MetastasisTests.test_update_ok - A
M 106:4 MetastasisTests.test_update_unauthorized - A
M 110:4 MetastasisTests.test_partial_update_ok - A
M 119:4 MetastasisTests.test_partial_update_unauthorized - A
M 123:4 MetastasisTests.test_delete_ok - A
M 128:4 MetastasisTests.test_delete_unauthorized - A
backend/app/api/user/serializers.py
C 8:0 UserCreateSerializer - A
M 35:4 UserCreateSerializer.validate - A
C 53:0 UserEditSerializer - A
M 43:4 UserCreateSerializer.create - A
M 75:4 UserEditSerializer.get_nombre_completo - A
backend/app/api/user/filters.py
C 7:0 UserFilter - A
M 12:4 UserFilter.filter_usuario - A
backend/app/api/user/views.py
C 15:0 UserViewSet - A
M 38:4 UserViewSet.get_serializer_class - A

```

backend/app/api/user/tests/test_views.py

```
C 13:0 UserTests - A
M 72:4 UserTests.test_list_user_ok - A
M 18:4 UserTests.setUp - A
M 22:4 UserTests.test_create_user_ok - A
M 46:4 UserTests.test_create_user_invalid - A
M 57:4 UserTests.test_create_user_unauthorized - A
M 84:4 UserTests.test_list_user_unauthorized - A
M 88:4 UserTests.test_retrieve_user_ok - A
M 118:4 UserTests.test_retrieve_user_unauthorized - A
M 132:4 UserTests.test_update_user_ok - A
M 150:4 UserTests.test_update_user_unauthorized - A
M 168:4 UserTests.test_delete_user_ok - A
M 185:4 UserTests.test_delete_user_unauthorized - A
```

backend/app/api/user/tests/test_serialisers.py

```
C 10:0 UserCreateSerializerTestCase - A
C 71:0 UserEditSerializerTestCase - A
M 11:4 UserCreateSerializerTestCase.setUp - A
M 24:4 UserCreateSerializerTestCase.test_data_
parsed_correctly - A
M 38:4 UserCreateSerializerTestCase.test_data_
invalid_passwords - A
M 45:4 UserCreateSerializerTestCase.test_data_
missing_username - A
M 48:4 UserCreateSerializerTestCase.test_data_
missing_password - A
M 51:4 UserCreateSerializerTestCase.test_data_
missing_password2 - A
M 54:4 UserCreateSerializerTestCase.test_data_
missing_first_name - A
M 57:4 UserCreateSerializerTestCase.test_data_
missing_last_name - A
M 60:4 UserCreateSerializerTestCase.test_data_missing_
_email - A
M 63:4 UserCreateSerializerTestCase._missing_attribute - A
M 72:4 UserEditSerializerTestCase.setUp - A
```

```

M 85:4 UserEditSerializerTestCase.test_data_parsed_
correctly - A
backend/app/api/ICD/serializers.py
C 6:0 IcdESSerializer - A
C 15:0 IcdENSerializer - A
backend/app/api/ICD/views.py
C 8:0 IcdViewSet - A
M 13:4 IcdViewSet.get_serializer_class - A
backend/app/api/ICD/tests/test_views.py
C 7:0 ICDTests - A
M 12:4 ICDTests.setUp - A
M 16:4 ICDTests.test_list_ok - A
M 21:4 ICDTests.test_list_unauthorized - A
backend/app/api/sarcoma/serializers.py
C 6:0 SarcomaSerializer - A
backend/app/api/sarcoma/views.py
C 9:0 SarcomaViewSet - A
M 14:4 SarcomaViewSet.get_queryset - A
backend/app/api/sarcoma/tests/test_views.py
C 10:0 SarcomaTests - A
M 15:4 SarcomaTests.setUp - A
M 26:4 SarcomaTests.test_list_ok - A
M 40:4 SarcomaTests.test_list_unauthorized - A
M 44:4 SarcomaTests.test_create_ok - A
M 65:4 SarcomaTests.test_create_unauthorized - A
M 69:4 SarcomaTests.test_detail_ok - A
M 90:4 SarcomaTests.test_detail_unauthorized - A
M 94:4 SarcomaTests.test_update_ok - A
M 116:4 SarcomaTests.test_update_unauthorized - A
M 120:4 SarcomaTests.test_parcial_update_ok - A
M 130:4 SarcomaTests.test_parcial_update_unauthorized - A
M 134:4 SarcomaTests.test_delete_ok - A
M 139:4 SarcomaTests.test_delete_unauthorized - A
backend/app/api/patient/serializers.py
C 6:0 PacienteSerializer - A
M 33:4 PacienteSerializer.get_nombre_completo - A

```

```

backend/app/api/patient/filters.py
    C 6:0 PatientFilter - A
    M 11:4 PatientFilter.filter_usuario - A
backend/app/api/patient/views.py
    C 14:0 PacienteViewSet - A
    M 38:4 PacienteViewSet.destroy - A
backend/app/api/patient/tests/test_serializers.py
    C 9:0 PatientSerializerTestCase - A
    M 10:4 PatientSerializerTestCase.setUp - A
    M 31:4 PatientSerializerTestCase.test_data_parsed_
correctly - A
    M 36:4 PatientSerializerTestCase.test_invalid_celular - A
    M 44:4 PatientSerializerTestCase.test_invalid_mail - A
    M 52:4 PatientSerializerTestCase.test_missing_fecha_
nacimiento - A
backend/app/api/patient/tests/test_views.py
    C 14:0 PacienteTests - A
    M 19:4 PacienteTests.setUp - A
    M 58:4 PacienteTests.test_list_paciente_ok - A
    M 63:4 PacienteTests.test_list_paciente_unauthorized - A
    M 67:4 PacienteTests.test_create_paciente_ok - A
    M 73:4 PacienteTests.test_create_paciente_invalid - A
    M 79:4 PacienteTests.test_create_paciente_
unauthorized - A
    M 83:4 PacienteTests.test_detail_paciente_ok - A
    M 110:4 PacienteTests.test_detail_paciente_unauthorized - A
    M 114:4 PacienteTests.test_update_paciente_ok - A
    M 119:4 PacienteTests.test_update_paciente_invalid - A
    M 125:4 PacienteTests.test_update_paciente_
unauthorized - A
    M 129:4 PacienteTests.test_parcial_update_paciente_ok - A
    M 141:4 PacienteTests.test_parcial_update_paciente_
unauthorized - A
    M 151:4 PacienteTests.test_delete_paciente_ok - A
    M 156:4 PacienteTests.test_delete_paciente_unauthorized - A
backend/app/api/seguimiento/serializers.py

```

```

    C 5:0 SeguimientoSerializer - A
backend/app/api/seguimiento/views.py
    C 9:0 SeguimientoViewSet - A
    M 14:4 SeguimientoViewSet.get_queryset - A
backend/app/api/seguimiento/tests/test_views.py
    C 10:0 SeguimientoTests - A
    M 15:4 SeguimientoTests.setUp - A
    M 25:4 SeguimientoTests.test_list_ok - A
    M 39:4 SeguimientoTests.test_list_unauthorized - A
    M 43:4 SeguimientoTests.test_create_ok - A
    M 55:4 SeguimientoTests.test_create_unauthorized - A
    M 59:4 SeguimientoTests.test_detail_ok - A
    M 71:4 SeguimientoTests.test_detail_unauthorized - A
    M 75:4 SeguimientoTests.test_update_ok - A
    M 87:4 SeguimientoTests.test_update_unauthorized - A
    M 91:4 SeguimientoTests.test_parcial_update_ok - A
    M 101:4 SeguimientoTests.test_parcial_update_unauthorized - A
    M 105:4 SeguimientoTests.test_delete_ok - A
    M 110:4 SeguimientoTests.test_delete_unauthorized - A
backend/app/api/tratamiento/serializers.py
    F 11:0 create_extra_info - B
    M 105:4 TratamientoEditSerializer.update - A
    C 65:0 TratamientoEditSerializer - A
    F 30:0 delete_extra_info - A
    M 71:4 TratamientoEditSerializer.get_radioterapia - A
    M 77:4 TratamientoEditSerializer.get_quimioterapia - A
    M 83:4 TratamientoEditSerializer.get_quirurgico - A
    C 38:0 RadioterapiaSerializer - A
    C 47:0 QuimioterapiaSerializer - A
    C 56:0 QuirurgicoSerializer - A
    M 88:4 TratamientoEditSerializer.get_tipo_nombre - A
    M 125:4 TratamientoEditSerializer.create - A
backend/app/api/tratamiento/views.py
    C 12:0 TratamientoViewSet - A
    M 16:4 TratamientoViewSet.get_queryset - A
    M 26:4 TratamientoViewSet.get_serializer_context - A

```

```
M 23:4 TratamientoViewSet.get_serializer_class - A
backend/app/api/tratamiento/tests/test_views.py
C 11:0 TratamientoTests - A
M 16:4 TratamientoTests.setUp - A
M 28:4 TratamientoTests.test_list_ok - A
M 42:4 TratamientoTests.test_list_unauthorized - A
M 48:4 TratamientoTests.test_quirurgico_create_ok - A
M 69:4 TratamientoTests.test_quirurgico_create_
unauthorized - A
M 73:4 TratamientoTests.test_quirurgico_detail_ok - A
M 96:4 TratamientoTests.test_quirurgico_detail_
unauthorized - A
M 100:4 TratamientoTests.test_quirurgico_update_ok - A
M 122:4 TratamientoTests.test_quirurgico_update_
unauthorized - A
M 126:4 TratamientoTests.test_quirurgico_parcial_
update_ok - A
M 144:4 TratamientoTests.test_quirurgico_parcial_update_
unauthorized - A
M 148:4 TratamientoTests.test_quirurgico_delete_ok - A
M 157:4 TratamientoTests.test_quirurgico_delete_
unauthorized - A
M 168:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_create_ok - A
M 189:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_create_
unauthorized - A
M 193:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_detail_ok - A
M 216:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_detail_
unauthorized - A
M 220:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_update_ok - A
M 242:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_update_
unauthorized - A
M 246:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_parcial_
update_ok - A
M 264:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_parcial_update_
unauthorized - A
M 268:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_delete_ok - A
```

```

M 277:4 TratamientoTests.test_quimioterapia_delete_
    unauthorized - A
M 288:4 TratamientoTests.test_radioterapia_create_ok - A
M 309:4 TratamientoTests.test_radioterapia_create_
    unauthorized - A
M 313:4 TratamientoTests.test_radioterapia_detail_ok - A
M 336:4 TratamientoTests.test_radioterapia_detail_
    unauthorized - A
M 340:4 TratamientoTests.test_radioterapia_update_ok - A
M 362:4 TratamientoTests.test_radioterapia_update_
    unauthorized - A
M 366:4 TratamientoTests.test_radioterapia_parcial_
    update_ok - A
M 384:4 TratamientoTests.test_radioterapia_parcial_update_
    unauthorized - A
M 388:4 TratamientoTests.test_radioterapia_delete_ok - A
M 397:4 TratamientoTests.test_radioterapia_delete_
    unauthorized - A
M 408:4 TratamientoTests.test_otro_create_ok - A
M 425:4 TratamientoTests.test_otro_create_unauthorized - A
M 429:4 TratamientoTests.test_otro_detail_ok - A
M 448:4 TratamientoTests.test_otro_detail_unauthorized - A
M 452:4 TratamientoTests.test_otro_update_ok - A
M 468:4 TratamientoTests.test_otro_update_unauthorized - A
M 472:4 TratamientoTests.test_otro_parcial_update_ok - A
M 485:4 TratamientoTests.test_otro_parcial_update_u
    nauthorized - A
M 489:4 TratamientoTests.test_otro_delete_ok - A
M 496:4 TratamientoTests.test_otro_delete_unauthorized - A
backend/app/api/hemopatiaMaligna/serializers.py
    C 5:0 HemopatiaMalignaSerializer - A
backend/app/api/hemopatiaMaligna/views.py
    C 9:0 HemopatiaMalignaViewSet - A
    M 14:4 HemopatiaMalignaViewSet.get_queryset - A
backend/app/api/hemopatiaMaligna/tests/test_views.py
    C 10:0 HemopatiaTests - A

```

```

M 15:4 HemopatiaTests.setUp - A
M 29:4 HemopatiaTests.test_list_ok - A
M 43:4 HemopatiaTests.test_list_unauthorized - A
M 47:4 HemopatiaTests.test_create_ok - A
M 62:4 HemopatiaTests.test_create_unauthorized - A
M 66:4 HemopatiaTests.test_detail_ok - A
M 81:4 HemopatiaTests.test_detail_unauthorized - A
M 85:4 HemopatiaTests.test_update_ok - A
M 100:4 HemopatiaTests.test_update_unauthorized - A
M 104:4 HemopatiaTests.test_parcial_update_ok - A
M 117:4 HemopatiaTests.test_parcial_update_unauthorized - A
M 121:4 HemopatiaTests.test_delete_ok - A
M 126:4 HemopatiaTests.test_delete_unauthorized - A
backend/app/api/exam/serializers.py
F 13:0 create_extra_info - B
M 183:4 ExamenEditSerializer.update - B
C 131:0 ExamenEditSerializer - A
F 34:0 delete_extra_info - A
C 42:0 ExamenQuerySerializer - A
M 138:4 ExamenEditSerializer.get_rayosX - A
M 143:4 ExamenEditSerializer.get_centellograma - A
M 148:4 ExamenEditSerializer.get_tomografia - A
M 153:4 ExamenEditSerializer.get_resonancia - A
M 158:4 ExamenEditSerializer.get_biopsia - A
M 57:4 ExamenQuerySerializer.get_tipo_nombre - A
C 61:0 RayosXSerializer - A
C 88:0 TomografiaSerializer - A
C 99:0 CentellogramaSerializer - A
C 109:0 ResonanciaSerializer - A
C 120:0 BiopsiaSerializer - A
M 211:4 ExamenEditSerializer.create - A
backend/app/api/exam/views.py
C 14:0 ExamViewSet - A
M 18:4 ExamViewSet.get_queryset - A
M 25:4 ExamViewSet.get_serializer_class - A
M 31:4 ExamViewSet.get_serializer_context - A

```

```

backend/app/api/exam/tests/test_serializers.py
  C 11:0 ExamQuerySerializerTestCase - A
  M 16:4 ExamQuerySerializerTestCase.test_data_parsed_
  correctly - A
  M 12:4 ExamQuerySerializerTestCase.setUp - A
backend/app/api/exam/tests/test_views.py
  C 14:0 ExamTests - A
  M 19:4 ExamTests.setUp - A
  M 26:4 ExamTests.test_list_ok - A
  M 39:4 ExamTests.test_list_unauthorized - A
  M 43:4 ExamTests.test_detail_unauthorized - A
  M 47:4 ExamTests.test_create_unauthorized - A
  M 51:4 ExamTests.test_update_unauthorized - A
  M 55:4 ExamTests.test_parcial_update_unauthorized - A
  M 59:4 ExamTests.test_delete_unauthorized - A
  M 65:4 ExamTests.test_biopsia_detail_ok - A
  M 82:4 ExamTests.test_biopsia_create_ok - A
  M 111:4 ExamTests.test_biopsia_update_ok - A
  M 141:4 ExamTests.test_biopsia_parcial_update_ok - A
  M 161:4 ExamTests.test_biopsia_delete_ok - A
  M 172:4 ExamTests.test_centellograma_detail_ok - A
  M 188:4 ExamTests.test_centellograma_create_ok - A
  M 216:4 ExamTests.test_centellograma_update_ok - A
  M 245:4 ExamTests.test_centellograma_parcial_update_ok - A
  M 265:4 ExamTests.test_centellograma_delete_ok - A
  M 276:4 ExamTests.test_rayosx_detail_ok - A
  M 293:4 ExamTests.test_rayosx_create_ok - A
  M 341:4 ExamTests.test_rayosx_update_ok - A
  M 392:4 ExamTests.test_rayosx_parcial_update_ok - A
  M 420:4 ExamTests.test_rayosx_delete_ok - A
  M 433:4 ExamTests.test_resonancia_magnetica_detail_ok - A
  M 450:4 ExamTests.test_resonancia_magnetica_create_ok - A
  M 482:4 ExamTests.test_resonancia_magnetica_update_ok - A
  M 517:4 ExamTests.test_resonancia_magnetica_parcial_
  update_ok - A
  M 542:4 ExamTests.test_resonancia_magnetica_delete_ok - A

```

```

M 555:4 ExamTests.test_tomografia_computada_detail_ok - A
M 572:4 ExamTests.test_tomografia_computada_create_ok - A
M 604:4 ExamTests.test_tomografia_computada_update_ok - A
M 639:4 ExamTests.test_tomografia_computada_parcial_
update_ok - A
M 664:4 ExamTests.test_tomografia_computada_delete_ok - A
backend/app/api/permission/views.py
C 8:0 PermissionViewSet - A
M 10:4 PermissionViewSet.list - A
backend/app/api/permission/tests/test_views.py
C 8:0 PermissionTests - A
M 13:4 PermissionTests.setUp - A
M 17:4 PermissionTests.test_list_ok - A
M 24:4 PermissionTests.test_list_unauthorized - A
backend/app/hcen/handler.py
M 16:4 HcenHandler.create_register_document - B
C 14:0 HcenHandler - A
M 92:4 HcenHandler._call_service - A
backend/app/hcen/generate_cda.py
F 6:0 generate_cda - A
backend/app/hcen/generate_xds.py
F 3:0 generate_xds - A
backend/app/hcen/tests/test_hcen.py
C 16:0 HcenTests - A
M 21:4 HcenTests.setUp - A
M 25:4 HcenTests.test_create_register_cda - A
backend/sipome/permissions.py
C 6:0 SipomePermissions - B
M 8:4 SipomePermissions.has_permission - B

```

541 blocks (classes, functions, methods) analyzed.
Average complexity: A (1.689463955637708)

Anexo 5

Resultado completo de LCOM

Method	LCOM
app.admin.CustomUserAdmin	0
app.admin.LogAdmin	0
app.api.ICD.serializers.IcdENSerializer	0
app.api.ICD.serializers.IcdESSerializer	0
app.api.ICD.serializers.Meta	0
app.api.ICD.serializers.Meta	0
app.api.ICD.views.IcdViewSet	1
app.api.auth.view.SipomeLogin	1
app.api.auth.view.SipomeLogout	1
app.api.auth.view.SipomePasswordChange	1
app.api.exam.serializers.BiopsiaSerializer	0
app.api.exam.serializers.CentellogramaSerializer	0
app.api.exam.serializers.ExamenEditSerializer	1
app.api.exam.serializers.ExamenQuerySerializer	0
app.api.exam.serializers.Meta	0
app.api.exam.serializers.RayosXSerializer	0
app.api.exam.serializers.ResonanciaSerializer	0

app.api.exam.serializers.TomografiaSerializer	0
app.api.exam.tests.test_serializers.ExamQuerySerializerTestCase	1
app.api.exam.tests.test_views.ExamTests	1
app.api.exam.views.ExamViewSet	1
app.api.group.views.GroupViewSet	1
app.api.hemopatiamaligna.serializers.HemopatiamalignaSerializer	0
app.api.hemopatiamaligna.serializers.Meta	0
app.api.hemopatiamaligna.views.HemopatiamalignaViewSet	1
app.api.location.serializers.LocalizacionENSerializer	0
app.api.location.serializers.LocalizacionESSerializer	0
app.api.location.serializers.Meta	0
app.api.location.serializers.Meta	0
app.api.location.views.LocalizacionViewSet	1
app.api.metastasis.serializers.Meta	0
app.api.metastasis.serializers.MetastasisSerializer	0
app.api.metastasis.views.MetastasisViewSet	1
app.api.miscelaneas.serializers.Meta	0
app.api.miscelaneas.serializers.MiscelaneasSerializer	0
app.api.miscelaneas.views.MiscelaneasViewSet	1
app.api.pagination.LargeResultsSetPagination	0
app.api.patient.filters.Meta	0
app.api.patient.filters.PatientFilter	0
app.api.patient.serializers.Meta	0
app.api.patient.serializers.PacienteSerializer	0
app.api.patient.tests.test_serializers.PatientSerializerTestCase	1
app.api.patient.tests.test_views.PacienteTests	1
app.api.patient.views.PacienteViewSet	1
app.api.permission.views.PermissionViewSet	1
app.api.permissions.UserIsOwnerOrReadOnly	0
app.api.record.filters.Meta	0
app.api.record.filters.RecordFilter	0
app.api.record.serializers.ConsultaEditSerializer	0
app.api.record.serializers.ConsultaExportSerializer	1
app.api.record.serializers.ConsultaQuerySerializer	0
app.api.record.serializers.EmailSerializer	0
app.api.record.serializers.Meta	0

app.api.record.serializers.Meta	0
app.api.record.serializers.Meta	0
app.api.record.tests.test_serializer.ConsultaEditSerializerTestCase	1
app.api.record.tests.test_serializer.ConsultaQuerySerializerTestCase	1
app.api.record.tests.test_views.RecordTests	1
app.api.record.views.RecordViewSet	2
app.api.sarcoma.serializers.Meta	0
app.api.sarcoma.serializers.SarcomaSerializer	0
app.api.sarcoma.views.SarcomaViewSet	1
app.api.seguimiento.serializers.Meta	0
app.api.seguimiento.serializers.SeguimientoSerializer	0
app.api.seguimiento.views.SeguimientoViewSet	1
app.api.statistics.views.Statistics	0
app.api.statistics.views.StatisticsExport	0
app.api.statistics.views.StatisticsView	0
app.api.tratamiento.serializers.Meta	0
app.api.tratamiento.serializers.QuimioterapiaSerializer	0
app.api.tratamiento.serializers.QuirurgicoSerializer	0
app.api.tratamiento.serializers.RadioterapiaSerializer	0
app.api.tratamiento.serializers.TratamientoEditSerializer	1
app.api.tratamiento.views.TratamientoViewSet	1
app.api.user.filters.Meta	0
app.api.user.filters.UserFilter	0
app.api.user.serializers.Meta	0
app.api.user.serializers.Meta	0
app.api.user.serializers.UserCreateSerializer	0
app.api.user.serializers.UserEditSerializer	0
app.api.user.tests.test_serialisers.UserCreateSerializerTestCase	1
app.api.user.tests.test_views.UserTests	1
app.api.user.views.UserViewSet	1
app.apps.SipomeAppConfig	0
app.forms.CustomUserChangeForm	0
app.forms.CustomUserCreationForm	0

app.forms.Meta	0
app.forms.Meta	0
app.hcen.handler.HcenHandler	0
app.migrations.0001_initial.Migration	0
app.migrations.0002_auto_20200201_2009.Migration	0
app.migrations.0003_MinCedula.Migration	0
app.migrations.0004_DatosUsuario.Migration	0
app.migrations.0005_icdo.Migration	0
app.migrations.0006_localizacion.Migration	0
app.migrations.0007_CedulaNoUnica.Migration	0
app.migrations.0008_diacom.Migration	0
app.migrations.0009_OrderAndChoices.Migration	0
app.migrations.0010_TextFields.Migration	0
app.migrations.0011_groups.Migration	0
app.migrations.0012_trazabilidad.Migration	0
app.migrations.0013_trazabilidad_fk.Migration	0
app.migrations.0014_trazabilidad_original_id.Migration	0
app.migrations.0015_trazabilidad_fix.Migration	0
app.migrations.0016_trazabilidad_fix_2.Migration	0
app.migrations.0017_log.Migration	0
app.migrations.0018_log_2.Migration	0
app.migrations.0019_log_3.Migration	0
app.migrations.0020_Contador.Migration	0
app.migrations.0021_ExamenAtributosDiacom.Migration	0
app.migrations.0022_ExamenAtributosDiacom2.Migration	0
app.migrations.0023_BoolDefaultFalse.Migration	0
app.models.biopsia.Biopsia	0
app.models.biopsia.BiopsiaAbstract	1
app.models.biopsia.Meta	0
app.models.centellograma.Centellograma	0
app.models.centellograma.CentellogramaAbstract	1
app.models.centellograma.Meta	0
app.models.clinicalRecord.ClinicalRecord	0
app.models.clinicalRecord.ClinicalRecordAbstract	1
app.models.clinicalRecord.Meta	0
app.models.contador.Contador	1

app.models.examen.ExamType	0
app.models.examen.Examen	0
app.models.examen.ExamenAbstract	1
app.models.examen.Meta	0
app.models.hemopatiaMaligna.HemopatiaMaligna	0
app.models.hemopatiaMaligna.HemopatiaMalignaAbstract	1
app.models.hemopatiaMaligna.Meta	0
app.models.icd.Icd	1
app.models.icd.Meta	0
app.models.localizacion.Localizacion	1
app.models.localizacion.Meta	0
app.models.log.Log	1
app.models.log.Meta	0
app.models.metastasis.Meta	0
app.models.metastasis.Metastasis	0
app.models.metastasis.MetastasisAbstract	1
app.models.miscelaneas.Meta	0
app.models.miscelaneas.Miscelaneas	0
app.models.miscelaneas.MiscelaneasAbstract	1
app.models.paciente.ExamType	0
app.models.paciente.Meta	0
app.models.paciente.Paciente	2
app.models.quimioterapia.Meta	0
app.models.quimioterapia.Quimioterapia	0
app.models.quimioterapia.QuimioterapiaAbstract	1
app.models.quirurgico.Meta	0
app.models.quirurgico.Quirurgico	0
app.models.quirurgico.QuirurgicoAbstract	1
app.models.radioterapia.Meta	0
app.models.radioterapia.Radioterapia	0
app.models.radioterapia.RadioterapiaAbstract	1
app.models.rayosX.Meta	0
app.models.rayosX.RayosX	0
app.models.rayosX.RayosXAbstract	1
app.models.resonanciaMagnetica.Meta	0
app.models.resonanciaMagnetica.ResonanciaMagnetica	0

app.models.resonanciaMagnetica.ResonanciaMagneticaAbstract	1
app.models.sarcoma.Meta	0
app.models.sarcoma.Sarcoma	0
app.models.sarcoma.SarcomaAbstract	1
app.models.seguimiento.Meta	0
app.models.seguimiento.Seguimiento	0
app.models.seguimiento.SeguimientoAbstract	1
app.models.sipome_user.SipomeUser	2
app.models.tomografiaComputada.Meta	0
app.models.tomografiaComputada.TomografiaComputada	0
app.models.tomografiaComputada.TomografiaComputadaAbstract	1
app.models.tratamiento.Meta	0
app.models.tratamiento.Tratamiento	0
app.models.tratamiento.TratamientoAbstract	1
app.models.tratamiento.TreatmentType	0
app.models.trazabilidad.TrBiopsia	0
app.models.trazabilidad.TrCentellograma	0
app.models.trazabilidad.TrClinicalRecord	0
app.models.trazabilidad.TrExamen	0
app.models.trazabilidad.TrHemopatiaMaligna	0
app.models.trazabilidad.TrMetastasis	0
app.models.trazabilidad.TrMiscelaneas	0
app.models.trazabilidad.TrQuimioterapia	0
app.models.trazabilidad.TrQuirurgico	0
app.models.trazabilidad.TrRadioterapia	0
app.models.trazabilidad.TrRayosX	0
app.models.trazabilidad.TrResonanciaMagnetica	0
app.models.trazabilidad.TrSarcoma	0
app.models.trazabilidad.TrSeguimiento	0
app.models.trazabilidad.TrTomografiaComputada	0
app.models.trazabilidad.TrTratamiento	0
app.signals.mixin.SignalMixin	1
app.utils.pdf.FooterCanvas	1
Average	0.28

Anexo 6

Testing exploratorio

Misiones

- Registrar usuario
- Login
- Logout
- Buscar usuario
- Actualizar información de usuario
- Asignar/quitar grupo a un usuario
- Buscar pacientes
- Visualizar paciente
- Crear/modificar paciente
- Eliminar paciente
- Buscar registro clínico
- Exportar registro clínico
- Visualizar registro clínico
- Crear registro clínico
- Modificar registro clínico
- Eliminar registro clínico
- Visualizar sarcoma
- Crear sarcoma
- Modificar sarcoma
- Eliminar sarcoma
- Visualizar hemopatía maligna

- Crear hemopatía maligna
- Modificar hemopatía maligna
- Eliminar hemopatía maligna
- Visualizar metástasis
- Crear metástasis
- Modificar metástasis
- Eliminar metástasis
- Visualizar miscelánea
- Crear miscelánea
- Modificar miscelánea
- Eliminar miscelánea
- Visualizar examen
- Crear examen
- Modificar examen
- Eliminar examen
- Visualizar seguimiento
- Crear seguimiento
- Modificar seguimiento
- Eliminar seguimiento
- Visualizar tratamiento
- Crear tratamiento
- Modificar tratamiento
- Eliminar tratamiento
- Ver estadísticas
- Cambiar idioma

Sesiones

Sesiones para la misión Registrar usuario

Sesión 1

1. No llenar algún campo obligatorio. No permite registrarse.
2. Mail con formato incorrecto. No permite registrarse.
3. Diferentes contraseñas en la contraseña y la confirmación. No permite

registrarse.

4. Contraseña con menos de 8 caracteres. No permite registrarse.

Sesión 2

1. Ya existe un usuario con el mismo nombre de usuario. No permite registrarse.
2. Ya existe un usuario con el mismo email. No permite registrarse.

Sesión 3

1. Se llenan todos los campos correctamente. Permite el registro.
2. Se crea en la base de datos un registro en la tabla sipomeuser correspondiente al nuevo usuario. Correcto

Sesiones para la misión Login

Sesión 1

1. Usuario incorrecto. No permite loguearse.
2. Usuario correcto pero contraseña incorrecta. No permite loguearse.

Sesión 2

1. Usuario y contraseña correctos. Ingresa a la aplicación.
2. Se modifica en la base de datos en la tabla sipomeuser la fecha de último login a la fecha y hora del momento. Correcto

Sesión 3

Se prueba con los 3 usuarios: administrador, médico y estudiante.

1. Si no lo asignaron a ningún grupo, ve en el menú los items Inicio, Administración (pero no puede ver los usuarios que hay registrados), Estadísticas y Salir. Correcto.
2. Si es médico puede ver los items Inicio, Administración, Pacientes, Consultas, Estadísticas y Salir.
3. Si es estudiante puede ver los items Inicio, Administración, Pacientes, Consultas, Estadísticas y Salir.

4. Si es administrador puede ver los items Inicio, Administración, Pacientes, Consulta, Estadística y Salir.

Sesiones para la misión Logout

Sesión 1

1. Se presiona Salir y aparece el login nuevamente. Se cerró sesión correctamente.

Sesiones para la misión Buscar usuario

Sesión 1

1. Se busca un usuario por una parte del nombre de usuario (no tiene porque ser al comienzo). Encuentra los usuarios que corresponden.
2. Se busca un usuario por nombre de usuario que no existe. No se encuentra ningún usuario

Sesión 2

1. Se busca un usuario por una parte del primer nombre, o del segundo nombre o del primer apellido o del segundo apellido (no tiene porque ser al comienzo). Encuentra los usuarios que corresponden.
2. Se busca un usuario por nombre que no existe. No se encuentra ningún usuario

Sesión 3

1. Se busca un usuario por una parte del email (no tiene porque ser al comienzo). Encuentra los usuarios que corresponden.
2. Se busca un usuario por email que no existe. No se encuentra ningún usuario

Sesiones para la misión Actualizar información de usuario

Sesión 1

1. Se entra en Administración con un usuario administrador.
2. El usuario puede editar los datos de todos los usuarios. Correcto

Sesión 2

1. Se entra en Administración con un usuario diferente del administrador.
2. El usuario puede editar solamente sus datos, el botón editar para el resto de los usuarios está deshabilitado. Correcto

Sesión 3

1. Se entra en Administración con un usuario administrador.
- 2.
3. Se modifica el nombre de usuario de un usuario por uno ya existente. No lo permite
4. Se modifica el nombre de usuario de un usuario a uno que no existe. Permite la modificación.
5. Se modifica en la base de datos en la tabla sipomeuser el username. Correcto

Sesión 4

1. Se entra en Administración con un usuario diferente del administrador.
2. Se modifica el nombre de usuario a uno de un usuario ya existente. No lo permite
3. Se modifica el nombre de usuario a uno que no existe. Permite la modificación. Si se desea editar sus datos personales nuevamente se debe ingresar con el nuevo nombre de usuario.
4. Se modifica en la base de datos en la tabla sipomeuser el username. Correcto

Sesión 5

1. Se entra en Administración con cualquier usuario.
2. Se modifica el primer nombre, segundo nombre, primer apellido o segundo apellido. Permite la modificación.
3. Se modifica la cédula. Permite la modificación.
4. Se modifica el número de caja profesional. Permite la modificación.
5. Se modifica el email. Permite la modificación.
6. El recuadro para editar los grupos asociados está deshabilitado, salvo para el usuario administrador. Correcto.

7. Todas estas modificaciones se ven reflejadas en la base de datos en la tabla sipomeuser. Correcto

Sesiones para la misión Asignar/quitar grupo a un usuario

Sesión 1

1. Se entra en Administración con un usuario administrador.
2. Se presiona editar sobre un usuario que ya tenga grupo asignado.
3. Se selecciona el grupo que ya tiene asignado y se le quita.
4. Se selecciona un grupo de la lista de la izquierda y se lo pasa para la derecha.
5. Se guardan los cambios.
6. Si se asigna un grupo a un usuario, se agrega un registro a la base de datos en la tabla sipomeuser_grupos que relaciona el id del usuario con el id del grupo asignado. Correcto
7. Si se quita la asignación de un grupo a un usuario, se borra el registro de la base de datos en la tabla sipomeuser_grupos que relacionaba el id del usuario con el id del grupo quitado. Correcto

Sesión 2

1. Se entra en Administración con un usuario diferente al administrador.
2. Se presiona editar sobre el usuario.
3. Las listas de los grupos no asignados y asignados está deshabilitada.

Sesiones para la misión Buscar pacientes

Sesión 1

1. Se entra con un usuario Administración, no se puede ver el ítem en el menú Pacientes.

Sesión 2

1. Se entra en Pacientes con un usuario médico o estudiante.

2. Se busca un paciente por una parte de la cédula (no tiene porque ser al comienzo). Encuentra los pacientes que corresponden.
3. Se busca un paciente por una cédula que no existe. No se encuentra ningún paciente

Sesión 3

1. Se entra en Pacientes con un usuario médico o estudiante.
2. Se busca un paciente por una parte del primer nombre, o del segundo nombre o del primer apellido o del segundo apellido (no tiene porque ser al comienzo). Encuentra los paciente que corresponden.
3. Se busca un paciente por nombre que no existe. No se encuentra ningún paciente

Sesión 4

1. Se entra en Pacientes con un usuario médico o estudiante.
2. Se busca un paciente por el código OMS de su patología. Encuentra los paciente que corresponden.
3. Se busca un paciente por un código OMS de patología que no tiene ninguno. No se encuentra ningún paciente

Sesión 5

1. Se entra en Pacientes con un usuario médico.
2. Se permite agregar un nuevo paciente.

Sesión 6

1. Se entra en Pacientes con un usuario estudiante.
2. No se permite agregar un nuevo paciente, el botón Nuevo está deshabilitado. Correcto

Sesiones para la misión Visualizar paciente

Sesión 1

1. Se entra en Pacientes con un usuario estudiante.
2. Se presiona Editar en cualquier paciente.

3. Todos los campos están deshabilitados pero se permite leer. Correcto

Sesión 2

1. Se entra en Pacientes con un usuario medico.
2. Se presiona Editar en cualquier paciente.
3. Se permite visualizar todos los campos del formulario, estando habilitados. Correcto

Sesiones para la misión Crear/modificar paciente

Sesión 1

1. Se entra en Pacientes con un usuario médico.
2. Se presiona Nuevo para crear un nuevo paciente.
3. No permite ingresar un paciente sin cédula. Correcto
4. No permite ingresar un paciente sin primer nombre. Correcto
5. No permite ingresar un paciente sin primer apellido. Correcto
6. No permite ingresar un paciente sin fecha de nacimiento. Correcto
7. No permite ingresar un paciente con la misma cédula que otro paciente ya existente. Correcto
8. Permite ingresar un paciente sin las restricciones mencionadas anteriormente.
9. Se agrega a la base de datos en la tabla paciente, un registro por ese paciente que se creó. Correcto

Sesión 2

1. Se entra en Pacientes con un usuario médico.
2. Se presiona Editar sobre un paciente existente.
3. No permite guardar un paciente sin cédula. Correcto
4. No permite guardar un paciente sin primer nombre. Correcto
5. No permite guardar un paciente sin primer apellido. Correcto
6. No permite borrar la fecha de nacimiento.
7. No permite guardar un paciente con la misma cédula que otro paciente ya existente. Correcto

8. Permite guardar un paciente sin las restricciones mencionadas anteriormente.
9. Se modifica en la base de datos en la tabla paciente, el registro que corresponde a ese paciente. Correcto

Sesiones para la misión Eliminar paciente

Sesión 1

1. Se entra en Pacientes con un usuario estudiante
2. Se presiona Borrar sobre un paciente.
3. Se pide confirmación para el borrado.
4. Si el estudiante presiona No, vuelve a la vista de pacientes y no pasa nada. Si el estudiante presiona Sí sale un error que no permite borrar al paciente. Correcto

Sesión 2

1. Se entra en Pacientes con un usuario médico
2. Se presiona Borrar sobre un paciente.
3. Se pide confirmación para el borrado.
4. Si el médico presiona No, vuelve a la vista de pacientes y no pasa nada. Si el médico presiona Sí se borra al paciente solicitado. Correcto
5. En caso de eliminar al paciente, se borra de la base de datos en la tabla paciente, el registro de ese paciente.

Sesión 3

1. Se entra en Pacientes con un usuario médico
2. Se presiona Borrar sobre un paciente que tenga al menos un registro clínico ingresado.
3. Se pide confirmación para el borrado.
4. Si el médico presiona No, vuelve a la vista de pacientes y no pasa nada. Si el médico presiona Sí da error y no borra al paciente por tener registros clínicos asociados. Correcto

Sesiones para la misión Buscar registro clínico

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico o estudiante.
2. Se busca un registro clínico por una parte del primer nombre, segundo nombre, primer apellido o segundo apellido (no tiene porque ser al comienzo) del paciente. Encuentra los registros clínicos que corresponden.
3. Se busca un registro clínico por un nombre de paciente que no existe. No se encuentra ningún registro clínico.

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario médico o estudiante.
2. Se busca un registro clínico por una parte del primer nombre, segundo nombre, primer apellido o segundo apellido (no tiene porque ser al comienzo) del médico. Encuentra los registros clínicos que corresponden.
3. Se busca un registro clínico por un nombre de médico que no existe. No se encuentra ningún registro clínico.

Sesión 3

1. Se entra en Consultas con un usuario médico o estudiante.
2. Se busca un registro clínico poniendo solo una fecha de creación desde. En el caso que hayan registros clínicos de una fecha mayor a la fecha elegida, encuentra los registros clínicos que corresponden.
3. Se busca un registro clínico poniendo solo una fecha de creación desde. En el caso que no hayan registros clínicos de una fecha mayor a la fecha elegida, no se encuentra ningún registros clínico.

Sesión 4

1. Se entra en Consultas con un usuario médico o estudiante.
2. Se busca un registro clínico poniendo solo una fecha de creación hasta. En el caso que hayan registros clínicos de una fecha menor a la fecha elegida, encuentra los registros clínicos que corresponden.
3. Se busca un registro clínico poniendo solo una fecha de creación hasta. En el caso que no hayan registros clínicos de una fecha menor a la fecha elegida, no se encuentra ningún registros clínico.

Sesión 5

1. Se entra en Consultas con un usuario médico o estudiante.
2. Se busca un registro clínico poniendo ambas fechas, de creación hasta y de creación desde. En el caso que hayan registros clínicos entre las dos fechas elegidas, encuentra los registros clínicos que corresponden.
3. Se busca un registro clínico poniendo ambas fechas, de creación hasta y de creación desde. En el caso que no hayan registros clínicos entre las dos fechas elegidas, no se encuentra ningún registros clínico.

Sesión 6

1. Se entra en Consultas con un usuario médico o estudiante.
2. Se busca un registro clínico por el código OMS de la patología indicada en el mismo. Encuentra los registros clínicos que corresponden.
3. Se busca un registro clínico por un código OMS que no tiene ningún registro clínico. No se encuentra ningún registro clínico.

Sesiones para la misión Exportar registro clínico

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre el botón Exportar.
3. Se descarga un archivo excel.

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario estudiante.
2. Se presiona sobre el botón Exportar.
3. Da error porque no se puede exportar siendo estudiante.

Sesiones para la misión Visualizar registro clínico

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario estudiante.
2. Se presiona Editar en cualquier registro clínico.
3. Todos los campos están deshabilitados pero se permite leer. Correcto

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona Editar en cualquier paciente.
3. Se permite visualizar todos los campos del formulario, estando habilitados. Correcto

Sesiones para la misión Crear registro clínico

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Nuevo.
3. Se ingresan los campos obligatorios, que son el paciente, para esto se muestra una lista con todos los pacientes, también se puede escribir cualquier parte del primer nombre, segundo nombre, primer apellido y segundo apellido y se va filtrando. El médico también es un campo obligatorio y también se puede escribir cualquier parte del primer nombre y primer apellido y se va filtrando. La descripción de los síntomas diversos es el otro campo obligatorio. Si se guarda habiendo ingresado información solo en estos 3 campos, se puede ingresar la receta.
4. Si se presiona sobre Guardar se crea un registro en la base de datos en la tabla clinicalrecord con los datos de la consulta, junto a su fecha de creación, que es la de la hora actual. Esto también genera un nuevo registro en la base trclinicalrecord donde se registran además el usuario que está creando el registro clínico y el identificador del registro clínico original al que pertenece.

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Nuevo.
3. Se llenan todos los campos relativos a la consulta.
4. Permite guardar correctamente y se generan las filas en la base de datos en las tablas correspondientes.

Sesión 3

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se permite agregar un nuevo registro clínico.

Sesión 4

1. Se entra en Consultas con un usuario estudiante.
2. No se permite agregar un nuevo registro clínico, el botón Nuevo está deshabilitado. Correcto

Sesiones para la misión Modificar registro clínico

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. Se pueden editar todos los campos ingresados anteriormente.
4. Se muestran ahora algunas pestañas más para ingreso de datos de la consulta.
5. Se guarda la consulta
6. En la tabla clinicalrecord se modificaron los datos correctamente, modificando la fecha de última actualización.
7. En la tabla trclinicalrecord se agrega un registro con los datos modificados, especificando el autor del cambio y el identificador de la consulta original.

Sesiones para la misión Eliminar registro clínico

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Borrar en un registro clínico ya ingresado.
3. Se deshabilita dicha consulta y dicha consulta no cuenta para la estadística, pero se continúa mostrando y cuando se intenta editar, están todos los campos deshabilitados.

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario estudiante.
2. Se presiona sobre Borrar en un registro clínico ya ingresado.
3. No lo permite.

Sesiones para la misión Visualizar sarcoma

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de diagnóstico, se pueden ver los sarcomas ingresados para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada uno.
4. Se permite editar o borrar un registro de sarcoma.

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario estudiante.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de diagnóstico, se pueden ver los sarcomas ingresados para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada uno.
4. No se permite editar o borrar un registro de sarcoma.

Sesiones para la misión Crear sarcoma

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se agrega un nuevo sarcoma presionando sobre Nuevo en la sección Sarcoma.
2. Se ingresa un nuevo sarcoma rellenando algunos campos del formulario.
3. Se agrega el/los nuevos registros a la base de datos de sarcoma a medida que se van guardando los sarcomas.
4. Cuando se guarda la consulta, se guardan los sarcomas ingresados en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Editar sarcoma

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se edita un sarcoma ingresado presionando sobre Editar en las acciones del mismo.
2. Se modifican algunos campos del formulario.
3. Se modifican el/los nuevos registros en la base de datos de sarcoma a medida que se van guardando los cambios.
4. Cuando se guarda la consulta, se modifican los sarcomas en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Eliminar sarcoma

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se elimina un sarcoma ingresado presionando sobre Borrar en las acciones del mismo.
2. Se pide confirmación del borrado.
3. Se confirma que se desea borrar.
4. Se elimina el/los nuevos registros en la base de datos de sarcoma a medida que se van eliminando los registros.
5. Cuando se guarda la consulta, se agrega un nuevo registro a la base de datos de trazabilidad indicando quién fue el actor de esta eliminación.

Sesiones para la misión Visualizar hemopatía maligna

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de diagnóstico, se pueden ver las hemopatías malignas ingresadas para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada una.
4. Se permite editar o borrar un registro de hemopatía maligna.

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario estudiante.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.

3. En la pestaña de diagnóstico, se pueden ver las hemopatías malignas ingresadas para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada una.
4. No se permite editar o borrar un registro de hemopatía maligna.

Sesiones para la misión Crear hemopatía maligna

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se agrega una nueva hemopatía maligna presionando sobre Nuevo en la sección Hemopatía Maligna.
2. Se ingresa una nueva hemopatía maligna rellenando algunos campos del formulario.
3. Se agrega el/los nuevos registros a la base de datos de hemopatiamaligna a medida que se van guardando las hemopatías malignas.
4. Cuando se guarda la consulta, se guardan las hemopatías malignas ingresadas en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Editar hemopatía maligna

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se edita una hemopatía maligna ingresada presionando sobre Editar en las acciones de la misma.
2. Se modifican algunos campos del formulario.
3. Se modifican el/los nuevos registros en la base de datos de hemopatiamaligna a medida que se van guardando los cambios.
4. Cuando se guarda la consulta, se modifican las hemopatías malignas en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Eliminar hemopatía maligna

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se elimina una hemopatía maligna ingresada presionando sobre Borrar en las acciones del mismo.
2. Se pide confirmación del borrado.
3. Se confirma que se desea borrar.

4. Se elimina el/los nuevos registros en la base de datos de hemopatiamaligna a medida que se van eliminando los registros.
5. Cuando se guarda la consulta, se agrega un nuevo registro a la base de datos de trazabilidad indicando quién fue el actor de esta eliminación.

Sesiones para la misión Visualizar metástasis

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de diagnóstico, se pueden ver las metástasis ingresadas para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada una.
4. Se permite editar o borrar un registro de metástasis.

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario estudiante.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de diagnóstico, se pueden ver las metástasis ingresadas para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada una.
4. No se permite editar o borrar un registro de metástasis.

Sesiones para la misión Crear metástasis

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se agrega una nueva metástasis presionando sobre Nuevo en la sección Metástasis.
2. Se ingresa una nueva metástasis rellenando algunos campos del formulario.
3. Se agrega el/los nuevos registros a la base de datos de metastasis a medida que se van guardando las metástasis.
4. Cuando se guarda la consulta, se guardan las metástasis ingresadas en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Editar metástasis

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se edita una metástasis ingresada presionando sobre Editar en las acciones de la misma.
2. Se modifican algunos campos del formulario.
3. Se modifican el/los nuevos registros en la base de datos de metastasis a medida que se van guardando los cambios.
4. Cuando se guarda la consulta, se modifican las metástasis en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Eliminar metástasis

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se elimina una metástasis ingresada presionando sobre Borrar en las acciones del mismo.
2. Se pide confirmación del borrado.
3. Se confirma que se desea borrar.
4. Se elimina el/los nuevos registros en la base de datos de metastasis a medida que se van eliminando los registros.
5. Cuando se guarda la consulta, se agrega un nuevo registro a la base de datos de trazabilidad indicando quién fue el actor de esta eliminación.

Sesiones para la misión Visualizar miscelánea

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de diagnóstico, se pueden ver las misceláneas ingresadas para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada una.
4. Se permite editar o borrar un registro de miscelánea.

Sesión 2

1. Se entra en Consultas con un usuario estudiante.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.

3. En la pestaña de diagnóstico, se pueden ver las misceláneas ingresadas para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada una.
4. No se permite editar o borrar un registro de miscelánea.

Sesiones para la misión Crear miscelánea

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se agrega una nueva miscelánea presionando sobre Nuevo en la sección Miscelánea.
2. Se ingresa una nueva miscelánea rellenando algunos campos del formulario.
3. Se agrega el/los nuevos registros a la base de datos de miscelanea a medida que se van guardando las misceláneas.
4. Cuando se guarda la consulta, se guardan las misceláneas ingresadas en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Editar miscelánea

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se edita una miscelánea ingresada presionando sobre Editar en las acciones de la misma.
2. Se modifican algunos campos del formulario.
3. Se modifican el/los nuevos registros en la base de datos de miscelanea a medida que se van guardando los cambios.
4. Cuando se guarda la consulta, se modifican las miscelánea en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Eliminar miscelánea

Sesión 1

1. Se ingresa en Diagnóstico y se elimina una miscelánea ingresada presionando sobre Borrar en las acciones del mismo.
2. Se pide confirmación del borrado.
3. Se confirma que se desea borrar.

4. Se elimina el/los nuevos registros en la base de datos de miscelanea a medida que se van eliminando los registros.
5. Cuando se guarda la consulta, se agrega un nuevo registro a la base de datos de trazabilidad indicando quién fue el actor de esta eliminación.

Sesiones para la misión Visualizar examen

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de Exámenes, se pueden ver los exámenes ingresados para ese paciente. Mostrandose la fecha y el tipo de cada uno.
4. Se permite editar o borrar un examen.

Sesiones para la misión Crear examen

Sesión 1

1. Se ingresa en Exámenes y se agrega un nuevo examen presionando sobre Nuevo.
2. Se ingresa un nuevo examen rellenando por lo menos los campos obligatorios del formulario.
3. Se agrega el/los nuevos registros a la base de datos examen a medida que se van guardando los exámenes.
4. Cuando se guarda la consulta, se guardan los exámenes ingresados en la base de datos de trazabilidad.

Sesión 2

1. Se quiere agregar una imagen, cuando se agrega un nuevo examen o al editarlo.
2. Se presiona sobre Subir imagen y se selecciona una imagen DICOM almacenada en la computadora.
3. Se llena automáticamente el campo UUID DICOM y se habilita el botón Ver archivo.
4. Se presiona sobre Ver archivo, luego se puede ver la imagen en el visor DICOM.

Sesiones para la misión Editar examen

Sesión 1

1. Se ingresa en Exámenes y se edita un examen ingresado presionando sobre Editar en las acciones del mismo.
2. Se modifican algunos campos del formulario.
3. Se modifican el/los nuevos registros en la base de datos examen a medida que se van guardando los cambios.
4. Cuando se guarda la consulta, se modifican los exámenes en la base de datos de trazabilidad.

Sesión 2

1. Se ingresa en Exámenes y se edita un examen ingresado presionando sobre Editar en las acciones del mismo.
2. Se modifica la imagen.
3. Se modifica el registro en la base de datos examen cuando se guarda el cambio.
4. Cuando se guarda la consulta, se modifica el examen en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Eliminar examen

Sesión 1

1. Se ingresa en Exámenes y se elimina un examen ingresado presionando sobre Borrar en las acciones del mismo.
2. Se pide confirmación del borrado.
3. Se confirma que se desea borrar.
4. Se elimina el/los nuevos registros en la tabla de la base de datos examen a medida que se van eliminando los registros.
5. Cuando se guarda la consulta, se agrega un nuevo registro a la base de datos de trazabilidad indicando quién fue el actor de esta eliminación.

Sesiones para la misión Visualizar seguimiento

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de Seguimientos, se pueden ver los seguimientos ingresados para ese paciente. Mostrándose la fecha de cada uno.
4. Se permite editar o borrar un seguimiento.

Sesiones para la misión Crear seguimiento

Sesión 1

1. Se ingresa en Seguimientos y se agrega un nuevo seguimiento presionando sobre Nuevo.
2. Se ingresa un nuevo seguimiento rellenando por lo menos los campos obligatorios del formulario.
3. Se agrega el/los nuevos registros a la base de datos seguimiento a medida que se van guardando los seguimientos.
4. Cuando se guarda la consulta, se guardan los seguimientos ingresados en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Editar seguimiento

Sesión 1

1. Se ingresa en Seguimientos y se edita un seguimiento ingresado presionando sobre Editar en las acciones del mismo.
2. Se modifican algunos campos del formulario.
3. Se modifican el/los nuevos registros en la base de datos seguimiento a medida que se van guardando los cambios.
4. Cuando se guarda la consulta, se modifican los seguimientos en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Eliminar seguimiento

Sesión 1

1. Se ingresa en Seguidimientos y se elimina un seguimiento ingresado presionando sobre Borrar en las acciones del mismo.
2. Se pide confirmación del borrado.
3. Se confirma que se desea borrar.
4. Se elimina el/los nuevos registros en la tabla de la base de datos seguimientos a medida que se van eliminando los registros.
5. Cuando se guarda la consulta, se agrega un nuevo registro a la base de datos de trazabilidad indicando quién fue el actor de esta eliminación.

Sesiones para la misión Visualizar tratamiento

Sesión 1

1. Se entra en Consultas con un usuario médico.
2. Se presiona sobre Editar en un registro clínico ya ingresado.
3. En la pestaña de Tratamientos, se pueden ver los tratamientos ingresados para ese paciente. Mostrándose la fecha y el tipo de tratamiento de cada uno.
4. Se permite editar o borrar un tratamiento.

Sesiones para la misión Crear tratamiento

Sesión 1

1. Se ingresa en Tratamientos y se agrega un nuevo tratamiento presionando sobre Nuevo.
2. Se ingresa un nuevo tratamiento rellenando por lo menos los campos obligatorios del formulario.
3. Se agrega el/los nuevos registros a la base de datos tratamiento a medida que se van guardando los tratamientos.
4. Cuando se guarda la consulta, se guardan los tratamientos ingresados en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Editar tratamiento

Sesión 1

1. Se ingresa en Tratamientos y se edita un tratamiento ingresado presionando sobre Editar en las acciones del mismo.
2. Se modifican algunos campos del formulario.
3. Se modifican el/los nuevos registros en la base de datos tratamiento a medida que se van guardando los cambios.
4. Cuando se guarda la consulta, se modifican los tratamientos en la base de datos de trazabilidad.

Sesiones para la misión Eliminar tratamiento

Sesión 1

1. Se ingresa en Tratamientos y se elimina un tratamiento ingresado presionando sobre Borrar en las acciones del mismo.
2. Se pide confirmación del borrado.
3. Se confirma que se desea borrar.
4. Se elimina el/los nuevos registros en la tabla de la base de datos tratamientos a medida que se van eliminando los registros.
5. Cuando se guarda la consulta, se agrega un nuevo registro a la base de datos de trazabilidad indicando quién fue el actor de esta eliminación.

Sesiones para la misión Ver estadísticas

Sesión 1

1. Se ingresa en Estadísticas
2. Se visualizan las estadísticas que se pueden sacar del sistema.
3. Se pueden exportar las estadísticas

Sesiones para la misión Cambiar idioma

Sesión 1

1. Se cambia de idioma en cualquier momento y se cambian todas las etiquetas al idioma seleccionado.

Anexo 7

Poster Ingeniería de Muestra

SIPOME: Sistema Informático de Patología Oncológica Músculo Esquelética
 E. Della Mea, V. Coggan, N. Hourcade, N. Casales
 M. De Lima, L. Francescoli y F. Simini
 Núcleo de Ingeniería Biomédica,
 Clín. Tr./Ortop-INOT, EUTM RRM
 Facultades Medicina e Ingeniería

Ingeniería de Muestra
 2019 - Vení a conocer el futuro




Figura 1 Formulario original de registro en papel de la consulta médica en oncología musculoesquelética. Esta modalidad está siendo sustituida por SIPOME

Introducción

SIPOME es un sistema informático de historia clínica electrónica (HCE) que incluye normas de atención, generación de indicadores y seguimiento de pacientes para asegurar calidad de atención. **SIPOME** mejora los Registros Médicos de la especialidad que tiene requerimientos especiales, derivados de la doble pertenencia a la **Oncología** y a la **Traumatología y Ortopedia**. Al sustituir formularios en papel (Fig.1), **SIPOME** reorganiza la tarea de documentación clínica aportando enfoques de **Informática Médica**.

¿Qué es SIPOME?

- **SIPOME** es un sistema web de registro de la consulta médica utilizado por los médicos traumatólogos y oncólogos.
- **SIPOME** incluye diagnóstico, tratamiento y seguimiento del paciente. La nomenclatura utilizada sigue los estándares **WHO - Classification of Tumours of Soft Tissue and Bone** y **SNOMED-CT** para la interoperabilidad con **SALUD.UY**
- **SIPOME** genera estadísticas sobre el conjunto de pacientes
- El seguimiento de pacientes es recordado y facilitado por **SIPOME**. También permite realizar estudios epidemiológicos.

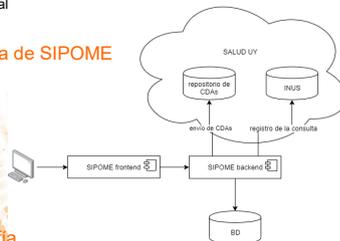
Especificaciones de SIPOME

- Identificación de pacientes con INUS (Índice Nacional de Usuarios de Salud) que gestiona datos patronímicos para identificar los pacientes
- **SIPOME** se integra a la Historia Clínica Electrónica Nacional (HCEEN), con sus documentos clínicos (CDA) gestionados por **Salud UY**.
- Gestión de estudios imagenológicos.
- Perfiles de usuario para limitar el acceso según el tipo de datos
- Estructura que permite traducción a diferentes idiomas.
- Confidencial



Figura 2 Quirófano INOT con elementos de industria nacional

Estructura de SIPOME



Bibliografía

<https://centrodeconocimiento.agesic.gub.uy/web/salud.uy/hceo?inheritRedirect=true>

SIPOME será usado en el INOT (Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología) y en el Hospital Pereira Rossell.

SIPOME y la HCEO

Funcionalidad	HCEO	SIPOME
Estadísticas	Enumera cantidades	Complejas, posibilidad de que el usuario agrupe indicadores
Normas de atención	No encontramos	Se muestran diferentes campos dependiendo de lo que se completa, de acuerdo a norma
Idiomas	Español	Multilingüe
Diagnóstico	Se ingresa diagnóstico presuntivo y definitivo	Se divide en sarcoma, hemopatía maligna, miscelánea y metástasis

Tabla 1 Tabla de funcionalidades de la Historia Clínica Electrónica Oncológica (HCEO) y **SIPOME**



Figura 7.1: Poster de SIPOME hecho para Ingeniería de Muestra

Anexo 8

Documento Sipome

25 de junio de 2018, actualizado 2 de julio

SIPOME

Sistema Informático de Patología Oncológica Músculo Esquelética

Tutores: Asist. Dra. Mildred De Lima (EUTM), Asist. Dr. Nicolás Casales (UPOME) y Prof. Ing. Franco Simini (Coordinador del NIB)

Estudiantes RM: Yamila Villanueva y Alicia Gómez, Estudiantes Ingeniería: disponible

El Proyecto Interdisciplinario de Registros Informáticos Médicos (PIRIM) es la cooperación de estudiantes de la Licenciatura de Registros Médicos de la EUTM (Facultad de Medicina) con estudiantes que hacen su proyecto de fin de carrera en la Facultad de Ingeniería.

La Monografía de la Carrera Licenciatura en Registros Médicos plante implementar un registro de datos para la Unidad de Patologías Oncológicas Músculo-Esqueléticas (UPOME) del Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología, trabajando interdisciplinariamente con estudiantes de Ingeniería en Computación.

Justificación: se detecta la carencia de un sistema informático con el que se pueda realizar el registro de los pacientes durante la consulta, y mejorar el seguimiento.

Objetivo: lograr un sistema de información mejorando el registro y el acceso de los datos clínicos de todos los pacientes que concurren a la policlínica con vistas a mejorar la toma de decisiones, así como también extraer información que permita el análisis epidemiológica e individual en la evolución asistencial.

Actualmente la policlínica realiza el registro asistencial de los pacientes que le son derivados en un formulario que consiste en un documento de texto.

Especificación preliminar:

- [Definir los procedimientos quirúrgicos de la UPOME
- [Resolver el acceso de SIPOME a los estudios complementarios: TAC, RNM, centellograma, arteriografía, estudios radiológicos, rutinas de laboratorio y anatomía patológica.
- [Incluir las normas ("best practices") de la especialidad en SIPOME, con manual de procedimientos y protocolos de uso clínico
- [Resolver la interconexión entre clínicos de diferentes especialidades
- [Incluir permisos y perfiles de usuario, para seguridad y confidencialidad.
- [Obtención de indicadores clásicos de la especialidad, con posibilidad de filtros sobre combinación de variables
- [Compatibilidad con servicios de SALUD.UY como registro de usuarios LINUS y el repositorio, para asegurar la interoperabilidad con HCEN

Referencias:

1. Información de la UPOME, informe de Internado de Yamila Villanueva et al., 2015
2. Sistema Informático Perinatal (SIP), varias publicaciones desde 2002
3. SALUD.UY